

Fatores ambientais e atividades humanas associados à distribuição de aves aquáticas na área urbana de Uberlândia – MG

Environmental factors and human activities associated to the waterbirds distribution inside the urban area of Uberlândia, state of Minas Gerais

Sandro Gonçalves Moreira¹; Oswaldo Marçal Júnior²

¹Centro Universitário de Patos de Minas. E-mail: sandrobio@unipam.edu.br

²Laboratório de Ornitologia e Bioacústica – IB/UFU

Resumo: Aves aquáticas têm grande importância ecológica, mas estão sendo ameaçadas pelos processos de expansão agrícola e crescimento urbano. O objetivo deste trabalho foi determinar a distribuição espacial e temporal de aves aquáticas piscívoras no rio Uberabinha, dentro da área urbana de Uberlândia (MG), procurando associá-la com fatores ambientais e com as atividades humanas no local. As observações foram conduzidas durante todo o ano de 2004, totalizando 129,6 horas de observações. Foram registradas dez espécies de aves aquáticas, tendo sido realizados 1.284 registros. A maior frequência relativa foi apresentada por *Phalacrocorax brasilianus* e a menor por *Pilherodius pileatus*. Não houve variação na riqueza de espécies entre as estações (seca e chuvosa) e nem entre os períodos do dia (manhã e tarde). *Butorides striata* foi a espécie mais amplamente distribuída e *Pilherodius pileatus* a mais restrita. Oito espécies foram classificadas como residentes. Conclui-se que aves aquáticas piscívoras têm alta riqueza e ampla distribuição espacial e temporal na área pesquisada. Essa distribuição sofre, principalmente, a influência da cobertura vegetal e dos lançamentos de esgotos. Efeitos negativos da presença humana não foram evidenciados, mas podem ter impactos importantes sobre as populações estudadas.

Palavras-chave: Ecologia urbana. Avifauna. Ecossistemas aquáticos. Urbanização.

Abstract: Waterbirds have great ecological importance, but they are being threatened by the processes of agricultural expansion and urban growth. The purpose of this work was to determine the space and temporal distribution of waterbirds in the Uberabinha River, inside the urban area of Uberlândia (MG), trying to associate that occurrence with environmental factors and human activities in the place. The fieldwork was conducted from January to December of 2004. It was registered 10 bird species, and 1,284 registers have been made. The largest relative frequency was presented by *Phalacrocorax brasilianus* and the smallest was the one by *Pilherodius pileatus*. There was no variation in the species richness between seasons (dry and wet) and neither during the day periods (morning and afternoon). *Butorides striata* was the most widely distributed species and *Pilherodius pileatus* the most restricted. Eight species were classified as

residents. It was concluded that piscivorous waterbirds have high richness and wide space and temporal distribution in the studied area. That distribution suffers influence of several factors, mainly due to vegetable covering and sewage release. Negative effects of the human presence were not seen, but the intense flow of vehicles and of recreational activities can have important impacts on the studied populations.

Keywords: Urban ecology. Avifauna. Aquatic ecosystems. Urbanization.

Introdução

Aves aquáticas são aquelas que dependem de ambientes úmidos para sua sobrevivência, compondo um grupo funcional bastante amplo (cerca de 20 famílias), incluindo patos, gansos, aves marinhas, garças, martins-pescadores, aves de rapina, passeriformes, entre outros (SICK, 1997). O grande acúmulo de matéria orgânica produzido por essas aves, resultante da alimentação e da nidificação à beira d'água, beneficia todo o ecossistema, incluindo as espécies de peixes que são a base da alimentação da maioria das espécies do grupo (SICK, 1997). As espécies piscívoras desempenham um papel ecológico importante na regulação do tamanho das populações de presas, como também na sua seleção natural, eliminando os indivíduos com menor aptidão (RICKLEFS, 1997; MARÇAL-JÚNIOR e FRANCHIN, 2003).

Segundo Chace e Walsh (2004), a ocorrência de aves nos ambientes urbanos sofre forte interferência da composição florística e das ações humanas, sendo que o aumento da urbanização normalmente conduz a um aumento da biomassa das comunidades de aves, mas a uma redução na riqueza de espécies. Nelson & Nelson (2001) demonstraram, em estudo feito na área metropolitana de Denver (EUA), que a remoção de vegetação nativa foi acompanhada por uma diminuição da riqueza de espécies, de modo que poucas espécies generalistas passaram a monopolizar os recursos disponíveis na área. Hon-Kai e Dahmer (2000) mostraram que a conversão de planícies inundáveis em canais de drenagem causou declínio, tanto na abundância como na riqueza de espécies de aves em Hong Kong.

A degradação ambiental provocada pela expansão dos grandes centros urbanos e pela intensa atividade agropecuária vem comprometendo a sobrevivência de muitos organismos, em especial daqueles que exploram ambientes aquáticos, os mais afetados pela destruição das matas ciliares e pela emissão de resíduos tóxicos nos corpos d'água (DALE-JONES III *et al.*, 1999; SAUNDERS, MEEUWIG e VINCENT, 2002). De fato, com o uso excessivo de substâncias químicas poluentes pelos humanos, aves aquáticas coloniais são comumente expostas a uma variedade de pesticidas, resíduos industriais, derivados do petróleo, metais, metalóides e substâncias radioativas (RATNER, 2000). As espécies piscívoras, em particular, têm o seu sucesso reprodutivo afetado pela ingestão de metais pesados, que diminuem a quantidade e/ou viabilidade dos ovos (CONNEL *et al.*, 2002; LAM *et al.*, 2005).

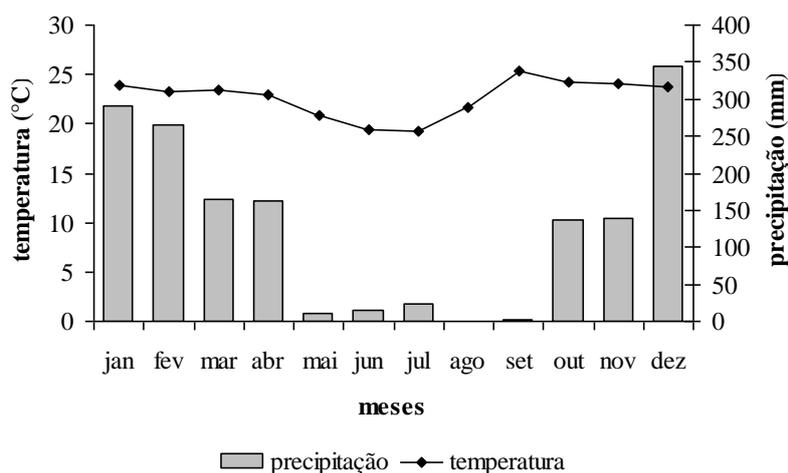
Neste trabalho, objetivamos determinar a frequência e a distribuição temporal de aves aquáticas piscívoras em uma seção do rio Uberabinha dentro da área urbana de Uberlândia, MG, procurando associar essa ocorrência com diferentes fatores ambientais e com as ações humanas desenvolvidas no local.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Uberlândia está localizado no extremo Oeste do estado de Minas Gerais - 48°18'39"W, 18°55'23"S, inserido no Domínio do Cerrado. Com mais de 700.000 habitantes, a cidade é considerada o principal pólo de desenvolvimento da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. O clima da região é do tipo Aw, megatérmico, segundo a classificação de Köpen, com um período seco (maio a setembro) e outro chuvoso (outubro a abril) (ROSA, LIMA e ASSUNÇÃO, 1991). Em 2004, as condições climáticas de Uberlândia se enquadraram perfeitamente nesse padrão (Figura 1).

Figura 1. Precipitação e temperatura ambiental no ano de 2004, na cidade de Uberlândia, Minas Gerais



Fonte: Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Uberlândia.

O rio Uberabinha se constitui na principal coleção hídrica do município, com seus 118 km de extensão e uma bacia hidrográfica de 2.000km² (SCHNEIDER, 1996). Ao atravessar a área urbana de Uberlândia, no sentido sudeste-nordeste, o Uberabinha recebe um grande volume de esgoto doméstico e industrial, além de ter sua mata ciliar quase completamente destruída. De fato, no trecho pesquisado, restam apenas alguns poucos indivíduos de espécies vegetais nativas (e.g. *Inga* sp). As margens do rio são constantemente afetadas por deslizamentos de barrancas em função da dinâmica do fluxo hídrico e do desequilíbrio ambiental verificado na sua área entorno (RODRIGUES, ROCHA e NOGUEIRA, 2004).

Procedimentos

O estudo foi conduzido no período de janeiro de 2004 a dezembro de 2004, em um trecho do rio Uberabinha situado na área central da cidade de Uberlândia (MG),

estendendo-se da ponte do Marquinho (ponte do Praia Clube), no sentido montante-jusante, até a ponte do Vau (passagem da BR 365). Foram estabelecidos três transectos (A, B e C) contíguos de 800m cada um, nos quais foram distribuídos 27 pontos de observação dispostos à margem direita do rio Uberabinha, separados por intervalos de 100m (método de amostragem por pontos).

As observações foram realizadas nos períodos da manhã e da tarde, duas vezes por mês. As observações vespertinas iniciaram-se cerca de 2 horas antes do pôr-do-sol e as matutinas cerca de 10 minutos antes do nascer do Sol. Em cada ponto amostrado foram realizadas sessões de observação de 12 minutos cada, totalizando 129,6 horas de esforço amostral.

As espécies de aves foram identificadas exclusivamente por meio de registros visuais, realizados à vista desarmada ou com auxílio de um binóculo (10 x 50). Foram incluídos os registros de aves saindo do ponto de observação no momento da chegada do pesquisador (KLEIN, HUMPHREY e PERCIVAL, 1995), porém não foram considerados os registros feitos durante os deslocamentos do pesquisador, realizado a pé, no sentido montante-jusante. Foram registrados os seguintes dados: espécie de ave presente em cada ponto, número de registros, período do dia (manhã/tarde), dia, mês e horário de observação.

Para caracterização dos pontos de observação, foram colhidas informações sobre: cobertura vegetal (quantificação dos vegetais lenhosos situados às margens do rio), presença/ausência humana, tipo de atividade antrópica observada, presença de edificações às margens, presença de pontes e presença de afluentes canalizados (Galeria do córrego São Pedro; Galeria do córrego Cajubá e Galeria do córrego das Tabocas), lançamentos de esgoto doméstico, intensidade de tráfego de veículos, entre outras.

A frequência de ocorrência (FO) das espécies foi calculada a partir da relação entre o número de meses nos quais cada espécie ocorreu e o total de meses de estudo. Assim, as espécies foram classificadas em residentes ($FO \geq 0.60$), prováveis residentes ($0.60 < FO \leq 0.15$) e ocasionais ($FO < 0,15$) (Adaptado de MENDONÇA-LIMA e FONTANA, 2000).

Para verificar se houve diferenças entre as estações do ano, o número total de registros de cada espécie foi comparado através do Teste de χ^2 . Para as tabelas de contingência 2x2, o valor do χ^2 foi calculado usando correção de Yates. Nos casos em que a frequência esperada foi menor que 5%, foi usado o Teste exato de Fisher (ZAR, 1999).

Resultados e discussão

Foram registradas 10 espécies de aves piscívoras (três ordens, quatro famílias e nove gêneros), tendo sido realizados 1.284 registros (Tabela 1). *Phalacrocorax brasilianus* mostrou a maior frequência relativa, o que, provavelmente, se deve à sua maior capacidade de dispersão, como também ao fato dessa espécie apresentar um comportamento gregário, resultando em um grande número de indivíduos na maioria dos pontos de observação. *Pilherodius pileatus* foi a espécie menos frequente, o que pode ser atribuído à sua preferência por habitar locais de mata preservada. O mesmo pode

ser dito sobre *Chloroceryle americana* que, além disso, é uma espécie que apresenta baixa tolerância a cursos d'água poluídos (SICK, 1997).

Tabela 1. Posicionamento taxonômico das espécies de aves piscívoras registradas às margens do rio Uberabinha, zona urbana de Uberlândia (MG), 2004. NR – Número de registros; FR – Frequência relativa (%).

Ordem	Família	Gênero	Espécie	Nome vulgar	NR	FR
Pelecaniformes	Anhingidae	<i>Anhinga</i>	<i>A. anhinga</i>	Biguatinga	52	4,0
	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax</i>	<i>P. brasilianus</i>	Biguá	437	34,0
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Butorides</i>	<i>B. striata</i>	Socozinho	315	24,6
		<i>Ardea</i>	<i>A. albus</i>	Garça-branca-grande	40	3,1
		<i>Egretta</i>	<i>E. thula</i>	Garça-branca-pequena	37	2,9
		<i>Nycticorax</i>	<i>N. nycticorax</i>	Garça-da-noite	202	15,7
		<i>Pilherodius</i>	<i>P. pileatus</i>	Garça-real	16	1,3
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle</i>	<i>M. torquata</i>	Martim-pescador-grande	52	4,0
		<i>Chloroceryle</i>	<i>C. amazona</i>	Martim-pescador-verde	88	6,9
			<i>C. americana</i>	Martim-pescador-pequeno	45	3,5

Rosa, Palmeirim e Moreira (2003) enfatizam que a preservação das matas situadas às margens de corpos d'água pode contribuir para um aumento na riqueza de aves aquáticas, devido ao aumento na disponibilidade de alimento e à diminuição dos distúrbios gerados pela presença humana. A mata ciliar na área pesquisada já não se encontra em uma condição que possa ser considerada boa, mas isso parece não afetar drasticamente a ocorrência das espécies registradas, já que a maioria é residente. *Phalacrocorax brasilianus* e *Nycticorax nycticorax* foram encontrados empoleirados com frequência em árvores com mais de 8m de altura ao longo do rio. A árvore mais utilizada por *Phalacrocorax brasilianus* foi *Apuleya leiocarpa* Gleason (Fabaceae), popularmente conhecida como garapa, que apresenta copa bastante aberta, facilitando a movimentação desses animais relativamente grandes. *Nycticorax nycticorax* empoleirou-se principalmente em *Copaifera langsdorffii* Desf. (Caesalpiniaceae), popularmente conhecida como copaíba ou pau-d'óleo, que já apresenta uma copa fechada, conferindo maior proteção à espécie, principalmente contra inimigos naturais,

como falconiformes. Esses resultados sugerem que a forma e/ou densidade foliar da copa seja um fator importante associado à distribuição das aves aquáticas. Devemos salientar, também, a importância da manutenção de árvores mortas em zonas ripárias, uma vez que *Anhinga anhinga* empoleira-se com muita frequência em árvores secas (SICK, 1997).

Butorides striata foi a espécie mais amplamente distribuída, tendo sido registrada em 26 dos 27 pontos pesquisados. Essa espécie utilizou a área para desenvolvimento de todas as suas necessidades vitais: manutenção, alimentação e reprodução. *Pilherodius pileatus*, por outro lado, apresentou distribuição espacial mais restrita, tendo sido registrada em apenas seis pontos. *Anhinga anhinga* foi registrada em apenas um ponto da primeira transecção, tendo explorado mais amplamente a segunda delas (seis pontos). A maior riqueza de espécies (oito spp.) foi verificada no ponto mais a montante do rio Uberabinha. O menor número de espécies (duas spp.) foi registrado em três pontos de amostrais (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição das espécies de aves piscívoras no rio Uberabinha, segundo pontos de amostragem, na área urbana de Uberlândia, MG, 2004 (Aa – *Anhinga anhinga*; Bs – *Butorides striatus*; Ca – *Casmerodius albus*; Ct – *Ceryle torquata*; Caz – *Chloroceryle amazona*; Cam – *Chloroceryle americana*; Et – *Egretta thula*; Nn – *Nycticorax nycticorax*; Pb – *Phalacrocorax brasilianus*; Pp – *Pilherodius pileatus*. Quadrados cheios = presença; quadrados vazios = ausência).

Espécies	Pontos de amostragem																										
	Transecto A									Transecto B									Transecto C								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aa																											
Bs																											
Ca																											
Ct																											
Caz																											
Cam																											
Et																											
Nn																											
Pb																											
Pp																											

Aves piscívoras estiveram presentes na área pesquisada durante todo o ano, mas somente em Julho todas as espécies foram registradas no local (Tabela 3). Nos meses de Março, Abril e Maio foi observada a menor riqueza de espécies (7 spp.). *Egretta thula* foi a espécie que mostrou a distribuição mais concentrada, tendo sido observada durante todo o período seco (Maio a Setembro). *Butorides striata*, *Chloroceryle amazona* e *Nycticorax nycticorax* foram registrados em todos os meses do ano, enquanto *Pilherodius pileatus* foi observada apenas em seis meses. De acordo com a FO, as espécies de aves foram classificadas como residentes: *Anhinga anhinga* (0,67), *Butorides striata* (1,00), *Ardea alba* (0,92), *Megaceryle torquata* (0,92), *Chloroceryle amazona* (1,00),

Chloroceryle americana (0,83), *Nycticorax nycticorax* (1,00), *Phalacrocorax brasilianus* (0,83), *Egretta thula* (0,58) e *Pilherodius pileatus* (0,50) foram considerados prováveis residentes.

Tabela 3. Distribuição temporal das espécies de aves piscívoras no rio Uberabinha, área urbana de Uberlândia, MG, 2004. (Aa – *Anhinga anhinga*; Bs – *Butorides striatus*; Ca – *Casmerodius albus*; Ct – *Ceryle torquata*; Caz – *Chloroceryle amazona*; Cam – *Chloroceryle americana*; Et – *Egretta thula*; Nn – *Nycticorax nycticorax*; Pb – *Phalacrocorax brasilianus*; Pp – *Pilherodius pileatus*. Quadrados cheios = presença; quadrados vazios = ausência).

Espécies	Ano de 2004											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Aa												
Bs												
Ca												
Ct												
Caz												
Cam												
Et												
Nn												
Pb												
Pp												

A distribuição espacial e temporal dos organismos vivos está diretamente relacionada com a distribuição dos recursos necessários à sua sobrevivência (GOSS-CUSTARD, JONES e NEWBERY, 1977; RICKLEFS, 1997). Em relação às aves aquáticas, esses padrões de distribuição são diretamente influenciados pela largura da margem (GOSS-CUSTARD e YATES, 1992; YATES, GOSS-CUSTARD e RISPIN, 1996) e pela presença e densidade de canais de esgoto doméstico (IMPE, 1985; TOWNSHED, DUGAN e PIENKOWSKI, 1984). Acreditamos que a riqueza verificada na avifauna piscívora no rio Uberabinha possa estar associada à alta disponibilidade de alimento no local. De acordo com Guilherme (2005), o rio Uberabinha, no trecho compreendido entre a ponte do Marquinho (ponte do Praia Clube) e a ponte do Vau (Ponte da BR-365), possui diversas espécies de peixes, introduzidas ou nativas, tais como *Hoplias lacerdae* (Trairão), *Rhamdia quelen* (Bagre jundiá), *Lebistes reticulatus* (Barrigudinho), *Cyprinus carpio* (Carpa comum), *Oreochromis niloticus* (Tilápia nilótica), *Tilapia rendalii* (Tilápia), *Geophagus brasiliensis* (Acará), *Hypostomus* sp (Cascudo). Essa hipótese é reforçada pela correlação positiva encontrada entre a presença de afluentes canalizados e a riqueza de espécies (assim como o número de registros), sugerindo que a matéria orgânica lançada nas águas do rio propicie a manutenção de toda uma cadeia trófica e favoreça predadores como as aves piscívoras.

Fragmentos florestais urbanos podem prover habitats para muitas espécies de aves que são encontradas somente em florestas nativas (TILGHMAN, 1987). A preservação da vegetação natural em áreas urbanas contribui para a manutenção de algumas espécies nativas de aves (CHACE e WALSH, 2004). Tal condição representa

uma estratégia de conservação biológica, uma vez que manchas de vegetação nativa, situadas em áreas urbanas, podem corresponder a corredores ecológicos através dos quais possa ocorrer um fluxo gênico entre diversas populações de organismos, permitindo a existência de uma conectividade entre as mesmas (BEIER e NOSS, 1998). Além disso, fragmentos urbanos oferecem recursos para os organismos que se deslocam entre ambientes com menor grau de perturbação (NELSON e NELSON, 2001).

A heterogeneidade característica de zonas ripárias intactas oferece um mosaico de habitats a diferentes formas de vida, mas alterações na composição florística de zonas ripárias tendem a conduzir a uma diminuição na riqueza de espécies de aves do local (NELSON e NELSON, 2001). Nesse sentido, a conservação de áreas úmidas deve ser considerada como uma prioridade nos projetos ecológicos relacionados, pois tais ecossistemas são utilizados por uma grande variedade de seres vivos e têm sido altamente afetados pelas atividades humanas (FRAYER *et al.*, 1983 *apud* HAIG, MEHLMAN e ORING, 1998).

A preservação da cobertura vegetal também é fundamental para o sucesso reprodutivo das aves pesquisadas. Foram registrados dois ninhos de *Butorides striata* (sendo um com filhotes), ambos na copa de indivíduos de *Acacia glomerosa* Benth. (Mimosaceae), popularmente conhecida como munjolo. Vários indivíduos imaturos de *Nycticorax nycticorax* foram avistados emergindo da copa de uma copaíba, de maneira que podemos inferir que essa árvore era utilizada como dormitório e local de nidificação. Entre os martins-pescadores, *Chloroceryle amazona* foi o único que apresentou evidências de atividade reprodutiva, representada pela presença constante de um casal se revezando na entrada de um buraco no barranco às margens do rio, num típico comportamento de cuidado parental (SICK, 1997).

Não foi verificada diferença significativa na riqueza de espécies entre as estações, o que não coincide com o observado por outros autores (ALVES e PEREIRA, 1998; ROSA, PALMEIRIM e MOREIRA, 2003). Também não houve diferença na riqueza de espécies entre os períodos do dia. Talvez isso se deva ao fato de que a maioria dos trabalhos abordando esse aspecto tenha sido conduzida em ambientes lânticos, que são procurados para atividades específicas como forrageamento, dormitório e/ou nidificação. O presente estudo, ao contrário, foi realizado em ambiente lótico, no qual as espécies registradas utilizam o ambiente tanto para satisfazer suas necessidades vitais, quanto para seus deslocamentos, transformando o rio em um corredor ecológico e, por consequência, promovendo um aumento na frequência de registros durante todo o ano.

Durante a estação seca, com a consequente diminuição da profundidade do leito do rio Uberabinha, formam-se “poças” isoladas em determinados pontos, que levam ao aprisionamento de diversos invertebrados aquáticos, girinos e pequenos peixes, o que representa um aumento na disponibilidade de presas potenciais para as aves aquáticas. Isso contribui para a ocorrência desse grupo de predadores, sobretudo para ardeídeos que, de modo geral, procriam no início ou no fim da estação seca (SICK, 1997).

Aves aquáticas são afetadas pela urbanização, pela poluição e pelo aumento exponencial de atividades de lazer em quase todo o mundo (MADSON, 1998). Em

Uberlândia, o efeito da poluição sobre a biologia de aves não foi avaliado até o presente; no entanto, recentemente, Brites (2002) demonstrou que cágados (*Phrynops geoffroanus*), que têm peixes como elemento importante da sua dieta, são mais infectados por espécies de bactérias patogênicas ou com potencial de patogenicidade quando ocupam a área do rio Uberabinha no perímetro urbano, do que aqueles encontrados na área rural, o que pode estar associado à maior contaminação por esgotos domésticos e industriais. No referido trabalho, observou-se a presença de defensivos agrícolas na água, tais como inseticidas organoclorados (hexaclorocicloexano (BHC), Aldrin, Endosulfan, Endrin e bifenilas policloradas (PCBs)), fungicida (hexaclorobenzeno (HCB)) e herbicida (atrazina). Note-se que amostras de água analisadas por Brites (2002) incluíram o trecho no qual a presente pesquisa foi realizada. Substâncias químicas podem afetar a reprodução das aves aquáticas, provocando má formação dos ovos (afinamento da casca) e prejudicando o desenvolvimento dos filhotes (SICK, 1997).

A atividade humana é intensa às margens do rio Uberabinha na área central de Uberlândia (MG), destacando-se: elevado fluxo de veículos, atividades recreativas e esportivas (pesca, caminhada, jogo de futebol). Todos esses fatores podem interferir negativamente no forrageio e biologia reprodutiva de algumas espécies de aves aquáticas (KLEIN, HUMPHREY e PERCIVAL, 1995). Aparentemente as ações humanas desenvolvidas no local não afetam drasticamente a distribuição das espécies pesquisadas. Porém, certamente, o avanço no grau de degradação deverá trazer dificuldades para a conservação dessas e de outras espécies nativas no local.

Para Bennett (2002), os recursos ambientais devem ser considerados “bens naturais”. Esses bens estão sofrendo um processo de degradação em larga escala, o que vem acarretando em uma redução na sua capacidade de proteger a diversidade biológica e de serem utilizados continuamente pelos seres humanos. O crescimento urbano geralmente encontra-se associado à alteração e degradação de habitats naturais, o que reforça a necessidade de se investir em projetos de criação de refúgios à vida silvestre em ambientes urbanizados, visando à conservação da mesma (WHITE e MAIN, 2004; CHACE e WALSH, 2004). A conservação de áreas úmidas deve ser considerada como uma prioridade nos projetos ecológicos, pois tais ecossistemas são utilizados por uma grande variedade de seres vivos e têm sido altamente afetados pelas atividades humanas (FRAYER *et al.*, 1983 *apud* HAIG, MEHLMAN e ORING, 1998).

Conclusão

A riqueza de aves aquáticas piscívoras no trecho pesquisado do rio Uberabinha é elevada e as espécies registradas mostram ampla distribuição espacial e temporal. Essa distribuição sofre influência de vários fatores, com destaque para cobertura vegetal e lançamentos de esgotos. Efeitos negativos da presença humana não foram evidenciados, mas, certamente, a intensa atividade, representada pelo fluxo de veículos e por atividades recreativas e esportivas, pode ter impactos importantes sobre as populações estudadas. Assim, sugerimos que novas pesquisas sejam desenvolvidas na área, com intuito de mensurar esses possíveis efeitos antrópicos. Do mesmo modo,

recomendamos que medidas educativas e de manejo sejam implementadas na área, visando à recuperação da mata ciliar e à conservação da biodiversidade desse ecossistema.

Referências

ALVES, M. A. S.; PEREIRA, E. F. Richness, abundance and seasonality of bird species in a lagoon of urban area (Lagoa Rodrigo de Freitas) of Rio de Janeiro, Brazil. *Ararajuba*, 6 (2): 110-116. 1998.

BEIER, P.; NOSS, R. F. Do habitat corridors provide connectivity? *Conservation Biology*, 12 (6): 1241-1252. 1998.

BENNETT, J. Investing in ecosystem health: Using rivers as a case study. *Ecological Management & Restoration*, 3 (2): 104-107. 2002.

BRITES, V. L. C. *Hematologia, bioquímica do sangue, parasitologia, microbiologia, algas epizoárias e histopatologia de Phrynosoma geoffroanus (Schweigger, 1812) (Testudinata, Chelidae), expostos a diferentes influências antrópicas no rio Uberabinha, Minas Gerais*. 2002. 196p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, Brasil.

CHACE, J. F.; WALSH, J. J. Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, 76: 1-24. 2004.

CONNEL, D. W.; WONG, B. S. F.; LAM, P. K. S.; POON, K. F.; LAM, M. H. W.; WU, R. S. S.; RICHARDSON, B. J.; YEN, Y. F. Risk to breeding success of ardeids by contaminants in Hong Kong: evidence from trace metals in Feathers. *Ecotoxicology*, 11: 49-59. 2002.

DALE-JONES III, E. B.; HELFMAN, G. S.; HARPER, J. O.; BOLSTAD, P. V. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in Southern Appalachian streams. *Conservation Biology*, 13 (6): 1454-1465. 1999.

FRANCHIN, A. G. *A riqueza da avifauna no Parque do Sabiá, zona urbana de Uberlândia*. 2003. 35p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

GOSS-CUSTARD, J. D.; JONES, R. E.; NEWBERY, P. E. The Ecology of the Wash I. Distribution on diet of wading birds (Charadrii). *Journal of Applied Ecology*, 14: 681-700. 1977.

GOSS-CUSTARD, J. D.; YATES, M. G. Towards predicting the effect of salt-marsh reclamation on feeding bird number on the Wash. *Journal of Applied Ecology*, 29: 330-340. 1992.

GUILHERME, L. C. *Estudos reprodutivos, citogenéticos na população de Rhamdia quelen (Pisces, Rhamdiidae) do rio Uberabinha no município de Uberlândia-MG e desenvolvimento de sistema artesanal de recirculação d'água para criação de peixes*. 2005. 103p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.

HAIG, S. M.; MEHLMAN, D. W.; ORING, L. W. Avian movements and wetland connectivity in landscape conservation. *Conservation Biology*, 12 (4): 749-758. 1998.

HON-KAI, K. & DAHMER, T.D. 2000. *Impact of drainage channel on wetland avifauna diversity and implication on grasscrete embankment in Hong Kong*. In: 20th Annual Conference of IAIA (Hong Kong) - Workshop on Integration of Impact Assessment and Spatial Planning. Pp. 1-11.

Impe, J. V. Estuarine pollution as a probable cause of increase of estuarine birds. *Marine Pollution Bulletin*, 16 (7): 271-276. 1985.

KLEIN, M. L.; HUMPHREY, S. R. ; PERCIVAL, H. F. Effects of ecotourism on distribution of waterbirds in a wildlife refuge. *Conservation Biology*, 9 (6): 1454-1465. 1995.

LAM, J. C. W.; TANABE, S.; LAM, M. H. W.; LAM, P. K. S. Risk to breeding success of waterbirds by contaminants in Hong Kong: evidence from trace elements in eggs. *Environmental Pollution*, 135: 481-490. 2005.

MADSON, J. Experimental refuges for migratory waterfowl in Danish wetlands. I. Baseline assessment of the disturbance effects of recreational activities. *Journal of Applied Ecology*, 35: 396-397. 1998.

MARÇAL-JÚNIOR, O.; FRANCHIN, A. G. Aves. In: Del-Claro, K. & Prezoto, F. (eds). *As distintas faces do comportamento animal*. Ed. Livraria Conceito, Jundiaí, Brasil, 2003.

MENDONÇA-LIMA, A.; FONTANA, C. S. Composição, frequência e aspectos biológicos da avifauna no Porto Alegre Country Clube, Rio Grande do Sul. *Ararajuba*, 8 (1): 1-8. 2000.

NELSON, G. S.; NELSON, S. M. Bird and butterfly communities associated with two types of urban riparian areas. *Urban Ecosystems*, 5: 95-108. 2001.

RATNER, B. 2000. *Environmental contaminants and colonial waterbirds*. Disponível em <www.waterbirdconservation.org/plan/rpt-contaminants>. Acesso em 23 de março de 2007.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

RODRIGUES, S. C.; ROCHA, L.; NOGUEIRA, T. C. *Projeto complementar: Diagnóstico da situação das margens do Rio Uberabinha (junho de 2004) – Parque Linear do Rio Uberabinha – Uberlândia (MG)*. Secretaria Municipal de Planejamento Urbano, Prefeitura Municipal de Uberlândia, Uberlândia, Brasil, 38pp. 2004.

ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Sociedade & Natureza*, 3 (5/6): 91-108. 1991.

ROSA, S.; PALMEIRIM, J. M.; Moreira, F. Factors affecting waterbird abundance and species richness in an increasingly urbanized area of the Tagus estuary in Portugal. *Waterbirds*, 26 (2): 226-232. 2003.

SAUNDERS, D. L.; MEEUWIG, J. J.; VINCENT, C. J. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Conservation Biology*, 16 (1): 30-41. 2002.

SCHNEIDER, M. O. *Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente*. 1996. 157 p. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.

SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

TILGHMAN, N. C. Characteristics of urban woodlands affecting breeding bird diversity and abundance. *Landscape and Urban Planning*, 14: 481-495. 1987.

TOWNSHED, D. J.; DUGAN, P. J.; PIENKOWSKI, M. W. 1984. The unsociable plover-use of intertidal areas by grey plovers. In: Evans, P. R.; Goss-Custard, J. D. & Hale, W. G. (eds). *Coastal Waders and Wildfowl in Winter*. Cambridge University Cambridge, Cambridge, UK, p.140-159.

WHITE, L. C.; MAIN, B. M. 2004. *Wildlife in urban landscapes: use of golf course ponds by wetlands birds*. Disponível em <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/ed/ed200401001>>. Acesso em 30 de abril de 2007.

YATES, M. G.; GOSS-CUSTARD, J. D.; RISPIN, W. E. Toward predicting the effect of loss of intertidal feeding areas on overwintering shorebirds (Charadrii) and shelduck (*Tadorna tadorna*): refinements and tests of a model developed for the Wash, East England. *Journal of Applied Ecology*, 33: 944-954. 1996.

ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. 4th ed. New Jersey, USA: Prentice Hall, 1999.

Características físicas de sementes de pinhão-mansoso em função do teor de água

Physical characteristics of *Jatropha* seeds depending on the water content

Antonio Tassio Santana Ormond¹; João Angelo Silva Nunes²; Carlos Caneppele³; Fernando João Bispo Brandão⁴; Felipe Teixeira Barbosa⁵

¹ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP-Jaboticabal).

² Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-Rondonópolis).

³ Professor Adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-Cuiabá).

⁴ Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista (UNESP-Botucatu).

⁵ Engenheiro Agrícola e Ambiental.

Resumo: Com a busca por fontes de combustível renovável para substituição do petróleo, tem aumentado o interesse por oleaginosas como o pinhão mansoso em relação às características físicas das sementes para armazenagem. O trabalho teve como objetivo a avaliação das propriedades físicas de sementes pinhão-mansoso armazenadas com diferentes umidades. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Pós-Colheita, do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Rondonópolis. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos (5, 10.5 e 12% de umidade das sementes) e sete repetições. As variáveis analisadas foram: ângulo de repouso, formato dos grãos (comprimento, largura, espessura e esfericidade), massa específica e porosidade. O teor de água influencia nas características físicas avaliadas de sementes de pinhão-mansoso, exceto para o ângulo de repouso. A umidade de sementes de pinhão-mansoso em 5% proporciona maiores valores de esfericidade e porosidade, enquanto para massa específica se encontrou maior valor na umidade de 12%.

Palavras-chave: Ângulo de repouso. Porosidade. Umidade.

Abstract: With the search for renewable fuel oil substitution, it has increased interest in oilseeds as *Jatropha* seeds in relation to the physical characteristics of seeds for storage. This study aimed to evaluate the physical properties of *Jatropha* seeds stored at different moistures. The study was conducted at the Laboratory of Post Harvest Technology, Institute of Agricultural Sciences and Technology, Federal University of Mato Grosso, Rondonópolis campus. It was used a completely randomized design with three treatments (5, 10.5 and 12% moisture content of the seeds) and seven repetitions. The variables analyzed were: angle of

repose, grain size (length, width, thickness and sphericity), specific mass and porosity. The water content influences the physical characteristics evaluated in *Jatropha* seeds, except for the angle of repose. The moisture seeds of *Jatropha* seeds in 5% provides higher values of sphericity and porosity, while for specific mass it was found a higher value in 12% moisture.

Keywords: Angle of repose. Porosity. Moisture.

Introdução

A matriz energética atual tem passado por mudanças, em que se buscam formas para substituição do petróleo, reduzindo a dependência desse recurso natural não renovável, que contribui para emissão de poluentes no planeta ao longo dos anos (SILVA *et al.*, 2012). A evolução tecnológica vivenciada tem sido fortemente associada à necessidade de incremento na demanda energética, hoje essencial à melhoria de sua qualidade de vida e ao desenvolvimento econômico (FERREIRA *et al.*, 2013).

O pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) é uma oleaginosa com grande potencial na produção de biodiesel, entre outras destinações na indústria (SILVA *et al.*, 2012). Ela tem potencial de se adaptar às condições adversas ao seu desenvolvimento, sendo cultivada em todo Brasil (RESENDE *et al.*, 2011). O interesse por essa oleaginosa tem aumentado devido à sua promissora utilização como matéria-prima na produção do biodiesel. Porém, ainda não há regras e padrões para produção, comercialização e avaliação da qualidade de suas sementes (EVENCIO *et al.*, 2011).

A armazenagem dos produtos agrícolas é uma ótima alternativa para atender à logística na produção de alimentos. Como a produção de pinhão manso não ocorre durante todo o ano, o armazenamento é de fundamental importância para garantir a oferta do produto no período de entressafra (CHAVES *et al.*, 2012).

Na pós-colheita dos produtos vegetais, a secagem é o processo mais utilizado para assegurar sua qualidade e estabilidade, considerando que a redução do teor de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento (RESENDE *et al.*, 2011). Segundo Silva (2008), o teor de água das sementes, a temperatura e a umidade relativa do ar são consideradas cruciais à interação de fatores bióticos e abióticos que promovem a deterioração das sementes.

O volume dos produtos é, normalmente, a característica física que mais sofre variação durante a secagem, proporcionando, muitas vezes, redução no seu tamanho ou até mesmo na sua forma geométrica. São essas características que, na verdade, determinam o tamanho e a forma dos furos das peneiras utilizadas no beneficiamento dos produtos agrícolas após a colheita (ARAÚJO *et al.*, 2014).

As características físicas tais como forma e tamanho são de grande interesse para o controle e automação de equipamentos, visando melhorar a qualidade do produto, agregando valor econômico e, conseqüentemente, reduzindo custos com mão de obra e tempo na operação de processamento e de pós-colheita (NUNES *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2014; RUFFATO *et al.*, 1999).

Nesse contexto, informações sobre tamanho, volume, porosidade e massa específica, dentre outras características apresentadas por produtos vegetais são tidas de

grande relevância para estudos investigativos sobre transferência de calor e massa e movimentação do ar em massas granulares (GONELI *et al.*, 2011; JESUS *et al.*, 2013).

De acordo com Siqueira *et al.* (2012a), porosidade é a relação entre o volume ocupado pelo ar intergranular de determinado produto e o volume total ocupado por essa massa granular. O teor de água dos produtos agrícolas é um importante fator que determina a variação da porosidade dos grãos, pois grãos com maiores teores de água apresentam uma tensão superficial maior que grãos mais secos.

Segundo Elias (2008), o ângulo de repouso é aquele formado entre a superfície da massa de grãos e o plano horizontal, quando descarregados numa superfície plana. Alguns grãos tendem a ocupar a maior área possível, formando um ângulo de repouso pequeno, enquanto que outros não.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação das propriedades físicas de sementes pinhão-manso armazenadas com diferentes umidades.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Pós-Colheita, do Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas do Campus Universitário de Rondonópolis da Universidade Federal de Mato Grosso. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos (5, 10,5 e 12% de umidade das sementes) e sete repetições.

As variáveis analisadas foram: ângulo de repouso, formato dos grãos (comprimento, largura, espessura e esfericidade), massa específica e porosidade. Os parâmetros avaliados seguiram as Regras de Análises de Sementes determinadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

A determinação do ângulo de repouso foi realizada com a utilização de um protótipo desenvolvido no laboratório de Tecnologia em Armazenagem, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, onde foi medido o máximo talude formado pelos grãos em queda. O equipamento era constituído de uma caixa retangular construída em vidro e madeira (Figura 1).

Figura 1. Determinação do ângulo de repouso das sementes de pinhão manso.



Para determinação do ângulo de repouso, as sementes de pinhão-mansó foram derramadas através de uma moega com velocidade constante, formando um amontoado suficiente para determinar o ângulo de repouso. O método de determinação do ângulo de repouso consiste na utilização da equação trigonométrica expressa abaixo:

$$\arctg = \frac{\text{base}}{\text{altura}} \quad \text{Equação 1}$$

No entanto, foram calculadas as tangentes e o arco tangente para obter o ângulo de repouso das sementes de pinhão-mansó em função da umidade das mesmas, a partir de medições diretas no aparelho (comprimento e altura da massa de grãos no aparelho), realizadas com uma régua graduada em milímetros.

As dimensões das sementes foram determinadas com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (Figura 2), onde foram medidos o comprimento, a largura e a espessura das sementes, utilizando-se 10 repetições para cada umidade de sementes observada (BRASIL, 2009).

Figura 2. Medição das dimensões das sementes com paquímetro digital.



A esfericidade das sementes de pinhão-mansó, em porcentagem (%), foi calculada através dos valores observados nos eixos ortogonais (dimensões das sementes), onde foi utilizada a expressão a seguir:

$$E = \left[\frac{(abc)^{1/3}}{a} \right] 100 \quad \text{Equação 2}$$

em que:

a: comprimento ou maior eixo, mm;

b: largura ou eixo médio, mm;

c: espessura ou menor eixo, mm;

E: esfericidade, %.

A porosidade foi obtida pela complementação de líquidos, realizando-se o seguinte procedimento: os grãos foram colocados em uma proveta de volume conhecido até atingir a marca graduada para a complementação da massa de grãos. Em uma segunda proveta, adicionou-se 100 mL de líquido, que posteriormente foi transferido para a proveta com os grãos até atingir o nível da superfície (SANTOS *et al.*,

2012; ORMOND *et al.*, 2013), em que a relação entre o volume de óleo vegetal adicionado e o volume da massa de grãos proporcionou o valor da porosidade das sementes de pinhão-manso.

Os valores do peso hectolitro foram obtidos em balança de peso hectolitro de um quarto de litro da marca DalleMolle, realizado de acordo com a metodologia descrita nas Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), com sete repetições, e os resultados foram utilizados para a determinação da massa específica.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos ao teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou diferença significativa para as variáveis analisadas, exceto ângulo de repouso. A variável ângulo de repouso não se diferenciou significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em função do teor de água nas sementes de pinhão manso.

Silva *et al.* (2014), ao avaliarem a cultura do amendoim submetido a diferentes umidades (entre 4,5 e 10,5%), observaram que a umidade de 6,98% foi a que proporcionou um menor ângulo de repouso, enquanto que Lanaro *et al.* (2011), ao avaliarem a variação do ângulo de repouso na cultura do feijão fradinho em função do teor de água presente nos grãos, observaram que, na umidade de 11,9% b.u., obteve-se um ângulo de repouso de 25°.

O resultado encontrado no presente trabalho está de acordo com Elias (2008), em que, para esse autor, os menores ângulos de repouso ocorrem em grãos esféricos, grandes, lisos, sadios, íntegros, limpos e secos. Assim, segundo Pohndorf *et al.* (2011), quanto menor o ângulo de repouso maior será o volume de grãos que poderão ser armazenados em um silo, com acomodação natural do produto.

A massa específica aparente de sementes de pinhão-manso se diferenciou estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade entre os três teores de água avaliados, sendo que, na medida em que se aumentou o teor de água presente nas sementes de pinhão-manso, também houve aumento na massa específica aparente, em que a menor e maior massa específica aparente foram de 422,27 e 434,20 kg m⁻³ nas umidades de 5,0 e 12,0%, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Análises das características físicas de sementes de pinhão-manso.

Teor de Água (%)	Análises Físicas		
	Angulo de Repouso (°)	Massa Específica (kg m ⁻³)	Porosidade (%)
5,0	25,90 a*	422,27 c	49,00 a
10,5	26,70 a	431,35 b	40,50 b
12,0	26,56 a	434,20 a	38,75 c

* Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Ao avaliarem duas cultivares de feijão (BRS Valente e BRS Pontal) submetidas a teores de água, Jesus *et al.* (2013) observaram que não houve diferença significativa na massa específica aparente em função das cultivares de feijão utilizadas, porém houve diferença significativa em função do teor de água presente nas sementes de feijão, sendo que a umidade de 10% proporcionou maiores valores de massa específica aparente ($757,06 \text{ kg m}^{-3}$) entre os teores de água avaliados. Na medida em que se aumentou a umidade das sementes, houve uma redução nos valores de massa específica aparente, sendo que, na umidade de 18%, obteve-se a massa específica de $738,66 \text{ kg m}^{-3}$, sendo assim, os resultados encontrados por esses autores para a cultura do feijão tiveram resposta inversa ao do presente trabalho.

Por outro lado, Siqueira *et al.* (2012b) observaram que, com a redução do teor de água (9,09 a 33,33%), também ocorreu a redução da massa específica aparente na cultura do pinhão-manso, independente da temperatura de secagem utilizada. Os menores e maiores valores observados por esses autores foram $416,01$ e $524,57 \text{ kg m}^{-3}$, para os teores de água de 9,09 e 33,33% e temperaturas de 45 e 105 °C, respectivamente. Segundo esses mesmos autores, essa diferença pode ser decorrência do fenômeno da histerese, uma vez que a contração dos poros capilares das sementes durante a secagem não acontece na mesma proporção durante a expansão dos mesmos durante o reumedecimento.

O espaço poroso entre sementes de pinhão-manso é influenciado pela diferença de umidade presente nas mesmas, havendo diferença significativa a 5% de probabilidade para a porosidade de sementes de pinhão manso em função do teor de água, sendo que, de acordo com que se diminuiu a umidade das sementes, houve um aumento na porosidade intergranular, variando de 49 a 38,5% para as umidades de 5 e 12%, respectivamente.

Siqueira *et al.* (2012b), ao avaliarem o comportamento de sementes de pinhão-manso em função de temperatura de secagem e teores de água, observaram que a porosidade variou de 48,38 a 44,48%, com a redução do teor de água de 33,33 para 9,09% (b.u.). A variação entre porosidade encontrada por esses autores foi inferior aos valores encontrados no presente trabalho, sendo de 3,9 e 10,5, respectivamente.

Os valores de porosidade encontrados para a cultura do pinhão-manso na faixa de umidade avaliada são superiores aos encontrados na literatura para outras culturas, como trigo (ORMOND *et al.*, 2013), amendoim (ARAUJO *et al.*, 2014) e feijão (RESENDE *et al.*, 2005).

O teor de água influencia estatisticamente na esfericidade de sementes de pinhão-manso a 5% de probabilidade, sendo que com 5,0% de umidade obteve-se a maior esfericidade (63,85%) (Tabela 2) entre os teores de água avaliados. As umidades de 10,5 e 12,0% não se diferiram estatisticamente, sendo que, para esses valores, as esfericidades foram 61,73 e 61,68%, respectivamente.

Tabela 2. Análises dos eixos ortogonais de sementes de pinhão-manso.

Teor de Água (%)	Análises Físicas			
	Eixos Ortogonais (mm)			Esfericidade (%)
	A	B	C	
5,0	19,00 b*	11,25 a	8,35 a	63,85 a
10,5	19,83 a	11,24 a	8,23 a	61,73 b
12,0	16,96 c	9,18 b	7,35 b	61,68 b

* Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Araújo *et al.* (2014), ao avaliarem a cultura do amendoim durante a secagem, observaram que quanto à esfericidade houve um gradiente de redução dos seus valores com o decréscimo do teor água. Esses autores também observaram que a esfericidade manteve seus valores abaixo de 80%, evidenciando a incapacidade de classificação como esféricos, independente do teor de água que apresentem, assim como no presente trabalho. Enquanto que Guedes *et al.* (2011) também observaram um aumento nos valores da esfericidade nos grãos de soja em função da redução do teor de água.

Para os eixos ortogonais, houve diferença significativa para as dimensões de comprimento, largura e espessura, todos a 5% de probabilidade. O comprimento de grãos com maior dimensão (19,83 mm) foi com a umidade de 10,5%, enquanto que com uma umidade de 12% foi observado um valor de 16,96 mm, sendo que houve diferença estatística entre as 3 umidades avaliadas.

As variáveis largura e espessura tiveram comportamento semelhante, em que houve uma redução nos valores de suas dimensões na medida em que se aumentou o teor de água presente nas sementes de pinhão manso.

Ao se observar a análise de variância dos resultados de largura e espessura de sementes, nota-se que em ambos os casos não se diferiu estatisticamente os valores encontrados para as umidades de 5,0 e 10,5%, sendo que os valores analisados para largura e espessura se diferiram para a umidade de 12% com relação às demais. Os valores de espessura e largura variaram de 11,25 a 9,18% e 8,35 a 7,35%, respectivamente, em 5 e 12% de umidade.

Silva *et al.* (2014), ao estudarem o comportamento de grãos de amendoim sob diferentes teores de água, observaram que, para os valores de comprimento, largura e espessura, foram encontradas maiores dimensões nas umidades de 7,84; 8,74 e 10,50%, e também observaram que os valores de espessura são diretamente proporcionais aos teores de água presentes nos grãos de amendoim, sendo que, à medida em que se aumentou a umidade (4,5 a 10,5%), aumentaram os valores de espessura.

Resende *et al.* (2005) verificaram que os grãos de feijão apresentam variações desuniformes das suas dimensões características, sendo que, durante a secagem, contraem-se, irregularmente, nas diversas direções. Esses mesmos autores observaram que os três eixos ortogonais dos grãos de feijão diminuíram 15,76, 14,08 e 4,81%, respectivamente, para o maior, o médio e o menor eixo, com a redução do teor de água de 92% para 10% de umidade em base seca (b.s.).

Araújo *et al.* (2014) observaram que, para a espessura de grãos de amendoim, ocorre uma contração mais acentuada do produto devido à secagem, proporcionando um encolhimento de 16% nessa dimensão, enquanto o comprimento dos grãos de amendoim reduziu 8% e a largura 7%, para a mesma faixa de teor de água, sendo que esses autores avaliaram uma secagem de grãos de 56 para 3% de umidade b.s.

Conclusões

O teor de água influencia nas características físicas avaliadas de sementes de pinhão-mansão, exceto para o ângulo de repouso.

A umidade de sementes de pinhão-mansão em 5% proporciona maiores valores de esfericidade (63,85%) e porosidade (49%), enquanto para massa específica se encontra seu maior valor (434,20 kg m⁻³) na umidade de 12%.

Referências

ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANT, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 3, p. 279–286, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para Análise de Sementes*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

CHAVES, T. H.; RESENDE, O.; SIQUEIRA, V. C.; ULLMAN, R. Qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento em três ambientes. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, n.55, p.1653 – 1662, 2012.

ELIAS, M. C. *Manejo tecnológico da secagem e do armazenamento de grãos*. Pelotas: Editora Cópias Santa Cruz, 2008. v. 1. 368p.

EVENCIO, T.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO, A. A.; MAGALHÃES, H. M.; COSTA, C. A.; MARTINS, E. R. Curva de absorção de água em sementes de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.). *Revista Árvore*, v. 35, n. 2, p. 193-197, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, W. J.; BATISTA, G. T.; CASTRO, C. M.; DEVIDE, A. C. P. Biodiesel de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em países emergentes: alternativa para o desenvolvimento regional. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 9, n. 1, p. 3-16, 2013.

- GONELI, A. L. D.; CORRÊA P. C.; MAGALHÃES F. E. A.; BAPTESTINI; F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011.
- GUEDES, M. A.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; FARIAS, P. A.; NÓBREGA, A. M. M. C. Caracterização física de grãos de soja utilizando processamento digital de imagens. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, p.277-292, 2011.
- JESUS, F. F.; SOUZA, R. T. G.; TEIXEIRA, G. C. S.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A. Propriedades físicas de sementes de feijão em função de teores de água. *Engenharia na agricultura*, v. 21, n. 1, p. 9-18, 2013.
- LANARO, N.; BAJAY, L. G.; QUEIROZ, V. M. P.; PINTO, R. C. S.; LEITÃO, I. G. A.; LESSIO, B. C.; AUGUSTO, P. E. D. Determinação de propriedades físicas do feijão fradinho. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.13, n.1, p.27-35, 2011.
- NUNES, J. A. S. ; ORMOND, A. T. S. ; CANEPPELE, C. ; SILVA, S. L. S. ; JOB, M. T. . Determinação do ângulo de repouso, volume unitário, eixos ortogonais e esfericidade de trigo. *Acta Iguazu*, v. 3, n. 2, p. 77-86, 2014.
- ORMOND, A. T. S.; NUNES, J. A. S.; CANEPPELE, C.; SILVA, S. L. S.; PEREIRA, M. T. J. Análise das características físicas de sementes de trigo. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n.17, p.108-114, 2013.
- PEREIRA, M. T. J.; CANEPPELE, C.; SILVA, S. L. S.; NUNES, J. A. S.; ORMOND, A. T. S. Propriedades físicas de marcas comerciais de milho pipoca: grão e estourada. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 2525-2532, 2014.
- POHNDORF, R. S.; KLEIN, B.; NASCIMENTO, B. C.; RUTZ, D.; FOGUESATTO, R. J.; ELIAS, M. C. Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. Pelotas. RS, 2011. In: ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO - UFPEL, 13, 2011, Pelotas, RS. *Anais*. Pelotas: UFPel, 4p.
- RESENDE, O.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; CECON, P. R. Forma, tamanho e contração volumétrica do feijão (*Phaseolus vulgaris*L.) durante a secagem. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v. 7, n. 1, p. 15-24, 2005.
- RESENDE, O.; ULLMANN, R.; SIQUEIRA, V. C.; CHAVES, T. H.; FERREIRA, L. U. Modelagem matemática e difusividade efetiva das sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas*L.) durante a secagem. *Engenharia Agrícola*, v. 31, n. 6, p.1123-1135, 2011.
- RUFFATO, S.; CORRÊA, P. C.; MARTINS, J. H.; MANTOVANI, B. H. M.; SILVA, J. N. Influência do processo de secagem sobre a massa específica aparente, massa específica

unitária e porosidade de milho-pipoca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.45-48, 1999.

SANTOS, C. C.; CANEPPELE, C.; BONFIM-SILVA, E. M.; CORDOVA, N. R. M. Massa específica e porosidade de grãos pelo método de complementação de líquidos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n.15, p. 1178-1184, 2012.

SILVA, H. P.; NEVES, J. M. G.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-manso. *Caatinga*, v. 21 n. 5 (Número Especial), p. 178-184, 2008.

SILVA, J. S. *Secagem e armazenagem de produtos agrícolas*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 559 p.

SILVA, S. D.; ALVES, J. M.; MESQUITA, G. M.; LEANDRO, W. M. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular do pinhão manso (*Jatropha curcas*L.) e crambe (*Crambe abyssinica*Hochst). *Global Science and Technology*, v. 05, n. 02, p. 87 – 97, 2012.

SILVA, S. L. S.; CANEPPELE, C.; PEREIRA, M. T. J.; NUNES, J. A. S.; ORMOND, A. T. S. Propriedades físicas do amendoim em função dos teores de água dos grãos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 10, n. 18, p. 2518-2524, 2014.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Propriedades físicas dos frutos de pinhão-manso durante a secagem. *Global Science and Technology*, v. 05, n. 01, p. 83-92, 2012a.

SIQUEIRA, V. C.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H. Propriedades físicas das sementes de pinhão-manso ao longo da secagem em diferentes temperaturas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, Suplemento 1, p. 2705-2714, 2012b.

Leguminosa forrageira Estilosantes Campo-Grande submetida à calagem em Latossolo do cerrado mato-grossense

Forage Legume *Stylosanthes* Campo Grande submitted to the liming in cerrado Oxisol of Mato Grosso state

Ellen Cristina Alves de Anicésio¹; Edna Maria Bonfim-Silva²; Jakeline Rosa de Oliveira³; Christiane Kamila Bosa⁴; Tonny José Araújo da Silva⁵

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis, MT. E-mail: ellencristinaa@hotmail.com

² Professora Doutora da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Rondonópolis, MT. E-mail: embomfim@hotmail.com

³ Mestranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis, MT. E-mail: jakeliner.oliveira@hotmail.com

⁴ Mestranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Rondonópolis, MT. E-mail: chriskkbosa@hotmail.com

⁵ Professor Doutor da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus de Rondonópolis, MT. E-mail: tonnyjasilva@hotmail.com

Resumo: O uso de leguminosas desponta como uma alternativa para recuperação da produtividade nos diversos sistemas agrícolas da região do Cerrado do Brasil. Entretanto, para um adequado estabelecimento e uma elevada persistência das leguminosas forrageiras, é necessário que as condições de fertilidade do solo sejam favoráveis, especialmente com relação à acidez e ao fornecimento de nutrientes. Assim, objetivou-se avaliar as características estruturais e produtivas da leguminosa forrageira Estilosantes cv. Campo Grande (*Stylosanthes spp.* cv. Campo Grande), submetida a níveis de saturação por bases (V%) em Latossolo Vermelho de Cerrado. O experimento foi realizado em casa de vegetação. Os tratamentos consistiram em cinco saturações por base V(%): 9,8 (caracterização natural do solo); 15; 30; 45 e 60, com sete repetições em delineamento experimental inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão a 5% de probabilidade pelo programa estatístico Sisvar. Para as variáveis número e massa seca de nódulos e massa seca de raiz, não houve diferença significativa ($p>0,05$) em função dos níveis de saturação por bases. Houve efeito significativo no comprimento do folíolo, número de inflorescência e massa seca da parte aérea, ajustando-se a modelo linear de regressão com incremento de 26,27; 20,0; 52,47 e

34,95%, respectivamente, quando comparado à saturação por bases de 60% com a saturação por bases natural do solo ($V\%=9,8$). O pH do solo foi descrito por modelo linear de regressão, observando-se incremento em unidade de pH de 0,794 quando comparado à maior saturação por bases (60%) com a saturação por bases natural do solo. A leguminosa forrageira estilosantes cv. Campo Grande respondeu linearmente a saturações por bases até 60% em Latossolo Vermelho de Cerrado.

Palavras-chave: calcário. *Stylosanthes* spp. pH do solo.

Abstract: The use of legumes is emerging as an alternative to recovery of agricultural productivity in the various systems of the Cerrado region of Brazil. However, for proper establishment and high persistence of forage legumes, it is necessary that the conditions of soil fertility are favorable, especially with regard to acidity and nutrient supply. Thus, the objective of this work was to evaluate the structural and productive characteristics of the forage legume Estilosantes cv. Campo Grande (*Stylosanthes* spp. Bhp. Campo Grande) subjected to base saturation levels (V%) in Cerrado Oxisol. The experiment was conducted in a greenhouse. The treatments consisted of five saturations based V (%): 9.8 (natural soil characterization); 15; 30; 45 and 60, with seven replicates in a completely randomized experimental design. The results were subjected to analysis of variance and regression test at 5% probability by Sisvar statistical program. For index variable number and dry weight of nodules and root dry weight, there was no significant difference ($p>0.05$) according to the level of saturation. There was a significant effect on leaves length, inflorescence number and dry weight of shoot, adjusting the linear regression model with an increment of 26.27; 20.0; 52.47 and 34.95%, respectively, when compared to base saturation of 60% saturation with natural soil base ($V = 9.8\%$). Soil pH was described by linear regression model, observing increment of 0.794 pH units compared to higher saturation (60%) to the naturally saturation soil base. The forage legume *Stylosanthes* cv. Campo Grande responded linearly to base saturations up to 60% in the Cerrado Oxisol.

Keywords: Limestone. *Stylosanthes* spp. Soil pH.

Introdução

Uma forma de assegurar a qualidade das pastagens é a introdução de leguminosas forrageiras em consórcio com essas gramíneas. Dentre as diversas espécies de leguminosas adaptadas à região do Cerrado, destacam-se as do gênero *Stylosanthes* (OLIVEIRA *et al.*, 2011; BABILÔNIA, 2013), por sua ampla adaptação e resistência a condições de solo de baixa fertilidade natural, sendo mais competitiva que outras culturas, quando em pastagens consorciadas com gramíneas (EMBRAPA, 2007).

A forrageira estilosantes Campo Grande, capaz de realizar a fixação biológica de N, por meio da simbiose com as bactérias do gênero *Rhizobium*, representam uma importante fonte desse nutriente para o sistema e de forragem de alta qualidade para produção animal (LOPES *et al.*, 2011). Entretanto, para um adequado estabelecimento e elevada persistência das leguminosas forrageiras, é necessário que as condições de fertilidade do solo sejam favoráveis, especialmente com relação à acidez e ao fornecimento de nutrientes.

Segundo Fageria e Stone (1999), a acidez do solo é um dos fatores que mais limita a produtividade das culturas, como é o caso dos solos de Cerrado, que são altamente intemperizados. Assim, a ocorrência de solos ácidos é um dos principais

problemas da fertilidade do solo, pois promove desordem nutricional nas leguminosas forrageiras.

A correção da acidez do solo por meio da calagem é uma prática de manejo do solo que pode melhorar o desempenho produtivo das leguminosas forrageiras, contribuindo para a melhoria da qualidade das pastagens. Assim, a calagem é a maneira mais fácil e menos onerosa de elevar o pH do solo, visto ser o calcário o material disponível em maior quantidade no país (ERNANI, 2008).

Embora o Estilosantes seja uma espécie bem adaptada à acidez dos solos da região dos Cerrados, produzindo bem em solos cuja saturação por bases, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, esteja entre 30% e 35% (EMBRAPA, 2007), seu potencial máximo de produção poderia ser alcançado em valores de saturação por bases do solo acima desse valor mencionado.

Assim, objetivou-se avaliar as características estruturais e produtivas da leguminosa forrageira Estilosantes cv. Campo Grande, sem inoculação das sementes, submetida a níveis de saturação por bases (V%), em Latossolo Vermelho de Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de abril a julho de 2013, realizado em ambiente protegido na Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, campus de Rondonópolis, com coordenadas geográficas de 16°28' Latitude Sul, 50°34' Longitude Oeste e altitude de 284 m.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições. A espécie utilizada no estudo foi a leguminosa forrageira estilosantes Campo Grande (*Stylosanthes spp.* cv. Campo Grande). A necessidade de calagem foi feita pelo método de saturação por bases (SOUSA e LOBATO, 2002). Os tratamentos consistiram em cinco saturações por bases V(%): 9,8 (caracterização do solo); 15; 30; 45 e 60.

Cada parcela foi constituída de um vaso com capacidade de 3,4 dm³ com duas plantas. O solo utilizado no experimento foi o Latossolo Vermelho proveniente de uma área sob vegetação nativa, coletado na camada de 0 a 0,20 m, cuja caracterização química e granulométrica foi realizada de acordo com a Embrapa (1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica do solo.

pH	P	K	Ca	Mg	H	Al	SB	CTC	V	M.O.	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%	g dm ⁻³		g kg ⁻¹	
4,1	2,4	28	0,3	0,2	4,2	1,1	0,6	5,9	9,8	22,7	549	84	367

Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 4 mm e transferido para os vasos. O pH do solo foi corrigido com a incorporação de calcário dolomítico (PRNT = 80,3%), elevando-se a saturação por bases ao nível correspondente a cada tratamento.

Após a calagem, o solo presente em cada vaso foi umedecido a 60% da capacidade de campo e permaneceu incubado por 30 dias.

Após a incubação com calcário para correção da acidez do solo, foi realizada a adubação básica de plantio, em que foram incorporados ao solo na forma sólida e granular 100 e 50 mg dm⁻³ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente, nas formas de superfosfato simples e cloreto de potássio. Realizou-se a semeadura e, após 30 dias dessa ocasião, foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

Após o período de cultivo de 70 após a semeadura (DAS), foram medidos o comprimento do folíolo e o pH do solo. Foram contadas as inflorescências presentes nas plantas de cada unidade experimental. O comprimento do folíolo foi determinado utilizando um paquímetro digital. O pH do solo foi realizado pela coleta de terra de todas as parcelas por ocasião do corte das plantas (70 DAS) de acordo com Embrapa (1997).

O corte da parte aérea das plantas foi realizado rente ao solo. As raízes foram coletadas, lavadas sobre peneira de 2 mm de lado e, posteriormente, os nódulos foram retirados e contados. Todo o material coletado foi acondicionado em saco de papel e submetido à secagem em estufa de circulação de ar, a 65°C por 72 horas, e, em seguida, foi pesado.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância e teste de regressão a 5% de probabilidade.

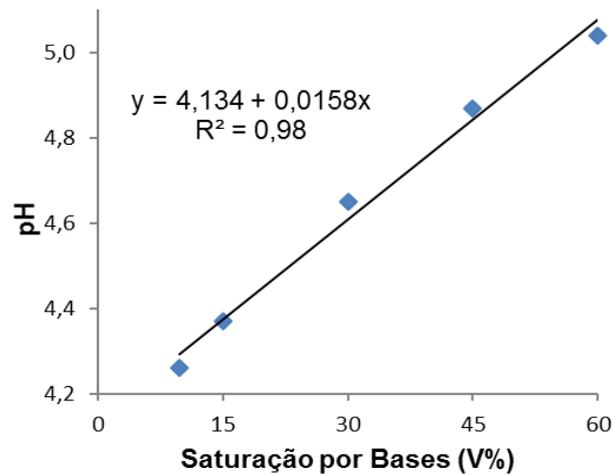
Resultados e Discussão

Os níveis de saturação por bases influenciaram significativamente o pH do solo, o comprimento dos folíolos, o número de inflorescência e a massa seca da parte aérea. Entretanto, para as variáveis número e massa seca de nódulos e massa seca de raiz, não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em função dos níveis de saturação por bases.

O pH do solo foi descrito por modelo linear de regressão, observando-se incremento em unidade de pH de 0,794 quando comparado a saturação por bases de 60% com a saturação por bases natural do solo ($V\% = 9,8$) (Figura 1).

Esse resultado corrobora com Araújo, Demattê e Garbuio (2009), que, trabalhando em casa de vegetação com Latossolo vermelho e doses de calcário, observaram aumento significativo no valor do pH do solo. Fageria (2001), estudando a resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por bases em solo de cerrado, também encontrou aumento significativo nessa propriedade química do solo com aplicação de calcário.

Figura 1: pH do solo em função dos níveis de saturação por bases aos 70 DAS em Latossolo Vermelho.

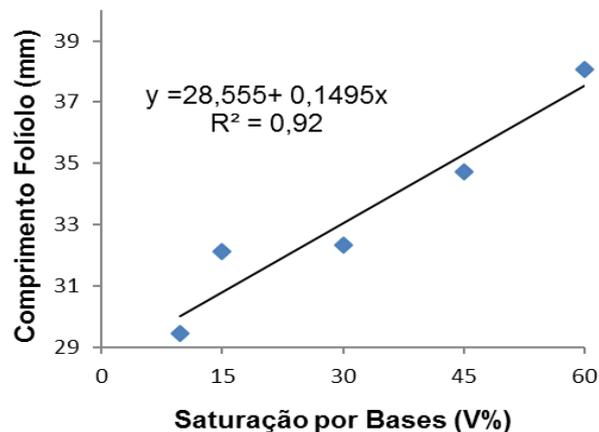


Resultados similares foram obtidos por Quaggio *et al.* (1985) que, avaliando a calagem para rotação de feijão-milho em Iguape-SP, verificaram que a elevação da saturação por bases a aproximadamente 50% foi suficiente para manter o pH a 4,9. Nolla (2003) obteve pH em CaCl₂ de 4,6, elevando a saturação por bases a 50% em um Latossolo Vermelho distrófico, valor inferior ao obtido no presente estudo, em que foi observado pH do solo de 4,9 com saturação por bases de 50%.

A calagem, além de adicionar os íons Ca e Mg à solução do solo, também promove aumento na mineralização da matéria orgânica e na capacidade de troca de cátions, contribuindo para o aumento da concentração dos ânions (OH⁻, HCO₃⁻) em solução, aumentando, dessa forma, unidades de pH (MOREIRA e FAGERIA, 2010).

O comprimento do folíolo ajustou-se ao modelo linear de regressão (Figura 2), indicando a possibilidade de crescimento acima do observado, desde que seja suprida a saturação por bases necessária. Verifica-se incremento de 20% quando comparado à saturação por bases de 60% com a saturação por bases natural do solo (V%=9,8).

Figura 2: Comprimento do folíolo de plantas de estilosantes campo grande em função dos níveis de saturação por bases em Latossolo Vermelho.

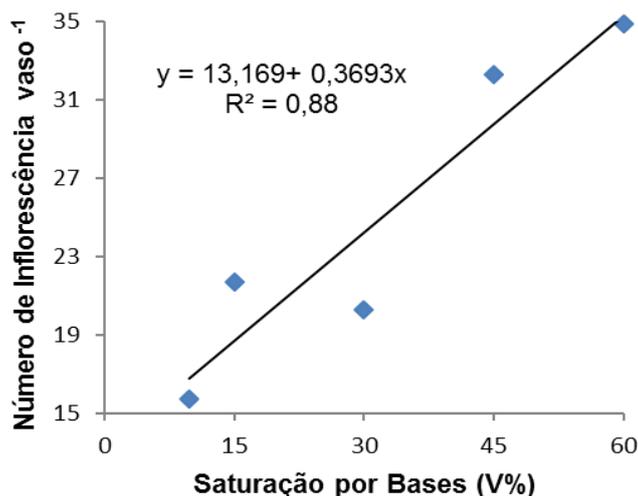


O incremento proporcional do comprimento dos folíolos em função dos níveis de saturação por bases observadas nesse trabalho pode ser decorrente da diminuição da acidez do solo e fornecimento do cálcio e magnésio (ERNANI, 2008), bem como a maximização da absorção de outros macro e microminerais essenciais à planta, como já demonstrado para outras leguminosas forrageiras (GOMES *et al.*, 2002).

A redução no tamanho das folhas é um indicativo de redução da área foliar (SILVA, 2002), assim, é possível inferir que a elevação da saturação por bases contribuiu para aumento da área foliar, pois o cálcio, presente no calcário, é um nutriente fundamental para a obtenção de plantas com maior área foliar, estabelecendo condições para alta atividade fotossintética, visando à produção de massa foliar (RODRIGUES *et al.*, 1993).

O número de inflorescência do Estilosantes por vaso ajustou-se ao modelo linear de regressão, sendo a produção proporcional ao aumento da saturação por bases (Figura 3).

Figura 3: Número de inflorescências de estilosantes Campo Grande em função de níveis de saturação por bases em Latossolo Vermelho.



Houve um incremento de 52,47% no número de inflorescência quando comparado à maior saturação por bases (60%) com a saturação natural (9,8 %). Esse resultado ocorreu, possivelmente, devido aos níveis elevados de saturação por bases aumentarem a disponibilidade dos micronutrientes e macronutrientes no solo como fósforo (CARVALHO *et al.*, 1988) que atua no processo de formação de açúcares, para haver uma boa floração e para que a planta cresça mais rapidamente (MALAVOLTA, 1980; RAIJ, 1991).

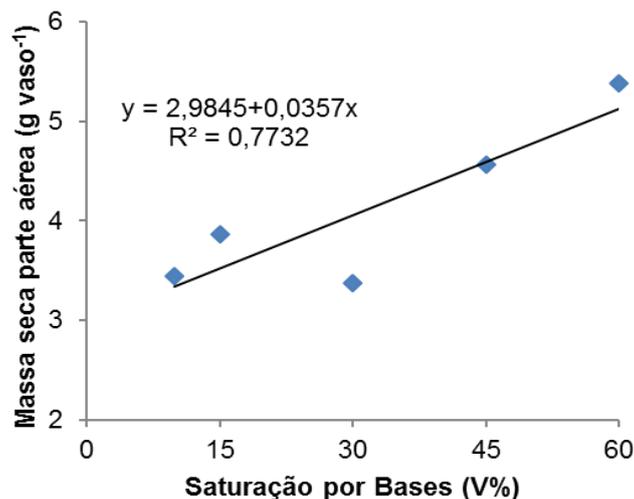
O Estilosantes cv. Campo Grande apresentou o início da floração aos 57 dias após a semeadura, diferindo dos resultados obtidos por Quadros *et al.* (2004) que, trabalhando com cv. Mineirão em campo, verificaram florescimento tardio, ocorrendo seis meses após a semeadura.

A floração precoce pode ter ocorrido devido ao experimento ter sido conduzido em casa de vegetação, o que acelera o metabolismo vegetal, devido às altas

temperaturas que influenciam a planta tanto nos estádios vegetativos quanto nos reprodutivos. Durante o dia, a planta realiza a fotossíntese e acumula os carboidratos sintetizados (fotossintatos) nas folhas, e à noite metaboliza e transporta esses produtos para os pontos de crescimento da planta. Porém, sob alta temperatura acentua-se o processo de respiração da planta, em prejuízo de ambos processos de fotossíntese e de translocação dos fotossintatos, resultando em menor crescimento e aceleração do processo reprodutivo (RODRIGUES *et al.*, 2001).

No que se refere à massa seca da parte aérea, o Estilosantes Campo Grande apresentou ajuste ao modelo linear de regressão (Figura 4), havendo um incremento de 34,95% quando comparado à maior saturação por bases (60%) com a saturação natural do solo (9,8%).

Figura 4: Massa seca da parte aérea de Estilosantes Campo Grande em função de níveis de saturação por bases em Latossolo Vermelho.



Assim, como observado no presente estudo, Paulino *et al.* (2008) encontraram que o *Stylosanthes capitata* respondeu positivamente à aplicação de calcário para a quantidade proposta para elevação da saturação por bases a 60%.

Esses resultados evidenciam que, embora o gênero Estilosantes seja conhecido como planta adaptada a solos ácidos e de baixa fertilidade (SOUZA *et al.*, 1983), o Estilosantes Campo Grande, cultivado em solo do Cerrado, respondeu à aplicação de calcário de forma linear crescente à massa seca da parte aérea.

Taiz e Zeiger (2004) afirmam que o cálcio, proveniente da calagem, participa como ativador enzimático (complexo Ca-calmodulina) no processo de crescimento da membrana plasmática das células, através de bombas de Ca⁺² situadas entre o tonoplasto e a membrana, portanto, com o aumento da concentração de Ca nos solos, pode-se levar a ganhos na produção de matéria seca.

Desse modo, os ganhos com os tratamentos são influenciados pelos teores de Mg no solo e absorvidos pela planta, pois esse elemento participa estruturalmente da molécula de clorofila, importantíssima na maquinaria fotossintética da planta

(MENGEL e KIRKBY, 1987), refletindo em maior acúmulo de massa seca da parte aérea.

Conclusão

A leguminosa forrageira Estilosantes cv. Campo Grande responde positivamente à calagem até níveis superiores a 60% de saturação por bases em Latossolo Vermelho de Cerrado.

Referências

ARAÚJO, S.; DEMATTÊ, J. A. M.; GARBUIO, F. J. Aplicação de calcário com diferentes graus de reatividade: alterações químicas no solo cultivado com milho. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 33, p. 1764-1764, 2009.

BABILÔNIA, J. L. *Pastagens consorciadas, estoques de carbono e nitrogênio, produtividade e persistência de leguminosas*. 2013. 159 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

CARVALHO, M.M.; SARAIVA, O.F.; OLIVEIRA, F.T. E MARTINS, C. E. Respostas de leguminosas forrageiras à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.12, n. 2, p. 153-159, 1988.

EMBRAPA GADO DE CORTE. *Cultivo e uso do Estilosantes Campo Grande*. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2007. 11p. (Comunicado Técnico, 105).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual de métodos de análises de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

ERNANI, P. R. *Química do solo e disponibilidade de nutrientes*. Lages: UDESC, 2008. 230p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. *Manejo da acidez dos solos de Cerrado e de várzea do Brasil*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 1999.

FAGERIA, N.K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.416-424, 2001.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*. Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

GOMES, F.T.; BORGES, A.C.; NEVES, J.C.L.; FONTES, P.C.R. Nodulação, fixação, de nitrogênio e produção de matéria seca de alfafa em resposta a doses de calcário, com

diferentes relações cálcio: magnésio. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.6, p.925-930, 2002.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; FORTES, C.A.; PINTO, J.C.; FURTINI NETO, A. E.; SOUZA, R.M. Nodulação e produção de raízes do estilosantes mineirão sob efeito de calagem, silicatagem e doses de fósforo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 99-107, 2011.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. *Principles of plant nutrition*. Bern: International Potash Institute, 1987. p.525-536: Zinc.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N.K. Liming influence on soil chemical properties, nutritional status and yield of alfalfa grown in acid soil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1231-1239, 2010.

NOLLA, A. *Critérios para a calagem no sistema plantio direto*. 2003. 168p. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

OLIVEIRA, I. P.; ARANTES, H. M.; COSTA, K. A. P. Produção e germinação de sementes do estilosantes em função da época de colheita. *Revista Faculdade Montes Belos*, v. 4, n. 2, 2011.

PAULINO, V. T.; COLOZZA, M. T.; OTSUK, I. P. Respostas de *Stylosanthes capitata* vogel à aplicação de nutrientes e doses de calcário em solo de cerrado. *Boletim Indústria Animal*, N. Odessa, v.65, n.4, p.275-281, 2008.

QUADROS, D.G.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D.R.; RAMOS, A.K.B.; PAROLIN, F.J.T. acúmulo de massa seca e dinâmica do sistema radicular do estilosante mineirão submetido a duas intensidades de desfolhação. *Revista Ciência Animal Brasileira*. v. 5, n. 3, p. 113-122, 2004.

QUAGGIO, J. A. *et al.* Calagem para a rotação feijão-milho verde em solo orgânico do vale do rio Ribeira de Iguape (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 09, n. 03, p. 255-261, 1985.

RAIJ, B. Van. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo, Piracicaba: Ceres, Potafós, 1991. 343p.

RODRIGUES, J.D.; RODRIGUES, S.D. DELACHIAVE, M.E.A.; PEDRAS, J.F.; BOARO, C.S.F.; ONO, E.O. Influência de diferentes níveis de cálcio em plantas de estilosantes (*Stylosanthes guyanensis* (Aubl.) Sw. cv. Cook), avaliados através de alguns parâmetros fisiológicos. *Scientia agricola*, Piracicaba, v.50, n.1, p.45-57, 1993.

RODRIGUES, O. *et al.* Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, mar. 2001.

SILVA, E. C. *Ecofisiologia de quatro espécies lenhosas ocorrentes no nordeste, submetidas a estresse hídrico*. 2002. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2002.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. *Cerrado: correção do solo e adubação*. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2002. 416p.

SOUZA, F.B.; ANDRADE, R.P.; THOMAS, D. Estilosantes cv. Bandeirante um leguminosa para a região dos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 18, n.3, p. 319-20, 1983.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.

Produção de rabanete submetido à adubação fosfatada

Radish production subjected to phosphate fertilization

João Angelo Silva Nunes¹; Edna Maria Bonfim-Silva²; Julio Cezar Fornazier Moreira³

¹ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-Rondonópolis). E-mail: joaoangelo_jaciara@hotmail.com

² Professor adjunto, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-Rondonópolis). E-mail: embonfim@hotmail.com

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT-Rondonópolis).

Resumo: O rabanete é uma importante cultura para diversificação dos cultivos em pequenas propriedades. Objetivou-se avaliar o crescimento de plantas de rabanete submetido a doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320 e 400 mg dm⁻³ de P₂O₅). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Rondonópolis, em vasos de 2 dm³ preenchidos com solo coletado na camada de 0-0,2 m. As plantas foram colhidas aos 30 dias após semeadura, sendo avaliados altura, número de folhas, índice de clorofila Falker, diâmetro dos tubérculos, massa fresca dos tubérculos e massa seca da parte aérea e de tubérculos. As variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste de F até 5% de probabilidade e, quando significativo, foi empregado o estudo de regressão por meio do programa estatístico SISVAR. Todas as variáveis ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, em que os melhores resultados foram proporcionados pelas doses de P₂O₅ entre 245 e 284,6 mg dm⁻³. A adubação fosfatada influencia positivamente nas características produtivas e nutricionais do rabanete cultivado em Latossolo vermelho de Cerrado.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. Manejo da adubação. *Raphanus sativus*.

Abstract: Radish is an important crop for diversification of crops on small farms. The objective of this paper was to evaluate the growth of radish plants subjected to doses of phosphorus (0, 80, 160, 240, 320 and 400 mg dm⁻³ of P₂O₅). The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Mato Grosso, Campus Rondonópolis in pots filled with 2 dm³ soil collected in the 0-0.2 m layer. Plants were harvested 30 days after sowing, when we evaluated height, number of leaves and chlorophyll index Falker, tuber diameter, tuber fresh weight and dry weight of shoots and tubers. The variables were subjected to analysis of variance by F test up to 5% probability and significant when the regression analysis was employed through SISVAR statistical program. All variables set to the quadratic regression model, where the highest values were observed at doses of P₂O₅ between 245 and 284.6 mg dm⁻³. Phosphorus fertilization positively influences the production and nutritional characteristics of radish grown in Cerrado Oxisol.

Keywords: Soil fertility. Fertilizer management. *Raphanus sativus*.

Introdução

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é originário da região mediterrânea (RODRIGUES *et al.*, 2013), de porte reduzido e produz raízes globulares, de coloração escarlate-brilhante e polpa branca (LINHARES *et al.*, 2011). A área cultivada com hortaliças no Brasil até o ano de 2010 estava em cerca de 779 mil hectares, com uma produção de 17 milhões de toneladas por ano. Entre 1990 e 2006 o crescimento na produção de hortaliças cresceu 63%, principalmente devido ao aumento da produtividade e da demanda, que foi em torno de 54% para o mesmo período (KOETZ *et al.*, 2013).

Devido ao seu rápido desenvolvimento, o rabanete requer altos níveis de fertilidade do solo, demandando grandes quantidades de nutrientes em um curto período de tempo, em função disso, problemas nutricionais dificilmente podem ser corrigidos dentro do ciclo de cultivo (COUTINHO NETO *et al.*, 2010). O fósforo é reconhecidamente um dos elementos mais importantes para o metabolismo vegetal, desempenhando papel essencial no estabelecimento e desenvolvimento das plantas, pois propicia efeitos benéficos tanto no sistema radicular quanto na parte aérea (PRATES *et al.*, 2012).

Os Latossolos localizados em áreas de Cerrado geralmente apresentam baixos teores de fósforo, devido a sua natureza química e mineralógica, razão pela qual a adubação fosfatada torna-se necessária para garantir a produtividade das culturas (PRADO; FERNANDES e ROQUE, 2001).

A absorção de fósforo pelas hortaliças é geralmente baixa, principalmente se comparadas ao nitrogênio (CARDOSO; HIRAKI, 2001) e ao potássio (COUTINHO NETO *et al.*, 2010). Entretanto, mesmo requerendo baixos níveis de fósforo, os teores encontrados no solo não são suficientes para atender às necessidades das culturas. Fato esse demonstrado por Narloch *et al.* (2002), quando evidenciaram respostas positivas de plantas de rabanete ao submetê-las à adubação mineral, principalmente a fosfatada.

Nesse contexto, objetivou-se pelo presente estudo avaliar o efeito da aplicação de doses de fósforo sobre a produção do rabanete cultivado em Latossolo Vermelho de Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de abril a junho de 2013, com delineamento experimental inteiramente casualizado, com doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320, 400 mg dm⁻³ de P₂O₅) e seis repetições, utilizando-se como fonte de fósforo o superfosfato simples.

O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho, proveniente de uma área de cerrado, coletado na camada de 0,0-0,2 m, cujas características químicas e granulométricas foram analisadas de acordo com Embrapa (1997) (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e granulométricas do Latossolo Vermelho utilizado, coletado na camada de 0,0-0,2 m

pH	P	K	Ca	Mg	AL	H	SB	CTC	V	MO	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	mg dm ⁻³	dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				----- % -----			g dm ⁻³	-----g kg ⁻¹ -----		
4,1	2,4	28	0,3	0,2	1,1	4,2	0,6	5,9	9,8	22,7	549	84	367

Após a coleta, o solo foi peneirado em malha de 4 mm e acondicionado em vasos com capacidade de 2 dm³. A calagem foi realizada com o intuito de elevar a saturação por bases a 80%, utilizando-se calcário dolomítico (PRNT 80,2). Durante o período de incubação, a umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo por 30 dias.

Foram incorporadas ao solo, por ocasião da semeadura, as diferentes doses de fósforo (0, 80, 160, 240, 320, 400 mg dm⁻³ de P₂O₅) juntamente com a dose de potássio (K₂O) de 100 mg dm⁻³, utilizando-se como fonte o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente.

O plantio foi realizado por meio de semeadura direta, utilizando sementes de rabanete cultivar Crimson Giant. Foram semeadas 5 sementes por vaso, a uma profundidade de 2 cm. Aos sete dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando duas plantas em cada vaso.

A adubação nitrogenada foi parcelada em duas aplicações de cobertura, aos 7 e 14 dias após a emergência (DAE), cada uma dose de N de 50 mg dm⁻³, utilizando com fonte ureia (45% de N). A aplicação de micronutrientes (Cobre e Boro) foi realizada aos 14 DAE, com 4 e 2 mg dm⁻³, tendo como fonte sulfato de cobre e ácido bórico, respectivamente. Durante toda condução do experimento, a umidade das unidades experimentais foi mantida a 80% da capacidade máxima de retenção de água, pelo método gravimétrico.

Os parâmetros altura das plantas e número de folhas foram avaliados aos 30 DAE. A altura das plantas foi avaliada utilizando-se régua graduada, considerando a distância entre o colo da planta até o ápice da folha mais alta, e a determinação do índice de clorofila foi realizada aos 20 DAE, com auxílio de clorofilômetro ClorofiLOG® modelo CFL 1030.

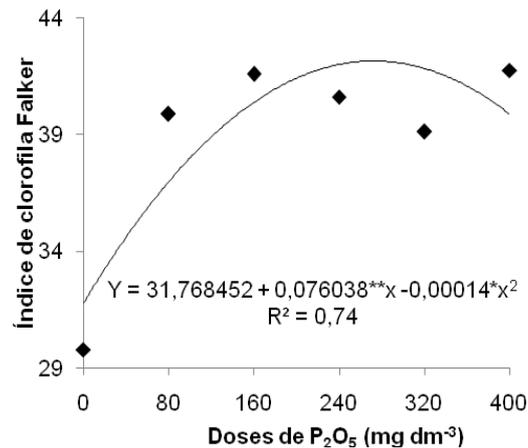
Na ocasião da colheita (30 DAE), foi realizada a separação das plantas em parte aérea e raízes. Logo após, foi realizada a determinação do diâmetro das raízes com auxílio de paquímetro. As raízes foram pesadas em balança semianalítica para determinação da massa fresca de raízes. Para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65°C, até atingir massa constante.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância e ao teste de regressão, ambos a 5% de probabilidade, por meio do software Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

O índice de clorofila Falker realizado aos 20 DAE apresentou ajuste ao modelo quadrático de regressão para as doses de fósforo (P_2O_5), em que sua maior leitura (42,09) foi obtida com a dose de 271,56 $mg\ dm^{-3}$ de P_2O_5 (Figura 1).

Figura 1: Índice de clorofila Falker em plantas de rabanete em função de doses de fósforo (P_2O_5) aos 20 dias após emergência. * Significativo a 0,01 de probabilidade.



Conduzindo experimento com rúcula, Koetz *et al.* (2012) observaram ajuste quadrático ao modelo de regressão, quando submeteram as plantas a doses de fósforo que variaram de 0 a 500 $mg\ dm^{-3}$ P_2O_5 , sendo que a dose de 493,86 $mg\ dm^{-3}$ proporcionou o maior índice de clorofila (50,85).

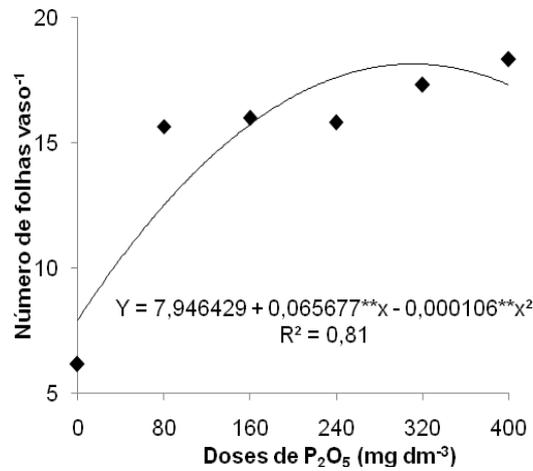
A leitura do índice de clorofila se correlaciona positivamente com os teores de nitrogênio nas folhas e são indicadores desse nutriente na cultura (PORTO *et al.*, 2011). Segundo Zotarelli *et al.* (2003), essa correlação ocorre devido ao fato de a grande parte do nitrogênio contido nas folhas ser integrante das enzimas que estão associadas aos cloroplastos e que participam da síntese de moléculas da clorofila.

De acordo com Bonfim-Silva *et al.* (2012), é importante relacionar a medida do clorofilômetro com a disponibilidade de outros nutrientes, além do nitrogênio, pois a deficiência de fósforo afeta o crescimento da planta e provoca menor emissão de folhas, com menor área foliar, o que limita a captação da radiação solar e, conseqüentemente, menor produção de fotoassimilados (BONFIM-SILVA *et al.*, 2011).

Prado e Vale (2008) encontraram efeitos positivos na interação entre doses de fósforo e nitrogênio sobre a medida indireta do teor de clorofila. Tal efeito se deve ao papel do fósforo na nutrição das plantas, por meio da participação do trifosfato de adenosina (ATP), beneficiando o processo ativo de absorção do nitrogênio, com reflexos no índice de clorofila (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

O número de folhas do rabanete ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, atingindo a máxima produção (18 folhas) com a dose de fósforo de 309,80 $mg\ dm^{-3}$, resultando em um incremento de 55,5% em relação à testemunha, que teve uma produção de 8 folhas por vaso (Figura 2).

Figura 2: Número de folhas de rabanete em função de doses de fósforo (P_2O_5) aos 30 dias após emergência. * Significativo a 0,01 de probabilidade.

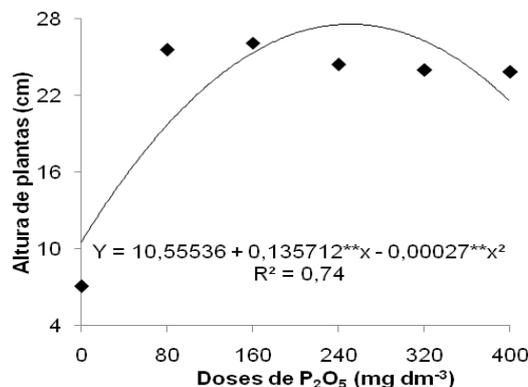


Oliveira *et al.* (2010), cultivando rabanete em Latossolo Vermelho Amarelo, verificaram ajuste ao modelo quadrático de regressão para produção de folhas em função das doses de fósforo, porém encontraram máxima produção com $471,33\ mg\ dm^{-3}$ de P_2O_5 . Koetz *et al.* (2012) observaram diferença significativa na produção de folhas na cultura da rúcula, com a máxima produção na dose de $316,4\ mg\ dm^{-3}$ (P_2O_5), incrementando em 48,44% a produção de folhas em relação à ausência de adubação fosfatada.

As baixas produções de folhas encontradas em plantas submetidas à ausência de fósforo, possivelmente ocorreram devido à deficiência nutricional de fósforo retardar o crescimento vegetal, pois esse nutriente possui importante papel na nutrição da planta, ligado à função estrutural e ao processo de transferência e armazenamento de energia (MALAVOLTA *et al.*, 1989).

A altura de plantas foi afetada significativamente pelas doses de fósforo, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão (Figura 3). A máxima altura de plantas foi atingida com a dose de fósforo de $251,32\ mg\ dm^{-3}$, que proporcionou 27,61 cm, resultando em um incremento de 61,7% em relação à ausência de adubação fosfatada.

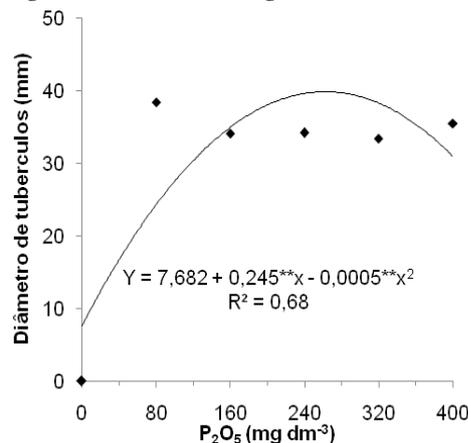
Figura 3: Altura de plantas de rabanete em função de doses de fósforo (P_2O_5) 30 dias após emergência. * Significativo a 0,01 de probabilidade.



A redução da altura das plantas, notada após o ponto de máxima, está relacionada à alta concentração de fósforo nos tecidos das plantas, que diminui a taxa fotossintética (MORISON; BATTEN, 1986), prejudicando a formação de assimilados e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento vegetal. Mesquita Filho; Souza e Moita (1997), avaliando doses de fósforo (0, 400 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) na cultura da cenoura, sob condições de solo de Cerrado em experimento a campo, verificaram um efeito linear positivo com as doses de fósforo para a altura de plantas. Por outro lado, Avalhaes *et al.* (2009), estudando a resposta da cultura da beterraba a diferentes doses de fósforo em um Latossolo Vermelho sob condições controladas, encontraram uma resposta quadrática para a variável altura de plantas, em que a dose de fósforo (P₂O₅) que proporcionou maiores resultados foi de 732,8 mg dm⁻³.

O parâmetro diâmetro de tubérculos ajustou-se ao modelo quadrático de regressão, com incremento até a dose de fósforo (P₂O₅) de 245 mg dm⁻³, resultando em um incremento de 80% ao comparar a dose responsável pelo máximo diâmetro (37,69 mm) com o tratamento correspondente à ausência da adubação fosfatada (Figura 4).

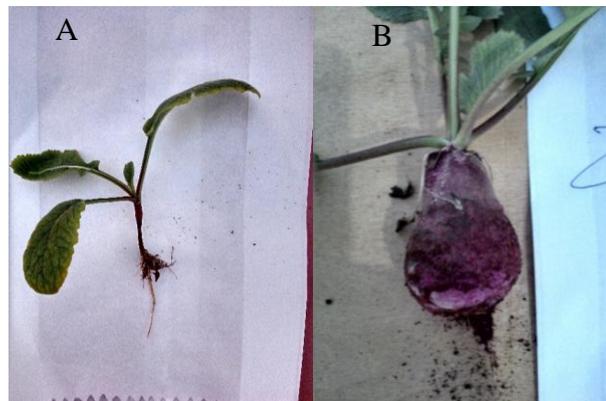
Figura 4: Diâmetro médio de raiz de plantas de rabanete em função de doses de fósforo (P₂O₅), aos 30 dias após a emergência. * Significativo a 0,01 de probabilidade.



O aumento na produção de tubérculos maiores sugere que o fósforo é um elemento importante para o desenvolvimento do tubérculo, maximizando os processos metabólicos das plantas, tais como a translocação de fotoassimilados (LUZ *et al.*, 2013). O fósforo, fornecido em quantidade adequada, desde o início do desenvolvimento nas culturas, em geral, estimula o desenvolvimento radicular e incrementa a sua produção (RAIJ, 1991).

Avalhaes *et al.* (2009), avaliando a cultura da beterraba sob condições controladas e submetida a doses de fósforo, verificaram reflexos no diâmetro da raiz tuberosa e massa fresca de raiz, relataram, também, que a ausência da adubação fosfatada comprometeu o desenvolvimento das raízes e da parte aérea, evidenciando sintomas de deficiência nas folhas. Os resultados obtidos pelos autores citados anteriormente na cultura da beterraba se correlacionam com os obtidos no presente estudo com a cultura do rabanete, sendo verificados sintomas visuais de deficiência nutricional de fósforo (Figura 5).

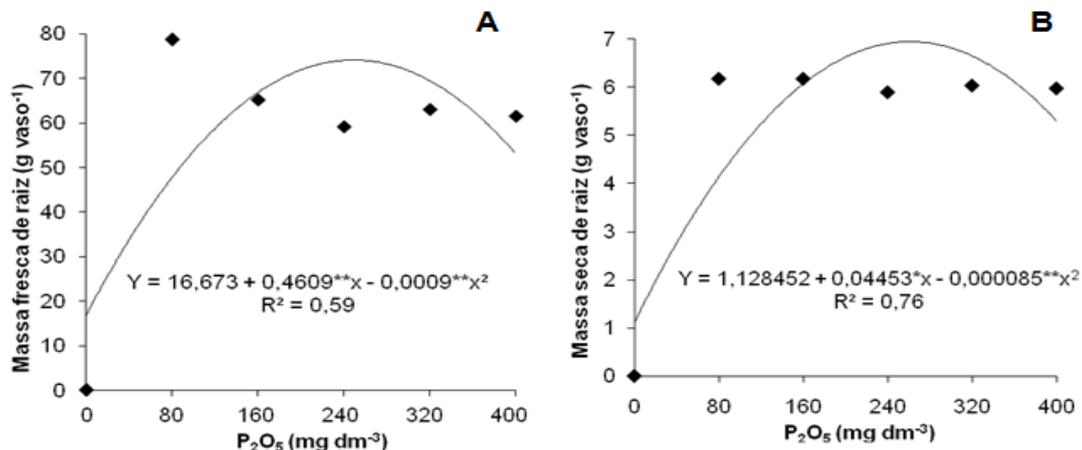
Figura 5: Sintomas visuais de deficiência de fósforo em plantas de rabanete aos 30 dias após a emergência. (A) tratamento testemunha e (B) 240 mg dm⁻³ de fósforo (P₂O₅).



A produção de massa fresca e seca de raiz foi influenciada pelas doses de fósforo aplicadas, atingindo a máxima produção com 256 e 261,9 mg dm⁻³ de P₂O₅, proporcionando incrementos de 78 e 84%, respectivamente, quando comparado à ausência da adubação fosfatada (Figuras 6A e 6B).

Figura 6: Massa fresca (A) e seca (B) de tubérculos de rabanete em função de doses de fósforo (P₂O₅), 30 dias após emergência.

** , * , Significativo a 0,01 e 0,05 de probabilidade, respectivamente.



Luz *et al.* (2013), com o objetivo de estudar o efeito de doses de adubação fosfatada em um Latossolo na cultura da batata, em condições de campo, concluíram que há um aumento na produtividade total dos tubérculos até a dose estimada aproximada de 700 kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo avaliado, nesse experimento, doses de fósforo que variaram de 0 a 800 kg ha⁻¹.

Por outro lado, Arrobas e Rodrigues (2009), também em estudos com a cultura da batata, ao avaliarem o efeito da adubação nitrogenada (0 a 400 kg ha⁻¹), fosfatada (0 a 200 kg ha⁻¹) e potássica (0 a 200 kg ha⁻¹) em um Cambissolo, não encontraram diferença significativa na produção de tubérculos para essa cultura, em que os autores explicam que a ausência de resposta à fertilização fosfatada pode ser justificada pela

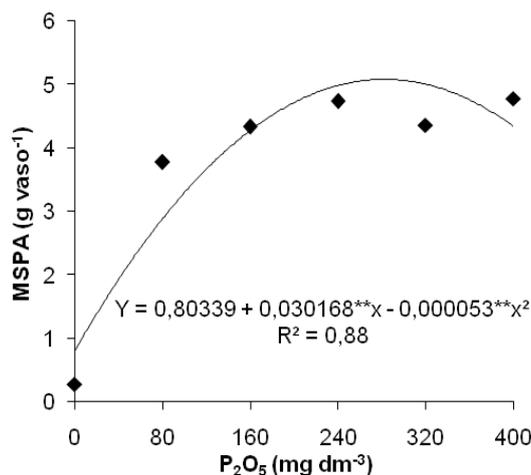
reduzida exportação e pelo fato do solo apresentar elevados níveis de fósforo disponível, enquanto que Mallmann *et al.* (2011), ao analisarem a influência da adubação com NPK na produção comercial e rentabilidade da batata em um Latossolo Bruno, observaram incremento na produção à medida que se aumentou as doses de adubação fosfatada aplicada.

Segundo Malavolta *et al.* (2002), o fornecimento de doses adequadas de fósforo estimula o desenvolvimento radicular e é importante para a floração e frutificação. Dessa forma, a discrepância encontrada nos tratamentos iniciais (ausência da adubação fosfatada e com 80 mg dm⁻³) observada em todos os parâmetros avaliados pode ser, possivelmente, devido ao fato de que os efeitos das adubações fosfatadas sobre as culturas podem ser mais acentuados em solos de baixa fertilidade natural.

A produção de massa seca da parte aérea (MSPA) apresentou resultado semelhante ao demais parâmetros discutidos anteriormente, em que a máxima produção obtida foi de 5,1 g, com a dose de fósforo de 284,6 mg dm⁻³, resultando em um incremento superior a 84% em relação à ausência da adubação fosfatada (Figura 7).

Figura 7: Massa seca da parte aérea de plantas de rabanete em função de doses de fósforo, 30 dias após a emergência.

* Significativo a 0,01 de probabilidade.



Avalhaes *et al.* (2009) também encontraram reflexos da adubação fosfatada na produção de massa seca da parte aérea na cultura da beterraba. Vários outros pesquisadores têm encontrado respostas positivas para produção de matéria seca da parte aérea para as mais variadas culturas agrícolas em função da adubação fosfatada (CESSA; MOTA e MELO, 2009; CESSA *et al.*, 2011; LANA *et al.*, 2009; POLITI; PRATO, 2009; ZUCARELLI *et al.*, 2012) nas culturas do capuchinha, sorgo, algodão, capim-Tanzânia e feijão carioca, respectivamente.

Conclusões

As maiores produções para a cultura do rabanete foram proporcionadas pelas doses de P₂O₅ entre 245 e 284,6 mg dm⁻³.

A adubação fosfatada influencia positivamente nas características produtivas e nutricionais do rabanete cultivado em Latossolo vermelho de Cerrado.

Referências

ARROBAS, M.; RODRIGUES, M. A. Efeito da adubação azotada, fosfatada e potássica na cultura da batata: Produtividade e eficiência de uso dos nutrientes. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 101-111, 2009.

AVALHAES, C. C.; PRADO, R. M.; GONDI, A. R. O.; ALVES, A. U.; CORREIA, M. A. R. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. *Scientia Agrária*, v.10, p.75-80, 2009.

BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; CABRAL, C. E. A.; GONÇALVES, J. M.; PEREIRA, M. T. J. Produção e morfologia da leguminosa Java submetida a adubação fosfatada. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.12, p. 1-10, 2011.

BONFIM-SILVA, E. M.; GUIMARÃES, S. L.; SILVA, J. R.; NEVES, L. C. R.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento e produção da crotalária adubada com fosfato natural reativo em LATOSSOLO do Cerrado. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 14, p.347-357, 2012.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.3, p.196-199, 2001.

CESSA, R. M. A.; MOTA, J. H.; MELO, E. P. Produção de capuchinha cultivada em vaso com diferentes doses de fósforo e potássio em casa de vegetação. *Global Science and Technology*, v. 02, n. 03, p. 01-07, 2009.

CESSA, R. M. A.; NOVELINO, J. O.; VITORINO, A. C. T.; MAUAD, M. Absorção de fósforo e crescimento do Sorgo em função da aplicação de silício e fósforo em Latossolo Vermelho distroférrico. *Revista de Ciências Agrárias*, v.34, n.1, p. 145-142, 2011.

COUTINHO NETO, A. M.; ORIOLI JÚNIOR, V.; CARDOSO, S. S.; COUTINHO, E. L. M. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. *Revista Núcleos*, v.7, n2, p. 105-114, 2010.

EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solo*. Centro Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

KOETZ, M.; CARVALHO, K. S.; BONFIM-SILVA, E. M.; REZENDE, C. G.; SILVA, J. C. Rúcula submetida a doses de fósforo em Latossolo Vermelho do cerrado. *Enciclopédia Biosfera*, v. 8, n. 15, p. 1554-1562, 2012.

KOETZ, M.; SANTOS, C. S. A.; BEZERRA, M. D. L.; MENEZES, P. C.; BONFIM-SILVA, E. M. Influência do volume de reposição de água no desenvolvimento e produtividade da cultura do rabanete. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, n.17, p. 1732-1743, 2013.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; PEREIRA, M. F. S.; BEZERRA, A. K. H.; PAIVA, A. C. C. Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico do rabanete. *Revista Verde*, Mossoró, v.6, n.1, p.168 - 173, 2011.

LUZ; J. M. Q.; QUEIROZ, A. A.; BORGES, M.; OLIVEIRA, R. C.; LEITE, S. S.; CARDOSO, R. R. Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 2, p. 649-656, 2013.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas*. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. *Adubos & adubações*. São Paulo. Nobel, 2002. 200p.

MALLMANN, N.; LUCCHESI, L. A. C.; DESCHAMPS, C. Influência da adubação com NPK na produção comercial e rentabilidade da batata na região Centro-Oeste do Paraná. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 4, n.3, p.67-82, 2011.

MESQUITA FILHO, M. Y.; SOUZA, A.; MOITA, A. W. Comportamento da cenoura em decorrência da aplicação de fósforo e de composto de lixo em um solo sob Cerrado. *Horticultura Brasileira*, v. 15, suplemento, 1997.

MORISON, J. I. L; BATTEN, G. D. Regulation of mesophyll photosynthesis in intact wheat leaves by cytoplasmic phosphate concentrations. *Planta*, v. 168, p. 202-206, 1986.

NARLOCH, C.; OLIVEIRA, V. L.; ANJOS, J. T.; FILHO, G. N. S. Resposta da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 6, p. 841-845, 2002.

OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, F. A. MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. L.; FREIRE, A. G. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 41, n. 4, p. 519-526, 2010.

POLITI, L. S.; PRADO, R. M. Fósforo na nutrição e produção de massa seca do capim-Tânzania. *Revista da FZVA*, v.16, n.1, p. 95-104. 2009.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos de aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p. 83-90, 2001.

PRADO, R. M.; VALE, D. W. Nitrogênio, fósforo e potássio na leitura SPAD em porta enxerto de Limoeiro-cravo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.38, n.4, p.227-232, 2008.

PRATES, F. B. S.; LUCAS, C. S. G.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; FERNANDES, L. A.; JUNIO, G. R. Z. Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 2, p. 207-213, 2012.

RAIJ, B. V. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres-Potafos, 1991. 343 p.

RODRIGUES, R. R.; PIZETTA, S. C. P.; TEIXEIRA, A. G.; REIS, E. F.; HOTT, M. O. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. *Enciclopédia Biosfera*, v.9, n.17, p. 2121-2130. 2013.

ZOTARELLI, L.; CARDOSO, E. G.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; TORRES, E.; ALVES, B. J. R. Calibração de medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 09, p. 1117-1122, 2003.

ZUCARELI, C.; RAMOS JUNIOR, E. U.; OLIVEIRA, M. A.; CAVARIANI, C. NAKAGAWA. Crescimento do feijoeiro cv. IAC Carioca Tybatã em função da adubação fosfatada. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, v. 11, n.3, p. 213-221, 2012.

Comportamento da cultura do trigo sob efeito de fontes e doses de nitrogênio

Behavior of wheat under the effect of sources and doses of nitrogen

Giovana Orso¹; Henrique Lovatel Villetti²; Fábio Henrique Krenchinski³; Alfredo Junior Paiola Albrecht⁴; Leandro Paiola Albrecht⁵; Danilo Morila Rodrigues⁶; Milton Ferreira Moraes⁷

¹ Acadêmica de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: giovanaorso@hotmail.com

² Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: henrique.l.villetti@hotmail.com

³ Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: fabiohk2@gmail.com

⁴ Professor da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina, R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000. Palotina, PR. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br

⁵ Professor da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina, R. Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000. Palotina, PR. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

⁶ Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Campus Palotina.
E-mail: danthdanilomr@gmail.com

⁷ Professor da Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, CEP 78600-000, Barra do Garças, MT. E-mail: moraesmf@yahoo.com.br

Resumo: O trigo é uma cultura de grande importância no cenário do agronegócio nacional, sendo um dos cereais mais produzidos no mundo. O nitrogênio é de grande importância para a cultura, por participar da constituição de substâncias determinantes à qualidade do grão e do desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, como a síntese proteica. O presente trabalho teve como objetivo avaliar fontes de nitrogênio, em diferentes doses, na aplicação de cobertura na cultura do trigo, na região Oeste do Estado do Paraná. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5x4, no qual cinco são as doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e quatro as fontes de N: Sulfato de Amônio (SA: 21% N), Ureia comum (UC: 46% N), Nitrato de amônio (NA: 34% N) e FH Nitro Mais® (NM: 44,6% N + 0, 4 % B + 0,15 % Cu). A aplicação ocorreu parcelada em duas etapas, uma no início do perfilhamento e outra no fim. As variáveis mensuradas foram altura de plantas, número de perfilhos, massa seca e produtividade. A fonte NM® proporcionou melhores

resultados na massa seca na dose de 120 kg N ha⁻¹ em relação ao Nitrato de amônia. Porém, entre as doses das fontes não foi possível ajuste de regressões. As demais variáveis não sofreram influência significativa. Numericamente, em uma dose de 120 Nha-1, a fonte de ureia e sulfato de amônia tiveram a produtividade mais alta.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, L. Volatilização do nitrogênio. Adubação de cobertura.

Abstract: Wheat is a crop of great expressiveness in the setting of national agribusiness, being one of the most produced cereals worldwide. Nitrogen is of great importance to the culture, to participate in the formation of substances determining the quality of the grain and the development of essential metabolic functions, such as, protein synthesis. This study aimed to evaluate nitrogen sources, in different doses, in the application of wheat grown coverage in the Western region of Paraná State. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 5x4 factorial design, in which five are the doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) and four sources of Ammonium Sulphate (AS: 21% N), Common Urea (UC: 46% N), ammonium nitrate (AN: 34% N) and Nitrogen Formulated (NM: 44.6% N + 0, B 4% + 0.15% Cu). The application was split in two stages, one at the beginning of tillering and other at the end. The variables measured were plant height, number of tillers, dry weight, and productivity. The source NM[®] provided better results in dry mass at 120 kg N ha⁻¹ compared to ammonium nitrate. But, between doses of the sources it was not possible to adjust regressions. The remaining variables did not influence between doses and between sources. Numerically at a dose of 120 kg N ha⁻¹ the source of urea and ammonium sulphate had the highest productivity.

Keywords: *Triticum aestivum*, L. Volatilization of nitrogen. Fertilization of coverage.

Introdução

O trigo é uma cultura de grande expressividade no cenário do agronegócio nacional, a área plantada na safra 2014 deverá ter um incremento de 19,8% em relação à safra 2013, o que corresponde a um acréscimo de 437,8 mil hectares, alcançando 2647,6 mil hectares de área cultivada. A produção estimada para safra 2014 é de 7503,5 mil toneladas, uma variação de 35,7% a mais que a safra de 2013, ainda na safra 2014 a produtividade média estimada para o Brasil é de 2700 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2014).

No Paraná, a cultura deve ocupar uma área de 1350,2 mil hectares, representando um incremento de 36% em relação à safra anterior, segundo dados da CONAB (2014). Esse aumento expressivo na área plantada de trigo deve-se ao valor do produto no mercado ao alto custo de produção do milho de 2º safra, junto ao baixo valor agregado do produto.

Segundo Cantarella (2007), o trigo, assim como as demais plantas da família das Poaceas, apresenta em sua constituição cerca de 2,9% de N na planta e 2% nos grãos. O nitrogênio é um dos elementos mais requeridos para cultura do trigo, desse modo ele passa a ser essencial para obter maior produtividade por área. Segundo Iapar (1999), para melhor aproveitamento do nitrogênio, recomenda-se o parcelamento da dose, aplicando parte na semeadura e parte em cobertura, no final do perfilhamento. A deficiência de nitrogênio no trigo pode reduzir a evapotranspiração e a eficiência do uso da água na cultura (NIELSEN E HALVORSON, 1991) e, também, afetar a

interceptação da radiação, diminuindo a eficiência do uso da radiação (ABBATE *et al.*, 1995, *apud* TRINDADE *et al.*, 2006).

O nitrogênio é de grande importância na cultura, pela sua participação na constituição de substâncias que determinam a qualidade, e no desenvolvimento de funções metabólicas essenciais, tais como a síntese proteica (VIEIRA *et al.*, 1995). Segundo Miñin e Lea (1976), esse elemento está presente na composição de importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas. Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, com intuito de melhorar sua eficiência.

A dose de nitrogênio a ser utilizada pode ser determinada com base na estatura das plantas e na fertilidade do solo. É utilizada, no geral, uma média de 30 a 60 kg ha⁻¹ do elemento (COSTA e OLIVEIRA, 1998), sendo que menores doses são recomendadas para as cultivares de porte alto e/ou solos de fertilidade alta. Entretanto, admite-se que algumas cultivares podem responder a doses elevadas, de até 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio (FREITAS *et al.*, 1995; VIEIRA *et al.*, 1995). Admite-se que, para trigo cultivado após soja, a quantidade de nitrogênio aplicado pode ser menor do que a utilizada após gramíneas (IAPAR, 2000).

Dentre as fontes de nitrogênio, a ureia comum é o fertilizante que possui o menor custo por unidade de nutriente, sendo este o de maior produção e consumo no Brasil, porém o aproveitamento do N da ureia é variável e incerto, podendo ocorrer muitas perdas por volatilização. Já a fonte de sulfato de amônia é a segunda de maior expressão, sendo utilizada também para a suplementação de enxofre (PERUZZO, 2000). Devido à volatilização sofrida pelo N da ureia, recentemente passou a estar disponível no mercado uma fonte de nitrogênio com inibidores da uréase, responsável pela catalização enzimática da ureia, como os compostos por boro e cobre. O boro tem ação direta na competição do sítio catalítico da uréase, já a inibição da urease pelo cobre deve-se pela competição com o níquel, que é um componente específico da enzima (MORAES *et al.*, 2010).

De acordo com Peruzzo *et al.* (1994), que estudaram 18 fontes de N na cultura do trigo, a maior absorção de N ocorre quando elas são aplicadas na semeadura e em cobertura, do que quando aplicadas somente na semeadura. Contudo, Ros *et al.* (2003), ao testar diferentes métodos de adubação nitrogenada em plantio direto e avaliar a disponibilidade de N, verificaram que a aplicação de N totalmente na semeadura ou em cobertura não diferem no que se refere à produtividade de grãos de trigo.

Embora as respostas à aplicação de doses de nitrogênio apresentem resultados variáveis de acordo com clima, solo, cultivar e outros, grande parte dos resultados demonstram que o uso desses nutrientes, mesmo que em baixas doses, resulta em produtividades superiores em relação à ausência do uso no nutriente (VIERA *et al.*, 1995).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar fontes de nitrogênio, em diferentes doses, na aplicação de cobertura na cultura do trigo, na região Oeste do Estado do Paraná.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado a campo, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, na safra 2012/13, em um solo classificado como Nitossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2006) de textura muito argilosa, apresentando as seguintes características químicas: de 0-20 cm: pH (CaCl₂) de 5,6; M.O de 36,55 g dm⁻³; P de 19,40 mg dm⁻³; 1,68; 7,86; 0,00 por Cmol_c dm⁻³ de K⁺, Ca⁺², Al⁺³, respectivamente. O clima da região é caracterizado como subtropical (Cfa), segundo a classificação de Koppen, sem estação seca definida.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 5x4, no qual 5 são as doses (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹) e 4 as fontes de nitrogênio o Sulfato de Amônio (SA: 21% N), Ureia comum (UC: 46% N), Nitrato de amônio (NA: 34% N) e FH Nitro Mais® (NM®: 44,6% N + 0, 4 % B + 0,15 % Cu). A cultivar de trigo utilizada foi CD 104, com espaçamento entre linhas de 17 cm, utilizando adubação de plantio de 205 kg ha⁻¹ da formulação 16-16-16 (NPK). As parcelas foram compostas por 21 linhas de cinco metros, sendo considerada uma área útil com 10 linhas centrais, descontando-se um metro de cada lateral, compondo uma área útil de 5,1 m². As doses de nitrogênio foram aplicadas em duas etapas, uma no início e outra no final do perfilhamento. Foram avaliados: altura de plantas (cm/planta), número de perfilhos, massa seca (kg ha⁻¹), e produtividade (kg ha⁻¹). A massa seca foi coletada com auxílio de um quadro de 0,50 X 0,50 m, totalizando 0,25 m². A coleta foi realizada no estágio de pleno florescimento da cultura. As amostras foram secas em estufa, com circulação de ar, até massa constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e foram realizados todos os desdobramentos necessários. As fontes foram comparadas pelo teste de média de Tukey (p<0,05), enquanto para o tratamento quantitativo (doses) foi realizada a análise de regressão (p<0,05).

Resultados e Discussão

Não houve interação significativa entre os fatores doses e fontes nas variáveis: número de perfilhos, altura de planta e produtividade. Os desdobramentos das interações não permitiram identificar efeitos significativos (p≤0,05), por meio da análise de regressão, para as variáveis analisadas.

Na Tabela 1, para a variável altura de planta, numericamente as maiores médias obtidas foram quando utilizaram-se as fontes UC e NA, seguidas de NM® e SA, porém todas apresentaram mesmo comportamento, em termos estatísticos. As doses de nitrogênio não refletiram em ganho de altura, esses dados estão de acordo com Teixeira Filho *et al.* (2010) que, avaliando doses, fontes e épocas de aplicação, não encontraram efeito significativo para altura de plantas em relação as doses e as fontes. Yano *et al.* (2005) não encontraram diferença significativa entre fontes de N (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) quanto à altura de plantas de trigo. Esses resultados contrastam com os de Zagonel *et al.* (2002), que verificaram diferenças estatísticas significativas com aumento da dose N na altura de plantas na cultura do trigo.

Tabela 1 - Aplicação de fontes de nitrogênio em diferentes doses para a altura de plantas - AP (cm) e número de perfilhos – NP, na cultura do trigo em Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

Doses	Uc		AS		NA		NM®	
	AP	NP	AP	NP	AP	NP	AP	NP
0	80,0	2,08	78,0	2,59	80,0	2,37	80,0	2,45
30	76,0	2,58	81,0	2,41	80,0	2,45	79,0	2,49
60	81	2,53	81,0	2,58	80,0	2,70	81,0	2,49
90	80	2,49	80,0	2,32	80,0	2,49	80,0	2,33
120	81	2,16	78,0	2,24	80,0	2,12	77,0	2,45
Média	80,0	2,37	79,0	2,43	80,0	2,42	79,0	2,44
CV%	3,63	16,09	3,63	16,09	3,63	16,09	3,63	16,09

Não significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Segundo Zagonel (2007), a altura de plantas está ligada diretamente ao acamamento e pode ser afetada pela dose de nitrogênio, entre outros fatores. Não se verificou acamamento de plantas mesmo em altas doses de nitrogênio, já que o cultivar empregado apresenta classificação de resistência a acamamento (COODETEC, 2013). Silva (1991), estudando cinco doses de N e seis cultivares de trigo, constatou ausência de efeito das doses de N sobre o acamamento de plantas. O cultivar, avaliado no experimento, tem altura média considerada baixa (81 cm), correspondendo aos dados encontrados (COODETEC, 2013).

O número de perfilhos não foi alterado com a adubação de N em cobertura, sendo que esta é uma característica ligada diretamente com o número de plantas por área. Mundstock (1999) relata que o número de perfilho é determinado em função da população de plantas da área em geral, em que o número de perfilhos sofre alterações para compensar a falta ou o excesso de plantas. Porém, numericamente, a fonte NM® apresentou a maior média, seguida da fonte Sulfato de amônio.

Para a variável massa seca (kg ha^{-1}), na Tabela 2, houve resultado significativo a 5% de probabilidade, em relação às fontes, na aplicação da dose de 120 kg N ha^{-1} , para a fonte NM® em relação ao NA, mas não diferiu significativamente das demais fontes. Na média geral de todas as doses, o NM® apresentou, numericamente, o maior valor. O NM® é um adubo nitrogenado revestido de boro e cobre e, provavelmente, a presença desses micronutrientes proporcionou a redução da volatilização da ureia, aumentando a eficiência de aproveitamento do N, corroborando com a literatura pertinente (MORAES *et al.*, 2010).

Tabela 2 - Efeito da aplicação de fontes de nitrogênio em diferentes doses para produtividade - PRO (Kg ha⁻¹) e massa seca das plantas – MS (Kg ha⁻¹) na cultura do trigo em Marechal Cândido Rondon – PR, 2011.

Doses	UC		AS		NA		NM®	
	PRO	MS	PRO	MS	PRO	MS	PRO	MS
0	2202,0	4840,0 a	2148,0	5260 a	2273,0 a	4800,0 a	2146,0	5360,0
30	2225,0	5370,0 a	1752,0	5050 a	2184,0 a	4890,0 a	2133,0	5690,0
60	2263,0	5290,0 a	2256,0	5410 a	2135,0 a	5210,0 a	1752,0	6100,0
90	1580,0	5720,0 a	1782,0	5450 a	1591,0 a	6170,0 a	1862,0	5700,0
120	2435,0	4720,0 ab	2435,0	5213 ab	2424,0 a	4720,0 b	1972,0	6866,0
Média	2141,0	5188,0	2075,0	5276,0	2122,0	5158,0	1973,0	5943,0
CV%	21,50	18,66	21,50	18,66	21,50	18,66	21,50	18,66

Letras minúsculas diferem entre si, na linha, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Para a produtividade, não se encontrou resultado significativo nas fontes e nem nas doses, no entanto os dados estão de acordo com Silva *et al.* (2008) que, analisando fontes e épocas de aplicação de N, não encontraram efeito significativo para as fontes. O mesmo acontece no trabalho realizado por Teixeira Filho *et al.* (2010), que avaliaram doses, fontes e épocas de aplicação de N e encontraram diferença significativa somente para as épocas de aplicação. Esses dados também corroboram com os resultados obtidos por Ros *et al.* (2003), em que aplicações das doses em uma única época, seja ela na pré-semeadura, semeadura ou em cobertura, não influenciaram significativamente a produtividade de grãos, e o parcelamento das doses também não afetou a mesma. Heinemann *et al.* (2006), avaliando cultivares de trigo, observaram que as mesmas não diferiram quanto à produção de grãos, contudo apresentaram uma resposta quadrática ao nitrogênio. Megda *et al.* (2009), estudando três fontes de nitrogênio, também não encontraram diferenças estatísticas em relação à produtividade de grãos, porém as mesmas foram superiores, numericamente, à testemunha.

Ocorreu pouca alteração no número de perfilhos, devido à aplicação ter ocorrido no início e no final do perfilhamento, ou seja, foi após definição do potencial de perfilhamento quando foram feitas as aplicações. Para altura de plantas, observa-se homogeneidade, evidenciando que o nitrogênio, nas condições em que foi conduzido o ensaio, não influenciou nessa característica.

Diante das informações oriundas da presente pesquisa, sucedeu tendência de resultados positivos no uso de adubos nitrogenados, em especial com inibidores da uréase, como é o caso da fonte NM®. Porém, os resultados não permitiram definir efeitos significativos marcantes e são necessários mais estudos para averiguar o real impacto da aplicação de N sob a cultura do trigo.

Conclusão

A fonte NM® proporcionou melhores resultados de massa seca na dose de 120 kg N ha⁻¹ em relação ao Nitrato de amônia. As demais variáveis não demonstraram influência significativa. Já para as doses, não foi possível identificar efeitos

significativos nas variáveis analisadas, demonstrando, assim, necessidade contínua de pesquisas nessa área.

Referências

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, 2007. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p.375-470.

COMPANHIA Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo primeiro levantamento, agosto 2014*. 84p. (Boletim Técnico,11).

COODETEC. *Produtos - Trigo*, Disponível em:
<<http://www.coodetec.com.br/php/detalhes>>

COSTA, J. M.; OLIVEIRA, E. F. *Fertilidade do solo e nutrição de plantas*. Campo Mourão, PR: COAMO/COODETEC. 89p. 1998. Disponível em cultivar.php?id=45> Acesso em: 15 de agosto de 2014.

EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. *Sistema de classificação dos solos*. Rio de Janeiro: Embrapa solos. 2. ed. 2006. (Boletim técnico).

FREITAS, J. G.; CAMARGO, C.E.O.; PEREIRA FILHO, A. W. P., *et al.* Eficiência e resposta de genótipos de trigo ao Nitrogênio. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 1995. V.19, p.229-234.

HEINEMANN, A.B., STONE, L.F., DIDONET, A.D., TRINDADE, M.G., SOARES, B.B., MOREIRA, J.A.A., CÁNVAS, A.D. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2006. V.10, n.2, p.352-356.

IAPAR. *Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná*. Londrina, 1999. 148p. (Circular, 106).

IAPAR. *Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná*. Londrina, 2000. 152 p. (Circular, 109).

MEGDA, M. M., BUZETTI, S., ANDREOTTI, M., FILHO, M. M. C. T., VIEIRA, M. X. Resposta de cultivares de trigo ao nitrogênio em relação às fontes e épocas de aplicação sob plantio direto e irrigação por aspersão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2009. V.33, n.4.

MIFLIN, B. J., LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plantas. *Phyiochemistry*. New York, 1976. V. 15, p.873-885.

MORAES, M.F.; ABREU, C. H. J; LAVRES J.J. Micronutrientes. In: PROCHNOW, I.L; CASARIN, V.; STIPP, S.P. *Boas práticas para uso de fertilizantes*. 2010. p.205-278.

MUNDSTOCK, C. M. *Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo*. Porto Alegre. Ed. do Autor, 228p. 1999.

NIELSEN, D.C.; HALVORSON, A. D. Nitrogen fertility influence on water stress and yield of winter wheat. *Agronomy Journal*, Madison, 1991. V.83, n.6, p.1065-1070.

PERUZZO, G. Nitrogênio no seu trigo. *Revista Cultivar Grandes Culturas*. 2000. n.16.

PERUZZO, G.; SIQUEIRA, O. J. F. de; WIETHÖLTER, S. Eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados para a cultura do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 1994. V.29, p.1027-1034.

ROS, C. O., SALET, R. L., PORN, R. L., MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, 2003. V.33, n.5, p.799-804.

SILVA, D.B. Efeito do nitrogênio em cobertura sobre o trigo irrigado em sucessão à soja na região dos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 1991. V.26, p.1387-1392.

SILVA, S.A.; ARF, O.; BUZETTI, S.; SILVA, M.G. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo em sistema plantio direto no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa. 2008. V. 32, p.2717-2722, Número Especial.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C.G.S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília. 2010. V.45, n.8, p.797-804.

TRINDADE, M.G.; STONE, L.F.; HEINEMANN, A.B.; CÃNOVAS, A.D.; MOREIRA, J.A.A. Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2006. V.10, n.1, p.24-29.

VIEIRA, R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; MINOHARA, L.; BERGAMASCHI, M. C. M. Efeito de doses e de épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na produção e na qualidade fisiológica de sementes de trigo. *Científica*, São Paulo, 1995. V.23, n.2, p.257-264.

YANO, G.T.; TAKAHASHI, H. W.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. *Semina. Ciências Biológicas e da Saúde*. Londrina, 2005. V.26, n.2, p.141-148.

ZAGONEL, J., FERNANDES, E.C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. *Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas*, Viçosa, 2007. V. 25, n.2, p.331-339.

ZAGONEL, J.; VENÂNCIO, W.S.; KUNZ, R.P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem regulador de crescimento afetando o trigo, Cultivar OR-1. *Ciência Rural*. Santa Maria, 2002. V.32, n.1, p.25-29.

Óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar

Calcium oxide in the sugar cane ensiling

Hélio Henrique Vilela¹; João Batista de Oliveira Junior²; Valdir Botega Tavares³

¹ D.Sc., Professor do curso de Zootecnia do Centro Universitário de Patos de Minas, MG.
E-mail: h2vilela@yahoo.com.br

² Zootecnista.

³ D.Sc., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas, Rio Pomba, MG. E-mail: valdirbotega@yahoo.com.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de doses de óxido de cálcio (cal) na ensilagem da cana-de-açúcar. Para isso, utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram na ensilagem da cana-de-açúcar sem a utilização do óxido de cálcio (controle) e ensilagem utilizando 0,5%, 1,0% e 1,5% de óxido de cálcio. A cana-de-açúcar foi ensilada com 31,8% de MS em silos experimentais de PVC, os quais permaneceram fechados por 202 dias. Após esse período, os silos foram abertos e parte da silagem central de cada silo foi utilizada para avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) e das porcentagens de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina e hemicelulose. Utilizando-se dos pesos dos silos, também se calculou a produção de efluentes. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em seguida, à análise de regressão. A porcentagem de PB (5,4%), de lignina (8,7%) e a produção de efluente (46 kg/t de matéria natural) não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos. No entanto, foi observado efeito linear ($P<0,05$) para as variáveis MS e FDA e efeito quadrático ($P<0,05$) para as variáveis FDN e pH. A utilização de 1 a 1,5% de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

Palavras-chave: Produção de efluente. Silagem. Valor nutritivo.

Abstract: The aim of this study was to evaluate the use of doses of calcium oxide (lime) in the sugar cane ensiling. For this, it was used a completely randomized design with four treatments and three replications. The treatments consisted in the ensiling of sugar cane without the use of calcium oxide (control) and ensiling using 0.5%; 1.0% and 1.5% of calcium oxide. The sugar cane was ensiled with 31% of dry matter in experimental PVC silos, which remained closed for 202 days. After this period, the silos were opened and part of the central silage of each silo was used for evaluation of hydrogen potential and percentage of dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin and hemicellulose. Using the weights of silos, it was calculated the production of effluents. The obtained data were subjected to variance analysis and, after this, to

the regression analysis. The percentage of CP (5.4%), lignin (8.7%) and the production of effluents (46 kg/t of natural matter) were not influenced ($P>0.05$) by treatments. However, it was observed a linear effect ($P<0.05$) for the variables DM and ADF and quadratic effect ($P<0.05$) for the variables pH and NDF. The use of 1 to 1.5% of calcium oxide in the ensiling of sugar cane afforded indicative parameters of a better silage quality.

Keywords: Nutritive value. Effluents Production. Silage.

Introdução

A cana-de-açúcar é amplamente utilizada como volumoso, principalmente para os animais ruminantes, durante a época de escassez de forragem. Isso porque ela representa uma cultura de fácil manejo e possui seu melhor valor nutritivo justamente na época em que os pastos se encontram na entressafra. No entanto, um dos entraves de sua utilização é a logística operacional de colheita diária. Várias revisões apontam que o corte diário da cana-de-açúcar é a principal justificativa para a ensilagem dessa forrageira (NUSSIO *et al.*, 2003; RESENDE *et al.*, 2005; SIQUEIRA *et al.*, 2008). Nesse sentido, a partir da década de 90, houve no Brasil um aumento considerável na utilização da cana-de-açúcar para ensilagem.

Todavia, a ensilagem da cana-de-açúcar deve ser realizada obedecendo a algumas recomendações técnicas em função das grandes perdas que podem ocorrer na fermentação alcoólica causada por leveduras durante seu armazenamento. Nesse sentido, o uso de aditivos, químicos e/ou biológicos, com objetivo de controlar a fermentação alcoólica, é praticamente indispensável na ensilagem da cana-de-açúcar. Dentre esses aditivos, destacam-se os estudos realizados utilizando hidróxido de sódio (SIQUEIRA *et al.*, 2010), óxido de cálcio e cloreto de sódio (AMARAL *et al.*, 2009; REZENDE *et al.*, 2011), ureia (SOUSA *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2010).

A utilização do óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar tem como objetivo controlar o crescimento de leveduras em condições anaeróbias em função do aumento dos valores de pH e da pressão osmótica, o que, conseqüentemente, altera a população de microrganismos (SIQUEIRA *et al.*, 2007b). Santos (2007), em revisão sobre o uso de aditivos alcalinos, constatou que esses aditivos podem neutralizar parcialmente os ácidos orgânicos, aumentando o tempo de fermentação e favorecendo a produção de ácidos durante a fermentação.

Na ensilagem da cana-de-açúcar, os valores de pH decrescem rapidamente, inibindo, dessa forma, a atuação da maioria dos microrganismos. Como as leveduras são tolerantes a essa alteração do ambiente, elas passam a dominar o processo fermentativo da cana-de-açúcar. Como a utilização do óxido de cálcio aumenta o tempo de fermentação, possivelmente poder-se-á prolongar a atuação de microrganismos fermentadores que geram menores perdas (SIQUEIRA, 2009). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de doses de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas – MG, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram na utilização de diferentes doses de óxido de cálcio (cal) na ensilagem da cana-de-açúcar, a saber: tratamento controle (cana-de-açúcar ensilada sem cal) e cana-de-açúcar ensilada com 0,5%, 1,0% e 1,5% de cal. A cana-de-açúcar foi ensilada no dia 07 de outubro de 2011 com 31,8% de matéria seca. Inicialmente, a cana-de-açúcar foi cortada e imediatamente picada em picadeira estacional. Posteriormente, foram pesados 30 kg de cana-de-açúcar picada, nos quais foram misturadas e homogeneizadas as diferentes porcentagens de cal.

A ensilagem foi confeccionada em silos de PVC dotados de válvulas tipo *Bünsen*, para permitir a saída de gases. Antes da ensilagem, foram colocadas 0,400g de areia seca e 2 telas de sombrite no fundo de cada silo, para separar a cana-de-açúcar da areia e o conjunto silo + tampa + tela + areia pesado. Após a ensilagem, os silos foram novamente pesados. Esse procedimento se faz necessário para posterior determinação da produção de efluentes. Os silos permaneceram fechados por 202 dias. Antes da abertura, eles foram novamente pesados. Após essa pesagem, a silagem presente nos 10 cm superiores e inferiores do silo foi descartada e a massa da parte central utilizada para determinação das seguintes variáveis:

- Porcentagem de MS: determinada por secagem em estufa a 105 °C, até peso constante, após a secagem em estufa a 65 °C (AACC, 1976);
- pH: determinado pelo método descrito por Silva e Queiroz (2002);
- Porcentagem de PB: foi determinado o teor de nitrogênio utilizando-se o aparelho de destilação a vapor micro-Kjedahl, conforme a AOAC (1970). Posteriormente, a porcentagem de PB foi calculada utilizando-se o fator de conversão 6,25.
- Porcentagem de FDN e FDA: determinadas segundo metodologia proposta por Van Soest (1967);
- Porcentagem de lignina: determinada por meio de hidrólise ácida, de acordo com Van Soest *et al.* (1991).

Essas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas – MG.

A porcentagem de hemicelulose foi obtida por meio da subtração entre a porcentagem de FDN e FDA (% Hemicelulose = %FDN - %FDA).

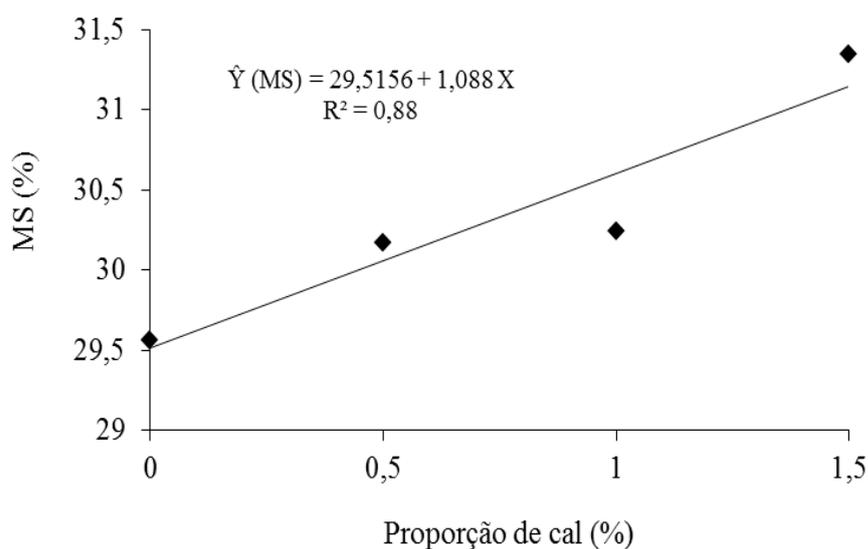
Para determinação da produção de efluente, foi utilizada a seguinte fórmula: $PE = (PSAF - PSAI)/MNI * 1000$: PE = produção de efluente (kg/t de matéria natural), PSAF = peso do conjunto silo, areia e tela após a abertura (kg), PSAI = peso do conjunto silo, areia e tela antes da ensilagem (kg), MNI = quantidade de forragem ensilada (kg).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, à análise de regressão, utilizando-se o software computacional Análise de Variância para Dados Balanceados – SISVAR (FERREIRA, 2000). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o nível de significância de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A porcentagem de PB (5,4% – CV: 9,7%), de lignina (8,7% – CV: 13,5%) e a produção de efluente (46 kg/t de matéria natural – CV: 61,2%) não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Balieiro Neto *et al.* (2007) também trabalharam com doses crescentes de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar e não encontraram diferenças estatísticas para a porcentagem de PB, com média de 3,2%. Quanto à produção de efluentes, o valor observado encontra-se dentro da variação constatada na literatura, que vai de 7,0 kg/t matéria natural (PEDROSO *et al.*, 2007) a 76,2 kg/t matéria natural (SIQUEIRA *et al.*, 2007a). No entanto, foi observado efeito linear ($P < 0,05$) para a porcentagem de MS das silagens (Figura 1).

Figura 1: Porcentagem de MS das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



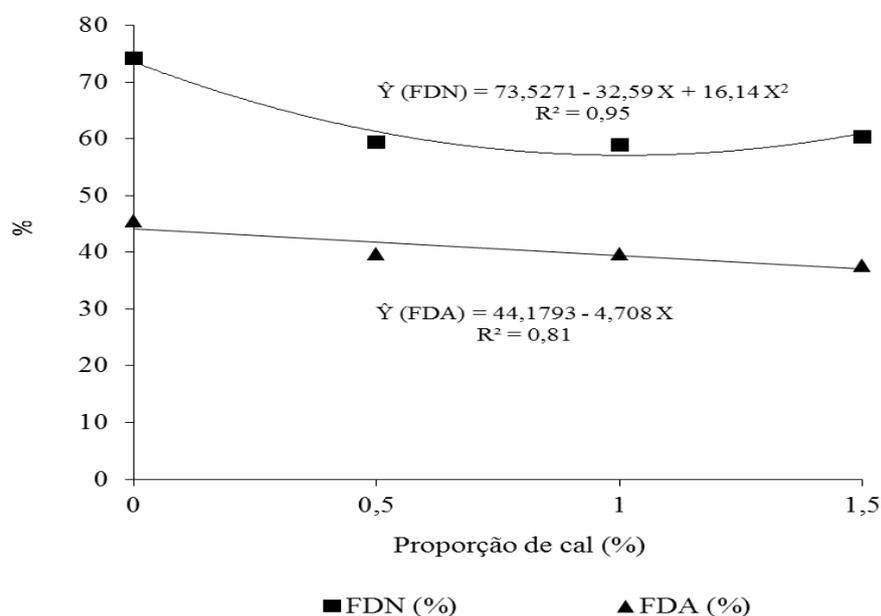
A porcentagem de MS aumentou linearmente com o aumento nas doses de cal, com maior porcentagem observada nas silagens tratadas com 1,5% de cal. Logicamente, a maior quantidade de cal utilizada promoveu maior porcentagem de MS, visto que esse aditivo apresenta alta porcentagem de MS (em torno de 99%). Adicionalmente, quando comparada a porcentagem de MS da cana-de-açúcar fresca no dia da ensilagem (31,8%) com a porcentagem de MS da silagem de cana-de-açúcar tratada com 1,5% de cal (31,3%), observa-se que foi nesse tratamento que houve a menor variação na porcentagem de MS em relação aos demais tratamentos. Isso indica que, possivelmente, ocorreu maior controle da fermentação alcoólica causada por leveduras, reduzindo a perda de MS, o que contribuiu para a maior porcentagem de MS observada.

Siqueira (2009) observou que a adição de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou redução na variação da MS das silagens. Isso ocorre porque o óxido de cálcio é um aditivo alcalinizante e pode alterar a população de microrganismos presente na silagem pela redução da atividade de água e pela elevação

do pH (SANTOS *et al.*, 2008). Nesse sentido, pode-se inferir que a presença de óxido de cálcio na cana-de-açúcar reduziu a atividade da água, restringindo o crescimento de leveduras, que são os principais responsáveis pela redução do conteúdo de MS nas silagens de cana-de-açúcar. De fato, no levantamento realizado por Schmidt (2008) sobre a utilização de óxido de cálcio na ensilagem da cana-de-açúcar, verificou-se que os resultados das pesquisas têm sido bastante positivos, com redução nas perdas de MS.

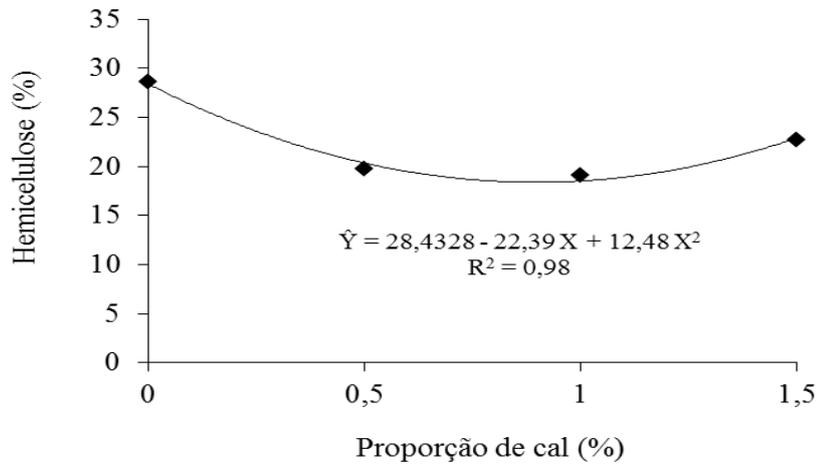
Em relação à porcentagem de FDN e FDA, verificou-se, respectivamente, efeito quadrático e linear (Figura 2).

Figura 2: Porcentagem de FDN e FDA das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



Segundo Balieiro Neto *et al.* (2007), a utilização de cal na ensilagem de cana-de-açúcar aumenta a solubilização da hemicelulose e reduz os constituintes da parede celular. De fato, isso foi observado nesse trabalho, conforme pode ser visualizado na Figura 3, em que as silagens tratadas com óxido de cálcio apresentaram menores teores de hemicelulose, contribuindo para que os valores de FDN e FDA também fossem menores nas silagens tratadas com óxido de cálcio (Figura 2).

Figura 3: Porcentagem de Hemicelulose das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.

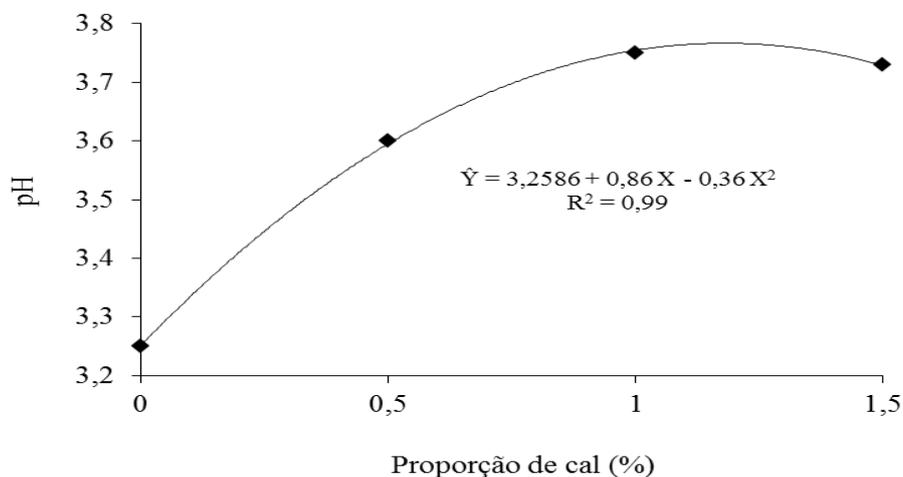


Isso possivelmente explica as menores porcentagens de FDN observadas nas silagens tratadas com óxido de cálcio, conforme observado por Cavali *et al.* (2006). Adicionalmente, é possível que, nas silagens não tratadas com óxido de cálcio, tenha havido maior consumo das frações orgânicas solúveis, contribuindo para aumentar as porcentagens de FDN e FDA.

A redução no teor de FDN, composta basicamente de celulose, hemicelulose e lignina, não significa necessariamente que esses compostos tenham sido retirados da cana após o tratamento alcalino. O que de fato deve ter ocorrido é que, após a hidrólise, as ligações entre as moléculas de celulose (pontes de hidrogênio) e as ligações entre as moléculas de hemicelulose e lignina (ligações do tipo éster) foram quebradas e, no processo de extração do detergente neutro, esses compostos provavelmente foram lavados, promovendo redução da FDN (HENRIQUES *et al.*, 2007).

Na Figura 4, pode-se observar que os resultados para o pH das silagens se ajustaram melhor ao efeito quadrático ($P < 0,05$).

Figura 4. Potencial hidrogeniônico (pH) das silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes proporções de cal.



Assim como já era esperado, maiores valores de pH foram observados nas silagens tratadas com óxido de cálcio. Isso provavelmente ocorreu em função da natureza fortemente alcalina do aditivo utilizado, assim como observado por Rezende *et al.* (2011) e Santos *et al.* (2008). A forragem quando é tratada com aditivos alcalinizantes apresenta capacidade tampão superior às silagens não tratadas (SANTOS *et al.*, 2008; SIQUEIRA *et al.*, 2010), ou seja, apresentam uma maior resistência à variação do pH, o que também explica os maiores valores observados nas silagens tratadas com óxido de cálcio.

Conclusão

A utilização de 1 a 1,5% de óxido de cálcio na ensilagem de cana-de-açúcar proporcionou parâmetros indicativos de uma silagem de melhor qualidade.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. A.A.C.C. *Approved methods of the American Association of Cereal Chemists*. 7ed. St. Paul, 1976. 256p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. A.O.A.C. *Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists*. 11ed. Washington, 1970. v.1, 1015p.
- AMARAL, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G.; FERREIRA, E.M.; GENTIL, R.S. Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com e sem aditivos químicos: estabilidade aeróbia dos volumosos e das rações. *R. Bras. Zootec.*, v.38, n.10, p.1857-1864, 2009.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- CAVALI, J.; PEREIRA, O.G.; SOUSA, L.O.; PENTEADO, D.C.S; CARVALHO, I.P.C; SANTOS, E.M.; CESÁRIO, A. Silagem de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio: composição bromatológica e perdas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...*João Pessoa: SBZ, 2006.
- FERREIRA, D. F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.
- HENRIQUES, L.T.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; COSTA, V.A.C; FONSECA, M.A.; BENEDETI, P.D.B.; DINIZ, L.L. Composição química e degradação *in situ* da fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em diferentes doses de inclusão e tempos de armazenagem. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2007, Londrina, PR. *Anais...* XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: EVANGELISTA, A.R.; REIS, S.T.; GOMIDE, E.M. (Ed.) *Forragicultura e pastagens: Temas em evidência - Sustentabilidade*. Lavras: Editora UFLA, 2003. p. 49-72.

PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; PAZIANI, S.F.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; HORII, J.; RODRIGUES, A.A. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.3, p.558-564, 2007.

RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D.; COAN, R.M.; SIQUEIRA, G.R. Terminação de bovinos de corte com ênfase na utilização de alimentos conservados. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. (Eds.) *Volumosos na produção de ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2005. p.83-104.

REZENDE, A. V.; RABELO, C. H. S.; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D.A.; FARIA JUNIOR, D.C.N.A.; BARBOSA, L.A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.4, p.739-746, 2011.

SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.

SANTOS, M.C. *Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar in natura e ensilada (Saccharum officinarum L.)*. 2007. 112p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência Animal e Pastagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

SCHMIDT, P. Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) *Produção e utilização de forragens conservadas*. Maringá: Masson, 2008. p.117-152.

SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; ROTH, M.T.P. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.1, p.103-112, 2010.

SIQUEIRA, G.R. *Aditivos na silagem de cana-de-açúcar "in natura" ou queimada*. 2009. 107f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2009.

SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D.; ROMAN, J.; REIS, R.A.; BERNARDES, T.F. Uso estratégico de forragens conservadas em sistemas de produção de carne. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) *Produção e utilização de forragens conservadas*. Maringá: Masson, 2008. p.41-89.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007a (suplemento).

SIQUEIRA, G.R., BERNARDES, T.F.; SIGNORETTI, R.D.; REIS, R.A.; RESENDE, F.D. A produção de volumosos conservados como componente do sistema de produção de bovinos de corte. In: LADEIRA et al. (Eds) *V Simpósio de pecuária de corte: alternativas para os novos desafios*. Lavras: UFLA/NEPEC, 2007b. p.165-227.

SOUSA, D. P.; MATTOS, W. R. S.; NUSSIO, L. G.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C. Efeito de aditivo químico e inoculantes microbianos na fermentação e no controle da produção de álcool em silagens de cana-de-açúcar. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.9, p.1564-1572, 2008.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*, v.26, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

Interação entre diferentes teores de umidade do solo e patógenos do sistema radicular do feijoeiro

Interaction between different soil moisture and pathogens of the root system of bean

*Rodrigo Mendes de Oliveira*¹; *Bruno Sérgio Vieira*²; *Evandro Binotto Fagan*³;
*Hallen Tafharel Silva*⁴; *Paulo Magalhães Neto*⁵

¹ Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

² Professor adjunto de Fitopatologia, Universidade Federal de Uberlândia (Campus Monte Carmelo) UFU, MG. E-mail: brunovieira@iciag.ufu.br.

³ Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
E-mail: evbinotto@unipam.edu.br

⁴ Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

⁵ Departamento de Fitopatologia, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação entre espécies do gênero *Fusarium* em diferentes teores de umidade do solo em plantas de feijoeiro. Delinearam-se dois experimentos: no primeiro, as plantas de feijão foram inoculadas com *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, e, no segundo, com *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Cada experimento constou de seis tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com 18 repetições. Dez dias após a semeadura, as plantas foram inoculadas com aproximadamente 1×10^6 conídios mL⁻¹ de cada isolado fúngico, separadamente, e submetidas a diferentes condições de umidade do solo (encharcado, capacidade de campo, estresse hídrico). Os tratamentos controle consistiram das mesmas condições de umidade do solo, porém sem os patógenos. Foram coletadas duas plantas por tratamento, aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação para determinação da área foliar, fitomassa seca de folhas, sistema radicular, caule e comprimento de raiz e parte aérea. Para avaliação da severidade das doenças, seguiu-se a escala de Shoonhoven e Pastor-Corrales. Verificou-se que a interação entre *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* e estresse hídrico resultou numa planta mais debilitada, apresentando, aos 55 dias, alto índice de severidade da doença. *F. solani* f.sp. *phaseoli* mostrou-se igualmente agressivo nas três condições hídricas testadas.

Palavras-chave: *Fusarium*. Fungo de solo. Manejo. Estresse.

Abstract: This study aimed to evaluate the interaction between *Fusarium* species under different conditions of soil moisture on bean plants. Two experiments were proposed: in the

first, the bean plants were inoculated with *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli*, and in the second, the plants were inoculated with *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*. Each experiment consisted of six treatments distributed in completely randomized design with 18 repetitions. Ten days after sowing, plants were inoculated with approximately 1×10^6 conidia mL⁻¹, of each fungal isolate, separately, and under different conditions of soil moisture (flooded, field capacity and water stress). The control treatments consisted of the same soil moisture conditions, but without the pathogens. Two plants per treatment were collected at 15, 30 and 55 days after inoculation for determination of leaf area, dry mass of leaves, roots, stem and root length and aerial part. The disease severity was evaluated by the scale of notes of Shoonhoven e Pastor-Corrales. The interaction between *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* and plant water stress resulted in a weaker plant, with high severity at 55 days. *F. solani* f.sp. *phaseoli* showed to be equally aggressive in the three water conditions tested.

Keywords: *Fusarium*. Soil fungus. Management. Stress.

Introdução

O fornecimento adequado de água é um dos fatores fundamentais na produção de qualquer cultura. A cultura do feijoeiro, *Phaseolus vulgaris* L., requer boa disponibilidade de água no solo durante todo o ciclo, principalmente nos estádios fenológicos de germinação/emergência, floração e enchimento de grãos (VIEIRA; PAULA JÚNIOR; BOREM, 1998). Para tal, os produtores utilizam a irrigação para suprir a demanda de água, principalmente nessas fases de maior exigência.

Segundo Silva Costa (2002), o cultivo de feijão irrigado apresenta aspectos ambientais que contribuem para o estabelecimento e a manutenção de elevadas populações de patógenos de solo, devido à longa permanência de hospedeiro suscetível e de umidade próxima do ótimo para o desenvolvimento das doenças.

Entre os patógenos veiculados pelo solo, destacam-se as espécies *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* W.C. Snyder & H.N. Hansen, responsável por incitar podridões de raízes e colo e *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* J.B. Kendr. & W.C. Snyder, agente causal da murcha de *Fusarium* (SILVA et al., 2008; SILVEIRA; STONE, 2001). São patógenos de difícil controle, uma vez que formam estruturas de resistência denominadas clamidósporos, sobrevivendo no solo por muitos anos (BUENO; AMBRÓSIO; SOUZA, 2007; HALL, 1994; MENZIES, 1963).

A intensidade tanto da murcha de *Fusarium* como das podridões radiculares e de colo pode ser agravada devido à má distribuição de água, tanto em excesso como em condições de déficit hídrico. Segundo Silveira e Stone (2001), o déficit de água predispõe as plantas de feijoeiro não somente à *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, como também às podridões causadas por *Macrophomina phaseolina*. Em condição de alta umidade no solo, alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, a planta terá uma alta taxa de transpiração e, nesse caso, o fluxo de água nos vasos é alto, permitindo uma maior ascensão dos microconídios através dos vasos condutores, favorecendo, assim, a colonização.

Segundo Miller e Burke (1975), patógenos do sistema radicular são mais eficientes em causar doenças em solos com teores de umidade inferiores àqueles considerados desejáveis para o bom desenvolvimento da planta. Dessa forma, o

fornecimento de água à planta de feijão deve ser mais acurado e melhor monitorado, uma vez que parece existir uma interação direta sobre as doenças radiculares (THUNG; OLIVEIRA, 1998).

Com base nessas informações, o objetivo do presente estudo foi avaliar a interação entre diferentes disponibilidades hídricas e patogênicas do gênero *Fusarium* em plantas de feijão.

Material e Métodos

Vasos plásticos com capacidade de 5 litros foram preenchidos com solo coletado no município de Patos de Minas – MG, na profundidade de 0 a 20 cm, sendo previamente peneirado e esterilizado em autoclave (121 °C por 1 hora). Amostras de solo foram encaminhadas para análise físico-química e a umidade do solo foi determinada pelo método padrão de estufa (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006). No momento da instalação do experimento, a massa total dos vasos (vaso + solo + água) foi aferida, permitindo a correção posterior do conteúdo de água. O controle da irrigação foi realizado diariamente pela pesagem individual dos vasos, sendo o conteúdo evapotranspirado em cada vaso considerado como base para reposição de água. Semearam-se sete sementes de feijão comum (Cultivar Pérola) por vaso, para posterior desbaste (dez dias após a semeadura) mantendo-se duas plantas por vaso.

Para o preparo das suspensões de conídios de *Fusarium. solani* f. sp. *phaseoli* e *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli*, os isolados fúngicos foram repicados separadamente para placas de Petri, contendo batata-dextrose-ágar (BDA) e mantidas por 10 dias a 24 °C com fotoperíodo de 12 h em sala climatizada. Após esse período, seis discos de micélio de cada isolado foram transferidos para sacos plásticos contendo arroz (sem casca) previamente umedecido com 100 mL de água destilada e autoclavado (30 min a 121 °C a 1 atm). Os sacos plásticos foram mantidos em sala climatizada a 25 °C com fotoperíodo de 12 h, por 20 dias. Após esse período, o substrato colonizado por cada isolado foi colocado em um recipiente com água esterilizada (100 mL de água para cada 20 g de arroz) e agitado por 5 min. As suspensões resultantes foram coadas e, com auxílio de um hemacitômetro, determinou-se a concentração das suspensões de conídios de cada isolado. As suspensões foram calibradas e ajustadas para a concentração de 1×10^6 conídios mL⁻¹ (RAVA; SARTORATO; COSTA, 1996).

Após 10 dias de emergência, as plantas de feijoeiro foram retiradas e as raízes lavadas em água corrente e cortadas em cerca de 1 cm da parte terminal do sistema radicular, sendo imersas nas suspensões fúngicas citadas (separadamente), durante 5 minutos (CÂNDIDA *et al.*, 2009; CAVALCANTI; COELHO; PEREZ, 2002). As plantas foram, então, replantadas e submetidas aos seguintes tratamentos: (T1) - variações percentuais de 100%, 80% e 100% de umidade do solo, (simulando um solo encharcado); (T2) - variações percentuais de 80%, 50% e 80% de umidade do solo (as plantas iniciavam com 80% de umidade do solo, deixava-se a quantidade de água baixar até 50%, sendo, então, feita a reposição ao valor inicial) (simulando um solo na capacidade de campo) e (T3) - variações percentuais de 60%, 25% e 60% de umidade do solo (as plantas iniciavam com 60% de umidade do solo, deixava-se a quantidade de água baixar até 25%, sendo, então, feita a reposição ao valor inicial) (simulando um

solo com déficit hídrico) (CAIXETA *et al.*, 2010). Os demais tratamentos T4, T5 e T6 seguiram os mesmos percentuais de umidade dos tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente, porém sem inoculação dos patógenos.

Foram conduzidos dois experimentos com os mesmos tratamentos, um experimento para cada patógeno. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 18 repetições em casa de vegetação.

Por meio de amostras destrutivas de plantas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação, foram estimadas as variáveis: massa seca de folhas do sistema radicular e do caule, comprimento do sistema radicular e da parte aérea, área foliar e severidade da doença. Para obtenção da massa seca, as amostras de plantas foram secas em estufa a 65 °C. O comprimento do sistema radicular e da parte aérea foi obtido com o auxílio de régua graduada em centímetros. A área foliar foi estimada por meio do método de disco, que consistiu em retirar 10 discos (1 cm de diâmetro) nos trifólios de forma aleatória, por planta, secá-los em estufa a 65 °C, até alcançar peso constante, e pesá-los. Com a utilização da equação (1), determinou-se a área foliar (cm²planta⁻¹).

Equação 2:

$$AD \times FSF \times ND / FSD \quad (1)$$

Em que:

AD= área do disco (cm²);

FSF= fitomassa seca de folhas (g);

ND= número de discos;

FSD= fitomassa seca dos discos (g).

Para a estimativa da severidade da podridão radicular, causada por *F. solani* f. sp. *phaseoli*, segue-se a escala de notas, em que: 1 = sem sintomas visíveis; 3, 5, e 7 = aproximadamente 10%, 25% e 50% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões, respectivamente; e 9 = aproximadamente 75% dos tecidos do hipocótilo e da raiz afetados. Para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, seguiram as seguintes notas, onde: 1 = plantas sem sintomas visíveis; 3 = 10% das folhas com sintomas de murcha; 5 = 25% das folhas com sintomas de murcha e clorose; 7 = 50% das folhas murchas, clorose e necrose e 9 = 75% das folhas ou mais severamente atrofiadas e plantas mortas (SCHOONHOVEN; PASTOR-CORRALES, 1987).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

De acordo com os dados obtidos no experimento com *F. solani* f.sp. *phaseoli*, verificou-se que o fornecimento adequado de água, evitando excesso e baixa umidade, proporcionou um desenvolvimento melhor das plantas, em que no (T5) (simulando um solo na capacidade de campo), aos 55 dias, observaram-se os maiores índices de fitomassa seca de folhas e caule (Tabela 1).

Observou-se, também, que somente nas condições de encharcamento (T4) e de déficit hídrico, sem a presença do patógeno (T6), as plantas de feijoeiro apresentaram

sintomas de estresse (Tabela 1). A umidade do solo, em excesso ou em falta, pode afetar diretamente o desenvolvimento do patógeno e de seu hospedeiro, já que a água contida no solo é parcialmente utilizada pelos mesmos (MACDONALD, 1994; TSAI; BARAIBAR; ROMANI, 1992).

Tabela 1 - Valores de fitomassa seca de plantas de feijão inoculadas com *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.

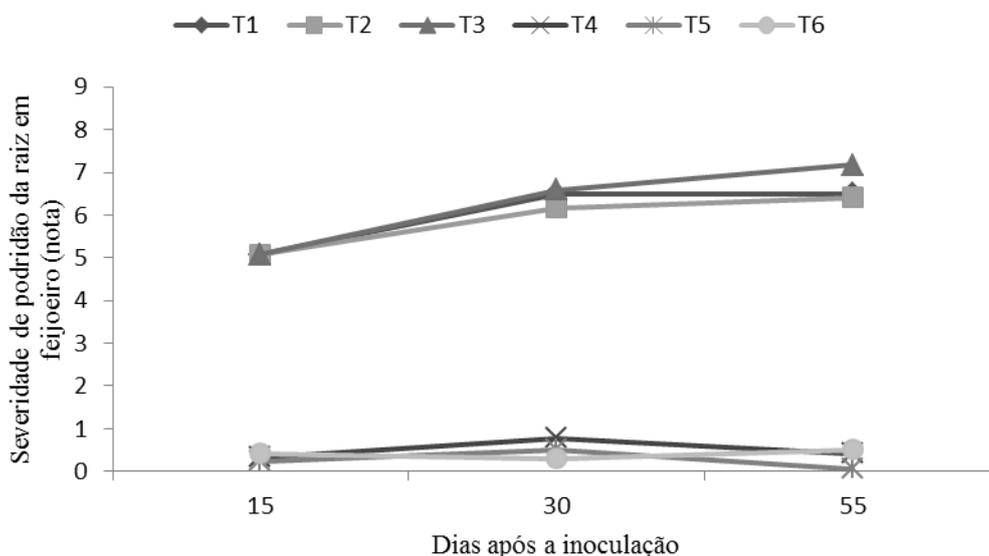
Fitomassa Seca de Raiz (g) Tratamento	Dias após a Inoculação		55 CV(%) = 34,18
	15	30	
T1	0,120 aB	0,183 aAB	0,252 abA*
T2	0,137 aB	0,179 aB	0,278 abA
T3	0,167 aB	0,178 aB	0,267 abA
T4	0,130 aAB	0,088 abB	0,199 bA
T5	0,104 aB	0,103 abB	0,334 aA
T6	0,096 aB	0,064 bB	0,181 bA
Tratamentos	Fitomassa Seca de Folhas (g)		CV(%) = 40,18
T1	0,208 aA	0,186 aA	0,283 bA
T2	0,178 aB	0,199 aAB	0,322 bA
T3	0,212 aA	0,204 aA	0,306 bA
T4	0,208 aAB	0,104 aB	0,303 bA
T5	0,194 aB	0,141 aB	0,537 aA
T6	0,183 aA	0,143 aA	0,202 bA
Tratamentos	Fitomassa Seca de Caule (g)		CV(%) = 30,75
T1	0,122 aB	0,192 aB	0,335 bA
T2	0,090 aC	0,180 aB	0,354 bA
T3	0,100 aB	0,172 aB	0,350 bA
T4	0,100 aB	0,144 aB	0,301 bA
T5	0,082 aB	0,163 aB	0,552 aA
T6	0,086 aB	0,113 aB	0,255 bA
Tratamentos	Comprimento de Raiz (cm)		CV(%) = 25,13
T1	26,708 abA	32,208 abA	32,208 aA
T2	23,042 abB	34,708 aA	29,083 aAB
T3	29,750 aA	32,167 abA	25,898 aA
T4	23,000 abB	18,417 cB	36,583 aA
T5	18,917 abB	22,833 bcB	35,083 aA
T6	17,542 bB	16,375 cB	29,917 aA
Tratamentos	Comprimento de Parte Aérea (cm)		CV(%) = 16,69
T1	11,708 abB	17,042 aA	19,667 abA
T2	8,542 bB	15,300 aA	18,417 abcA
T3	9,375 abC	16,417 aB	20,542 aA
T4	13,542 aA	15,583 aA	15,958 bcA
T5	12,542 abB	15,500 aB	19,000 abcA
T6	11,267 abB	13,042 aAB	15,208 cA

Tratamentos	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)		CV(%) = 41,30
T1	12,859 aA	13,885 aA	15,884 bA
T2	10,100 aB	13,337 aAB	19,086 abA
T3	13,400 aA	15,128 aA	18,153 abA
T4	14,626 aA	6,479 aA	12,935 bA
T5	18,323 aB	11,685 aB	28,251 aA
T6	16,750 aA	15,178 aA	12,238 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos (T1, T2 e T3) quanto à severidade da doença incitada por *F. solani* f.sp. *phaseoli*, aos 15 dias após a inoculação, atribuindo a mesma nota para os três tratamentos (nota 5, ou seja, 25% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões) (Figura 1). Aos 30 e 55 dias após a inoculação, o índice de doença se mostrou constante, sendo atribuídas notas entre 6 e 7 para os três tratamentos citados, o que, segundo Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), representa aproximadamente 50% dos tecidos do hipocótilo e da raiz cobertos com lesões (Figura 1).

Figura 1: Índice de severidade de doença em plantas de feijão, atribuídas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação de *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.



Zambolim; Costa e Vale (1997) relataram que a severidade da podridão radicular do feijoeiro pode ser agravada quando submetida a condições de estresse provocadas por excesso de umidade no solo ou períodos secos prolongados. No

presente estudo, essas condições de estresse não foram suficientes para aumentar a severidade da podridão radicular em comparação a um solo na capacidade de campo (Figura 1). Para Burke (1965), a ocorrência de *F. solani* f.sp. *phaseoli* pode ser favorecida por vários fatores ambientais estressantes, tais como suprimento desuniforme de água, plantios muito densos, compactação do solo e temperatura.

Nos tratamentos (T4, T5 e T6), não foi observado nenhum sintoma da doença, o que era esperado, pois os mesmos não foram submetidos à inoculação com os patógenos (Figura 1).

Segundo Miller e Burke (1975), *F. solani* f.sp. *phaseoli* pode ser altamente patogênico tanto em condições de baixa umidade como em condições de alta umidade, o que corrobora com o presente trabalho (Figura 1).

No experimento utilizando com o fungo *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, observou-se resultados semelhantes ao experimento envolvendo o fungo *F. solani* f.sp. *phaseoli*, em que verifica-se maiores índices de fitomassa seca de folhas e caule para o tratamento 5 (simulando um solo na capacidade de campo), aos 55 dias, ressaltando a importância do fornecimento adequado de água para o bom desenvolvimento das plantas de feijoeiro (Tabela 2).

Para as variáveis fitomassa seca de raiz e área foliar, o tratamento 5 mostrou altos valores, principalmente aos 55 dias, não diferindo apenas do tratamento 1 (umidade elevada + patógeno) (Tabela 2).

De acordo com a Figura 2, observa-se que o tratamento (T3 - umidade baixa + patógeno) recebeu as maiores notas de severidade (nota 7 aos 30 e 55 dias após a inoculação, o que, de acordo com Schoonhoven e Pastor-Corrales (1987), representa aproximadamente 50% das folhas murchas, clorose e necrose). Essa mesma nota foi verificada, também, para o tratamento (T1 - umidade elevada + patógeno), porém somente aos 55 dias após a inoculação. Esses resultados revelam a agressividade do patógeno nas diferentes condições em que foi submetido, sendo condições de déficit hídrico mais prejudicial ao feijoeiro.

Tabela 2 - Valores de massa seca de plantas de feijão inoculadas com *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.

Fitomassa Seca de Raiz (g) Tratamento	Dias após a Inoculação		
	15	30	55 CV(%) = 34,18
T1	0,162 aA	0,178 aA	0,235 abA*
T2	0,169 aA	0,145 abA	0,152 bA
T3	0,186 aA	0,172 abA	0,146 bA
T4	0,130 aAB	0,088 abB	0,199 bA
T5	0,104 aB	0,103 abB	0,334 aA
T6	0,095 aAB	0,064 bB	0,181 bA

Tratamentos	Fitomassa Seca de Folhas (g)		CV(%)= 43,52
T1	0,153 aB	0,172 aB	0,333 bA
T2	0,164 aAB	0,118 aB	0,281 bcA
T3	0,214 aA	0,167 aA	0,150 cA
T4	0,208 aAB	0,104 aB	0,303 bcA
T5	0,194 aB	0,141 aB	0,537 aA
T6	0,183 aA	0,143 aA	0,202 bcA

Tratamentos	Fitomassa Seca de Caule (g)		CV(%)= 38,37
T1	0,107 aB	0,191 aB	0,338 bA
T2	0,122 aB	0,137 aB	0,253 bA
T3	0,134 aB	0,172 aAB	0,243 bA
T4	0,100 aB	0,144 aB	0,301 bA
T5	0,082 aB	0,163 aB	0,552 aA
T6	0,086 aB	0,113 aB	0,255 bA

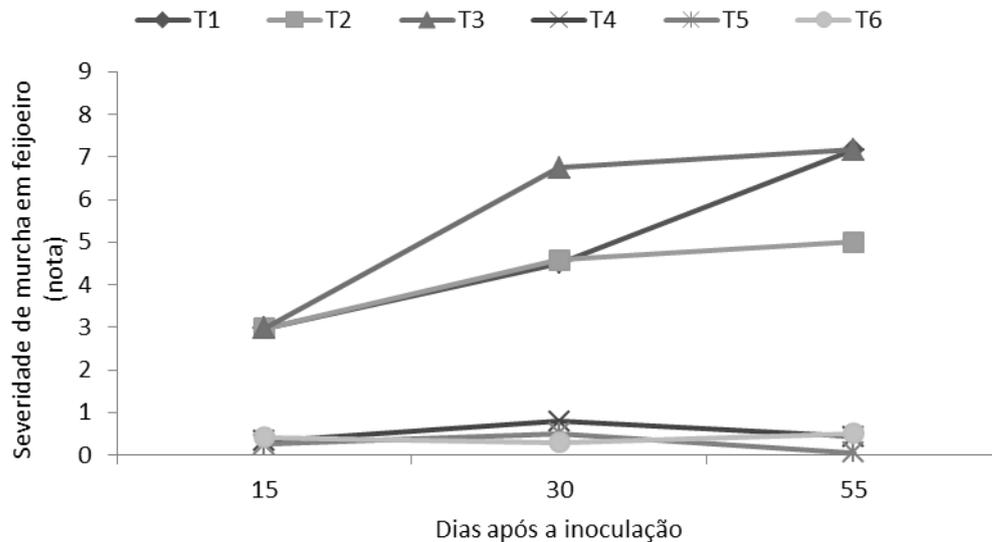
Tratamentos	Comprimento de Raiz (cm)		CV(%)= 22,35
T1	30,208 abA	33,208 aA	30,625 aA
T2	28,500 abcA	25,958 abA	29,450 aA
T3	34,050 aA	21,827 bB	28,750 aAB
T4	23,000 bcdB	18,417 bB	36,583 aA
T5	18,917 cdB	22,833 bB	35,083 aA
T6	17,542 dB	16,375 bB	29,917 aA

Tratamentos	Comprimento de Parte Aérea (cm)		CV(%)= 15,03
T1	11,667 aB	14,250 aB	20,042 aA
T2	11,400 aB	12,792 aB	17,200 abcA
T3	14,200 aAB	12,983 aB	16,800 abcA
T4	13,542 aA	15,583 aA	15,958 bcA
T5	12,542 aB	15,500 aB	19,000 abA
T6	11,267 a B	13,042 aAB	15,208 cA

Tratamentos	Área Foliar (cm ² planta ⁻¹)		CV(%)= 40,35
T1	10,590 aB	11,772 aAB	19,647 abA
T2	12,059 aAB	8,512 aB	17,723 bcA
T3	18,435 aA	14,962 aAB	9,743 cB
T4	14,626 aA	6,479 aB	12,935 bcAB
T5	18,323 aB	11,685 aB	28,251 aA
T6	16,750 aA	15,178 aA	12,238 bcA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 2. Índice de severidade de doença em plantas de feijão, atribuídas aos 15, 30 e 55 dias após a inoculação de *Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli*. (T1 - solo encharcado + patógeno; T2 - solo na capacidade de campo + patógeno; T3 - solo com déficit hídrico + patógeno; T4 - solo encharcado sem patógeno; T5 - solo na capacidade de campo sem patógeno e T6 - solo com déficit hídrico sem patógeno). UNIPAM, Patos de Minas – MG, 2011.



Com os resultados apresentados, quando comparados a outros autores (VIEIRA; RAVA, 2000), verifica-se que o suprimento uniforme de água é uma ferramenta importante no manejo de *F. oxysporum f.sp. phaseoli* (Figura 2).

A condição de baixa umidade aliada à presença do patógeno (T3) impõe condições de estresse para o crescimento das plantas, resultando em exsudação radicular e aumento do potencial de infecção (CURL, 1982). Liddell (1997) também afirmou que condições de baixa umidade são favoráveis para a infecção de algumas espécies de *Fusarium*. Como consequência, a severidade da doença tende a ser maior (Figura 2).

Silveira e Stone (2001) afirmaram que os efeitos da água de irrigação em relação à predisposição do feijoeiro ao ataque dos patógenos do solo, decorrente do excesso ou do déficit hídrico, estão intimamente ligados a outros fatores, como temperatura e nutrição que, por sua vez, são fundamentais na perda ou na absorção de nutrientes, inclusive reduzindo o teor de oxigênio no solo. Segundo esses mesmos autores, a planta de feijoeiro, em solos com altos teores de umidade, terá uma intensidade maior de murcha de *Fusarium*, o que foi verificado nesse trabalho somente aos 55 dias após a inoculação do patógeno (Figura 2). A severidade da doença foi maior em condições de estresse hídrico (T3) aos 30 dias e se mantendo aos 55 dias (Figura 2), o que resultou em plantas com menor valor de área foliar quando comparado ao tratamento 1 (umidade alta + patógeno) (Tabela 2).

Para Taiz e Zeiger (2004), em algumas plantas o estresse hídrico pode limitar o crescimento e, também, o número de folhas. Segundo Araújo *et al.*, (1996), o feijoeiro é muito suscetível a doenças e pragas, onde a própria arquitetura da planta é deficiente e apresenta, por exemplo, um sistema radicular limitado. Tais características aliadas ao déficit hídrico fizeram com que a planta de feijão se tornasse mais suscetível ao patógeno, agravando a severidade da doença (Figura 2).

Nos tratamentos (T4, T5 e T6), não foi manifestado nenhum sintoma da doença, o que era esperado, pois os mesmos não foram submetidos à inoculação com os patógenos (Figura 2).

Esses resultados corroboram com Vieira e Rava (2000), que verificaram uma ocorrência maior de murcha de *Fusarium* em solos secos ou alternadamente secos do que em solos úmidos, devido à capacidade do fungo de se manter altamente patogênico nessas condições. Liddell (1997) também afirma que zonas áridas e semiáridas favorecem alguns patógenos do gênero *Fusarium*.

Conclusão

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a interação entre *F. solani* f.sp. *phaseoli* e os diferentes teores de umidade do solo não influenciam na agressividade do patógeno. Já para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, verificou-se que plantas submetidas ao déficit hídrico se tornam mais suscetíveis ao ataque do patógeno. Logo, o manejo adequado da água, evitando principalmente baixos teores de umidade do solo, pode minimizar as perdas ocasionadas pelo fungo.

Referências

ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba: Potafos, 1996.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. *Manual de Irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006.

BUENO, C.J.; AMBRÓSIO, M.M.Q.; SOUZA, N.L. Produção e avaliação da sobrevivência de estruturas de resistência de fungos fitopatogênicos habitantes do solo. *Summa Phytopathologica*, v. 33, n. 01, p. 47-55, 2007.

BURKE, D.W. Plant spacings and *Fusarium* root rot of beans. *Phytopathology*, v. 55, n. 55. p. 757-759, 1965.

CAIXETA, D.F.; FAGAN, E.B.; LIMA e SILVA, C.P.; MARTINS, K.V.; ALVES, V.A.B.; SILVA, R.B.; GONÇALVES, L.A. Crescimento da plântula de milho à aplicação de inseticidas na semente sob diferentes disponibilidades hídricas. *Uruguaiana*, v. 17, n. 01, p. 78-87, 2010.

CÂNDIDA, D.V.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; CARNEIRO, M.S. Controle genético da murcha do fusário (*Fusarium oxysporum*) em feijoeiro comum. *Tropical Plant Pathology*, v. 34, n. 06, p. 379-384, 2009.

CAVALCANTI, L.S.; COELHO, R.S.B.; PEREZ, J.O. Utilização de dois métodos de inoculação na avaliação da resistência de culturas e linhagens de feijoeiro a *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. *Ciência Rural*, v. 32, n. 01, p. 1-5, 2002.

CURL, E.A. The rhizosphere: relation to pathogen behavior and root disease. *Plant Disease*, v. 66, n. 07, p. 624-630, 1982.

FERREIRA, D.F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000.

HALL, R. *Compendium of Bean Diseases*. St. Paul. APS Press. 1994.

LIDDELL, C.M. Abiotic factors and soilborne diseases. In: Hillocks, R.J.; Waller, J.M. (Eds.). *Soilborne Diseases of Tropical Crops*. Wallingford: CAB International, 1997. p. 365-376.

MACDONALD, J.D. The soil environment. In: CAMPBELL, C.L.; BENSON, D.M. (Eds.). *Epidemiology and Management of Root Diseases*. Hidelberg: Spring-Verlag, 1994. p. 82-115.

MENZIES, J.D. Survival of microbial plant pathogens in soil. *Botanical Review*, v. 29, p. 79-122, 1963.

MILLER, D.E.; BURKE, D.W. Temporary excessive soil moisture predisposes bean to *Fusarium* root rot. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, v. 18, p. 48-49, 1975.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; COSTA, J.G.C. Reação de genótipos de feijão comum ao *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* em casa-de-vegetação. *Fitopatologia Brasileira*, v. 21, n. 02, p. 296-300, 1996.

SILVA COSTA, J.L. Reconstrução do solo e manejo de culturas no controle de podridões radiculares em feijoeiro. *Fitopatologia Brasileira*, 27(Supl), p. 254, 2002.

SILVA, G.C.; GOMES, D.P.; KRONKA, A.Z.; MORAES, M.H. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. *Semina Ciências Agrárias*, v. 29, n. 01, p. 29-34, 2008.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. *Irrigação do Feijoeiro*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001.

SCHOONHOVEN, A.V.; PASTOR CORRALES, M.A. *Standard system for the evaluation of bean germplasm*. Cali: CIAT, 1987. p. 54.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. In: BRESSAN, R.A.; HASEGAWA, P.M.; LOCY, R.D. (Eds.) *Fisiologia do estresse*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 615-643.

THUNG, M.D.T.; OLIVEIRA, I.P. *Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle*. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 1998. p. 172.

TSAI, S.M.; BARAIBAR, A.V.L.; ROMANI, V.L.M. Efeito de fatores do solo. In: CARDOSO, E.J.B.N.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. (Eds.) *Microbiologia do Solo*. Campinas. Sociedade Brasileira do solo, 1992. p. 59-67.

VIEIRA, C. PAULA JÚNIOR, T.J. BOREM, A. *Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998.

VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. *Sementes de feijão: produção e tecnologia*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F.X.R. Feijão comum: podridão, tombamento e murcha causados por fungos do solo. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Eds.) *Controle de Doenças de Plantas: Grandes Culturas*. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. p. 375-402.

Reação do cultivar de cenoura BRS Brasília à mistura populacional de *Meloidogyne incognita* raça 2 e *Meloidogyne javanica*

Reaction of carrot cultivar BRS Brasília to a population mix of *Meloidogyne incognita* race 2 and *Meloidogyne javanica*

Rafael Henrique Fernandes¹; Darlan Ferreira Borges²; Everaldo Antônio Lopes³

¹ Doutorando em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG.
E-mail: rafael.fernandes@ufv.br

² Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG. E-mail: darlan.f.borges@gmail.com

³ D.Sc., Professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV) – Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, MG. E-mail: everaldolopes@ufv.br

Resumo: O cultivar de cenoura BRS Brasília pode comportar-se como resistente ou tolerante a *Meloidogyne* spp. No entanto, a resposta do cultivar a misturas populacionais de nematoides ainda é pouco conhecida. Assim, avaliou-se, neste trabalho, a reação do genótipo a populações mistas de *M. incognita* raça 2 (Mi) e *M. javanica* (Mj) em casa de vegetação. A massa das raízes frescas e a severidade dos sintomas (índices de galhas e de McKinney) nas raízes foram avaliadas após cultivo por 110 dias em vasos de 3,8 L contendo mistura solo: areia (1:1, v:v) infestada com 0, 2500 e/ou 5000 de ovos de Mi e, ou Mj. A massa média das raízes foi 26,83 ± 10,34 g e não foi alterada por nenhuma combinação de inóculo de Mj e Mi. O maior índice de infecção foi observado quando o inóculo consistiu na aplicação de 5000 ovos de *M. javanica* ao solo. Na maioria das parcelas, a frequência de raízes classificadas com notas 0 a 2 (ausência de galhas ou presença de poucas galhas, principalmente nas raízes secundárias) pelo índice de galhas foi maior do que 60%. O cultivar BRS Brasília é tolerante à mistura populacional de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica*.

Palavras-chave: *Daucus carota*. Nematóide das galhas. Resistência. Tolerância.

Abstract: The carrot cultivar BRS Brasília can be resistant or tolerant to *Meloidogyne* spp. However, the response of the cultivar to population mix of nematodes is still a little bit known. Thus, it was assessed, in this research, the reaction of this genotype to population mix of *M. incognita* race 2 (Mi) and *M. javanica* (Mj) in greenhouse. The fresh weight of the roots and the severity of symptoms (galls and McKinney's indexes) in the roots were evaluated after cultivation for 110 days in pots containing a mixture of 3.8 L soil: sand (1: 1, v: v) infested with 0, 2500, or 5000 eggs of Mi or Mj. The average weight of the roots was 26.83 ± 10.34 g and was not altered by any combination of inoculum Mj and Mi. The highest rate of infection was observed when the inoculum consisted in the application of 5000 of *M. javanica* in the soil. In

most of the plots, the frequency of roots classified with notes 0 to 2 by the gall index (no galls or the presence of few galls, mainly in the secondary roots) was higher than 60%. The carrot cultivar BRS Brasília is tolerant to the population mix of *M. incognita* race 2 and *M. javanica*.

Keywords: *Daucus carota*. Root-knot nematode. Resistance. Tolerance.

Introdução

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no Brasil, especialmente na região do Alto Paranaíba em Minas Gerais (VILELA; BORGES, 2008). Nessa região, a cenoura é cultivada durante todo o ano e um dos principais fatores que limitam a produção é o ataque de fitonematoides, principalmente as espécies *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* (BONTEMPO *et al.*, 2014).

Plantas de cenoura parasitadas pelo nematoide das galhas (*Meloidogyne* spp.) geralmente produzem raízes pequenas, bifurcadas e com galhas. Esses defeitos interferem na classificação comercial do produto, resultando em descarte das raízes (WALKER, 2004; GUGINO *et al.*, 2006). A severidade dos sintomas depende da combinação de fatores, dentre eles o tipo de solo, a época de semente e o cultivar usado, da população inicial do patógeno, além da(s) espécie(s) encontrada(s) no solo (WESEMAEL; MOENS, 2008). A ocorrência de populações mistas, comum em áreas agrícolas no Brasil, dificulta a adoção de estratégias de manejo do patógeno, como a rotação de culturas e o uso de variedades resistentes (FERRAZ *et al.*, 2010).

O cultivar BRS Brasília pode comportar-se como resistente ou tolerante ao nematoide das galhas, por limitar sua multiplicação ou por não sofrer redução na produtividade, mesmo que o patógeno ainda infecte e reproduza em suas raízes, respectivamente (VIEIRA *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2005; CHARCHAR *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011). Em razão dessas características, é recomendado para áreas infestadas em plantios na safra de primavera/verão e também serve como fonte de resistência em programas de melhoramento genético da cultura (VIEIRA *et al.*, 2003; VIEIRA *et al.*, 2005). No entanto, a resistência ou tolerância do genótipo pode sofrer influência de condições ambientais, como temperatura e umidade do solo acima de 30°C e 80%, respectivamente (CHARCHAR *et al.*, 2007). Além disso, o comportamento do cultivar em condições de misturas populacionais de nematoides ainda é pouco conhecido (CHARCHAR *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2011). Assim, avaliou-se, neste trabalho, a reação do cultivar BRS Brasília a populações mistas de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica* em casa de vegetação.

Material e Métodos

Vasos de plástico de 3,8 L foram preenchidos com uma mistura de solo e areia (1:1; v:v), previamente submetida à solarização por quatro semanas. A ausência de fitonematoides vivos no substrato solarizado foi confirmada após a coleta de amostra composta de 500 g, extração de nematoides pelo método de flutuação centrífuga em solução de sacarose (JENKINS, 1964) e observação em microscópio óptico. Superfosfato simples, na dose de 5 g kg⁻¹, foi misturado à mistura logo após a solarização.

Após o enchimento dos vasos, o substrato para cultivo de cenoura foi infestado com 2 mL de suspensão, contendo 2500 e/ou 5000 de ovos de *M. incognita* raça 2 e/ou *M. javanica*, aplicados em três furos de 2 cm de profundidade. Água destilada foi aplicada nas parcelas controle. Em seguida, o inóculo foi manualmente homogeneizado no perfil do solo com auxílio de espátula. Os ovos dos nematoides foram obtidos a partir de populações puras de raízes de tomateiros (*Solanum lycopersicum* L.) infectados e mantidos em casa de vegetação. O inóculo foi extraído das raízes pelo método de Hussey e Barker (1973), modificado por Boneti e Ferraz (1981).

Seis sementes de cenoura cultivar BRS Brasília foram semeadas em cada vaso, aproximadamente a 2 cm de profundidade. O desbaste ocorreu aos 15 dias após o semeio (DAS), deixando as duas plantas mais vigorosas por vaso. Para isso, apenas a parte aérea foi descartada e as raízes foram incorporadas ao solo a 1 cm de profundidade.

As plantas foram irrigadas uma a duas vezes por dia, visando manter o solo próximo da capacidade de campo. As plantas foram adubadas semanalmente com a aplicação de 30 mL da formulação N-P-K 15-15-20 + micronutrientes (3 g L⁻¹, Ouro Verde®). A massa das raízes frescas e a severidade dos sintomas causados pelos nematoides nas raízes foram avaliadas aos 110 DAS. A massa das raízes foi mensurada logo após a colheita com auxílio de balança digital. A severidade foi avaliada por meio do índice de galhas (HUANG; CHARCHAR, 1982) com notas variando de 0 a 5, em que: 0 = raízes sem galhas; 1 = sem galhas na raiz principal e ≤ 10 galhas pequenas nas raízes secundárias; 2 = ≤ 10 galhas pequenas em ambos os tipos de raízes; 3 = ≤ 10 galhas pequenas na raiz principal e > 10 galhas agregadas nas raízes secundárias; 4 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes; 5 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes e com algum tipo de deformação na raiz principal. Por se tratar de uma escala com variáveis discretas (notas) e visando a análise variância entre os tratamentos, os dados também foram transformados para o índice de McKinney (1923), de acordo com a equação: $IM (\%) = [(N_{\text{de plantas com nota 0}} \times 1) + (N_{\text{de plantas com nota 1}} \times 2) + (N_{\text{de plantas com nota 2}} \times 3) + \dots + (N_{\text{de plantas com nota 5}} \times 6)] / [(\text{Total de plantas avaliadas} \times \text{grau máximo da escala, ou seja, 5})]$.

O delineamento experimental adotado nos experimentos foi do tipo inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (níveis de inóculo de *M. incognita* – 0, 2500 ou 5000 ovos x níveis de inóculo de *M. javanica* – 0, 2500 ou 5000 ovos), com cinco repetições. A parcela experimental foi representada por um vaso com duas plantas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do software R versão 3.1.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014).

Resultados e Discussão

A massa das raízes de cenoura BRS Brasília não foi alterada por nenhuma combinação de inóculo de *M. javanica* e *M. incognita* (Figura 1). A massa média das raízes foi de 26,83 ± 10,34 g e na ausência de nematoides foi de 21,0 ± 6,27 g. Assim, o acúmulo de biomassa de raízes sofreu pouca ação da presença de ambas as espécies de

nematoides, independentemente da densidade populacional, confirmando a tolerância do cultivar BRS Brasília ao nematoide das galhas (SILVA *et al.*, 2011).

Na maioria das parcelas infestadas com *M. javanica* e *M. incognita*, a frequência de raízes classificadas com notas 0 a 2, pelo índice de galhas de Huang e Charchar (1982), foi maior do que 60% (Figura 2). Nesses casos, as raízes principais não tinham sintomas de galhas ou apenas galhas pequenas foram observadas, principalmente nas raízes secundárias. Dessa forma, não tinham deformações que são consideradas defeitos graves e que resultariam em descarte (CEAGESP, 1999).

Por sua vez, a frequência de raízes classificadas com as notas 3 a 5 nas parcelas infestadas apenas com 5000 ovos de *M. incognita* ou de *M. javanica* e com 5000 de *M. javanica* + 2500 de *M. incognita* foi de 40%, 40% e 50%, respectivamente (Figura 2). A maior frequência de raízes classificadas com nota 5, com alguma deformação na raiz principal, foi de 20% em parcelas infestadas com apenas 5000 ovos de *M. javanica*. Raízes bifurcadas são consideradas descarte e, em campos de produção de cenoura no Brasil, são deixadas no campo logo após a colheita e classificação prévia no local (BONTEMPO *et al.*, 2014). Além disso, raízes com galhas volumosas formadas próximo às lenticelas da raiz principal também são consideradas defeitos graves (CEAGESP, 1999). No entanto, não houve diferença na massa das raízes consideradas comerciais (notas 0 a 2) e não comerciais (notas 3 a 5), independentemente da combinação de inóculo, razão pela qual apenas a média de produção de raízes totais foi apresentada (Figura 1).

Figura 1: Massa de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) BRS Brasília cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* (Mj) e, ou *M. incognita* (Mi) aos 110 dias após o semeio. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014. Ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Coeficiente de variação = 37,16 %.

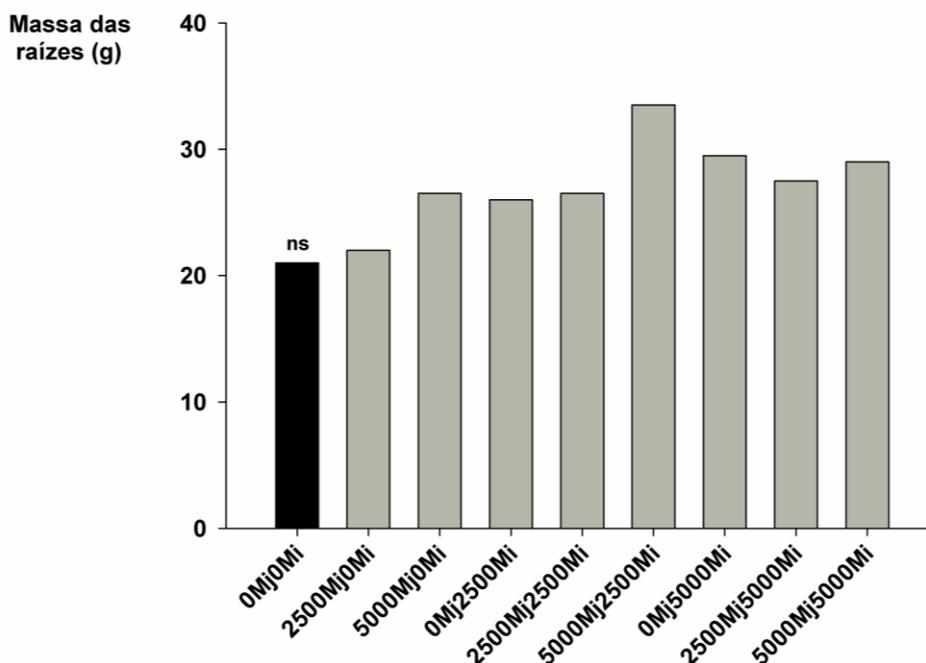
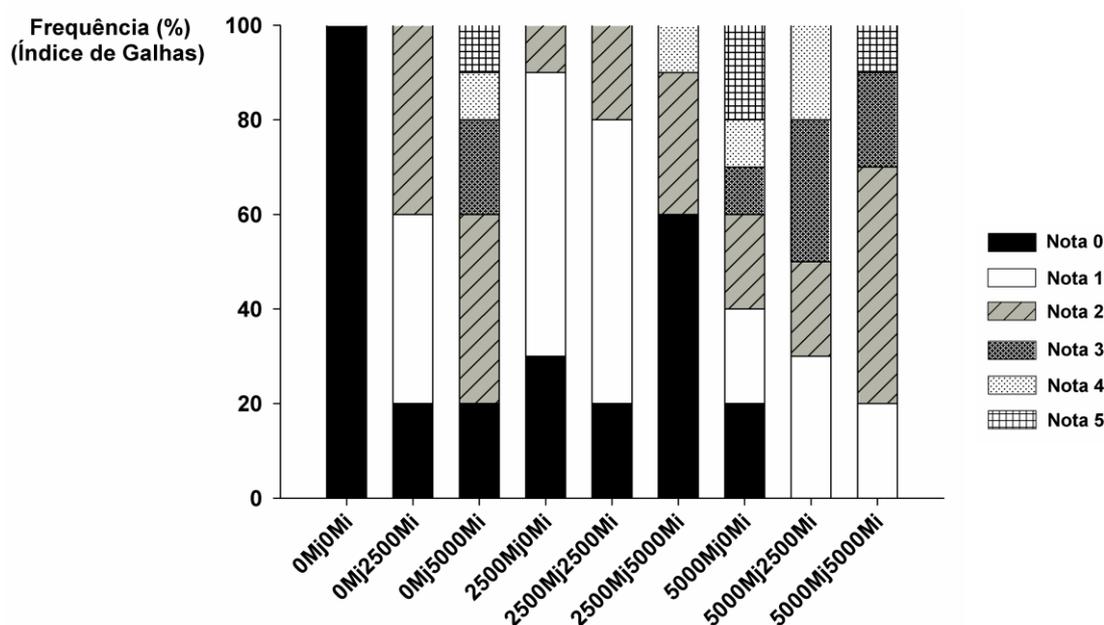


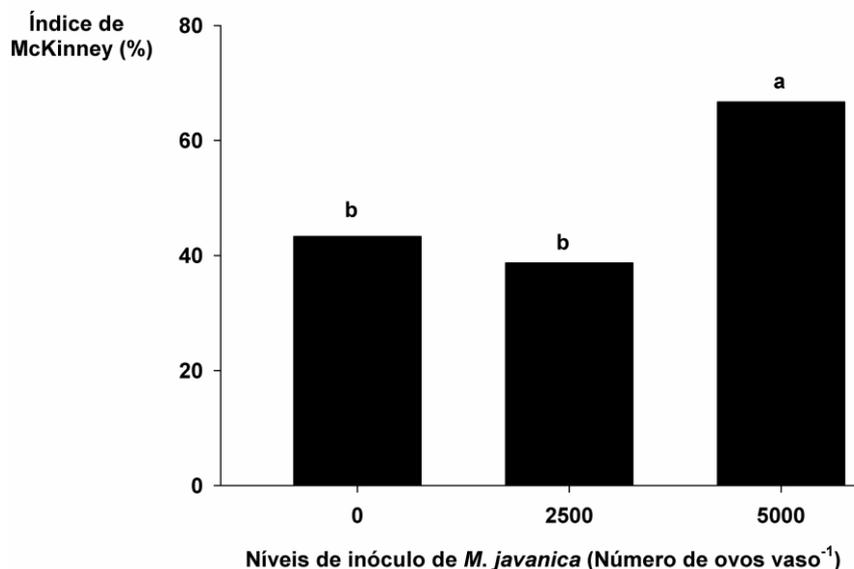
Figura 2: Frequência de raízes de cenoura (*Daucus carota* L.) BRS Brasília classificadas com as notas 0 a 5 pelo índice de galhas, proposto por Huang e Charchar (1982), cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* (Mj) e/ou *M. incognita* (Mi) aos 110 dias após o semeio. Nota 0 = raízes sem galhas; Nota 1 = sem galhas na raiz principal e ≤ 10 galhas pequenas nas raízes secundárias; Nota 2 = ≤ 10 galhas pequenas em ambos os tipos de raízes; Nota 3 = ≤ 10 galhas pequenas na raiz principal e > 10 galhas agregadas nas raízes secundárias; Nota 4 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes; Nota 5 = > 10 galhas agregadas em ambos os tipos de raízes e com algum tipo de deformação na raiz principal. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014.



As avaliações da população final de nematoides no solo, dos números de galhas e ovos poderiam fornecer informações sobre a taxa de multiplicação dos nematoides nas plantas do cultivar Brasília (SILVA *et al.*, 2011). No entanto, tais variáveis não foram consideradas neste trabalho, pois, embora relevantes, o objetivo da pesquisa era verificar alterações qualitativas nas raízes e o quanto a combinação de inóculo dos nematoides poderia induzir a deformação das raízes. Assim, uma planta poderia ter fator de reprodução do nematoide maior do que 1 e, por isso, ser considerada suscetível (SILVA *et al.*, 2011). No entanto, se as galhas e as massas de ovos estiverem localizadas nas raízes secundárias e não na raiz principal, o produto poderia ser considerado comercializável, desde que nenhuma alteração morfológica depreciativa na raiz principal fosse observada, visto que as raízes secundárias podem ser facilmente eliminadas durante o beneficiamento (CEAGESP, 1999; GUGINO *et al.*, 2006; BONTEMPO *et al.*, 2014).

Com a transformação do índice de galhas (HUANG; CHARCHAR, 1982) para o índice de McKinney (1923), foi observada efeito apenas em relação aos níveis de inóculo de *M. javanica*, independentemente do número de ovos de *M. incognita* adicionados ao solo (Figura 3).

Figura 3. Índice de McKinney (%) (*Daucus carota* L.) em raízes de cenoura BRS Brasília cultivada em solo infestado com 0, 2500 ou 5000 ovos de *Meloidogyne javanica* aos 110 dias após o semeio. Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. UFV, Rio Paranaíba, MG. 2014.



O maior índice de infecção foi observado quando o inóculo consistiu na aplicação de 5000 ovos de *M. javanica* ao solo (Figura 3). Por sua vez, não houve diferença entre as parcelas sem o nematoide e aquelas que foram inoculadas com 2500 ovos de *M. javanica*. Tal resultado corrobora o exposto na Figura 2, onde apenas 20% das raízes que foram inoculadas com 5000 ovos de *M. javanica* (5000Mj0Mi, 5000Mj2500Mi e 5000Mj5000Mi) foram classificadas com a nota 0.

Ainda assim, poucas deformações morfológicas foram observadas nas raízes do experimento de modo a classificá-las como descarte. Por isso, pode-se concluir que, apesar dos nematoides terem infectado e se multiplicado nas raízes, o cultivar BRS Brasília comportou-se como tolerante aos patógenos.

Conclusão

O cultivar de cenoura BRS Brasília é tolerante à mistura populacional de *M. incognita* raça 2 e *M. javanica*.

Referências

BONETI, J.I.S; FERRAZ, S. Modificações do método de Hussey & Barker para extração de ovos de *Meloidogyne exigua* em raízes de cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira*. v. 6, p. 553, 1981.

- BONTEMPO, A.F.; FERNANDES, R.H.; LOPES, J.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A. *Pochonia chlamydosporia* controls *Meloidogyne incognita* on carrot. *Australasian Plant Pathology*. v. 43, p. 421-424, 2014.
- CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. *Classificação de cenoura: programa de adesão voluntária*. São Paulo: Programa Horti & Fruti, 1999. 8 p. (Folder).
- CHARCHAR, J.M.; GONZAGA, V.; VIEIRA, J.V.; OLIVEIRA, V.R.; MOITA, A.W.; ARAGÃO, F.A.S. Efeito da rotação de culturas no controle de *Meloidogyne* spp. em cenoura na região Norte do estado de Minas Gerais. *Nematologia Brasileira*. v. 31, p. 173-179, 2007.
- FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; LOPES, E.A. & DIAS-ARIEIRA, C.R. *Manejo sustentável de fitonematoides*. Viçosa: Editora UFV, 2010.
- GUGINO, B.K.; ABAWI, G.S.; LUDWIG, J.W. Damage and management of *Meloidogyne hapla* using oxamyl on carrot in New York. *Journal of Nematology*. v. 38, p. 483–490, 2006.
- HUANG, C.S.; CHARCHAR, J.M. Preplanting inoculum densities of root-knot nematode related to carrot yield in greenhouse. *Plant Disease*. v. 66, p. 1064-1068, 1982.
- HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Disease Reporter*. v. 57, p. 1025-1028, 1973.
- JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v. 48, p. 692, 1964.
- MCKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal Agricultural Research*. v. 26, p. 195-218, 1923.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing version 3.1.1 (software), 2014.
- SILVA, G.O.; PINHEIRO, J.B.; VIEIRA, J.V.; CARVALHO, A.D.F. Seleção para resistência de genótipos de cenoura aos nematóides-das-galhas. *Horticultura Brasileira*. v. 29, p. 335-341, 2011.
- VIEIRA, J.V.; CHARCHAR, J.M.; ARAGÃO, F.A.S.; BOITEUX, L.S. Heritability and gain from selection for field resistance against multiple root-knot nematode species (*Meloidogyne incognita* race 1 and *M. javanica*) in carrot. *Euphytica*. v. 130, p. 11-16, 2003.

VIEIRA, J.V.; SILVA, J.B.C.; CHARCHAR, J.M.; RESENDE, F.V.; FONSECA, M.E.N.; CARVALHO, A.M.; MACHADO, C.M.M. Esplanada: cultivar de cenoura de verão para fins de processamento. *Horticultura Brasileira*. v. 23, p. 851-852, 2005.

VILELA, N.J.; BORGES, I.O. *Retrospectiva e situação atual da cenoura no Brasil*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 9 p. (Circular Técnica, 59).

WALKER, G.E. Associations between carrot defects and nematodes in South Australia. *Australasian Plant Pathology*. v. 33, p. 579-584, 2004.

WESEMAEL, W.; MOENS, M. Quality damage on carrots (*Daucus carota* L.) caused by the root-knot nematode *Meloidogyne chitwoodi*. *Nematology*. v. 10, p. 261-270, 2008.

Competição entre a cultura da soja e a planta daninha *Chloris polydactyla*

Competition between soybean and the weed *Chloris polydactyla*

*Arthur Arrobas Martins Barroso*¹; *Alfredo Junior Paiola Albrecht*²;
*Leandro Paiola Albrecht*³; *Henrique Lovatel Villetti*⁴; *Giovana Orso*⁵; *Douglas Augusto de Lima Cavalli*⁶; *Ricardo Victoria Filho*⁷

¹ Acadêmico de Doutorado da UNESP/FCAV - Campus de Jaboticabal.
E-mail: arthuragro07@hotmail.com

² Professor da UFPR - Campus Palotina. E-mail: ajpalbrecht@yahoo.com.br

³ Professor da UFPR - Campus Palotina. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

⁴ Acadêmico de Agronomia da UFPR - Campus Palotina.
E-mail: henrique.l.villetti@hotmail.com

⁵ Acadêmica de Agronomia da UFPR - Campus Palotina. E-mail: giovanaorso@hotmail.com

⁶ Acadêmico de Agronomia da USP/ESALQ. E-mail: douglas.cavalli@usp.br

⁷ Professor da USP/ESALQ. E-mail: rvictori@usp.br

Resumo: A interferência de plantas daninhas reduz o potencial produtivo das culturas. É de fundamental importância o conhecimento da biologia dessas plantas, incluindo sua habilidade competitiva, no fomento de um manejo integrado de plantas daninhas. Objetivou-se conhecer com este trabalho a interferência de plantas de Capim-branco no estabelecimento inicial de plantas de soja através do estudo da competição de diferentes densidades de plantas com diferentes cultivares de soja, conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado em casa de vegetação. Avaliou-se a massa seca de ambas as plantas aos 95 dias após a emergência. A competição iniciou-se logo em baixas densidades de plantas daninhas (20 plantas m⁻²) e variou para cada cultivar analisada. As reduções no crescimento de plantas foram superiores a 70%, o que reforça a necessidade do controle dessa espécie.

Palavras-chave: Capim-branco. Interferência. Densidade. *Glycine max*.

Abstract: Weed interference reduces the crops productive potential. It is fundamental to study the biology of these plants, including its competitive ability in the promotion of an integrated weed management. This work aimed to study the interference of Tall wildmill grass plants in soybean early establishment of soybean plants through the study of interference of different plant densities with different soybean cultivars. This study was conducted in a completely

randomized design arrangement under greenhouse conditions. It was analyzed the dry mass of both plants at 95 days after emergence. The competition began soon at low weed densities (20 plants m⁻²) and varied for each cultivar analyzed. Reductions in plant growth were above 70 % which reinforces the need to control this species.

Keywords: Tall wildmill grass. Interference. Density. *Glycine max.*

Introdução

A agricultura nos dias de hoje é um processo altamente tecnológico, porém a média de produtividade em muitos locais é menor do que o potencial genético que a cultura poderia expressar. Essa máxima expressão não ocorre, dentre outros fatores, devido à presença de plantas daninhas, que, quando não controladas, podem levar a perdas de até 95% (TEIXEIRA *et al.*, 2000; DEUBER, 1999). Além da interferência direta (competição por água, luz, espaço, nutrientes e liberação de compostos alelopáticos), as plantas daninhas podem hospedar pragas e doenças, dificultar operações agrícolas e interferir na qualidade final do produto colhido (CARVALHO; VELINI, 2001).

Dentre as plantas daninhas presentes no mundo, a maior família é a das gramíneas (*Poaceas*), que engloba o gênero *Chloris*. Esse é composto por aproximadamente 40 espécies. Algumas dessas plantas são entradas no Brasil como forrageiras, estando, entre elas, as plantas *Chloris gayana* e *Chloris polydactyla* (LORENZI, 2008).

Essas plantas daninhas sempre tiveram importância secundária e nunca foram motivos de grandes estudos. Porém, nos últimos anos, agricultores do Brasil vêm relatando uma dificuldade no controle químico de *Chloris polydactyla* L. (Sw) com o uso do glyphosate em diversas culturas agrícolas, como pomares, área de milho e soja. Esse relato vai de encontro com a dispersão e importância atual dessa espécie (LORENZI, 2014).

Essa espécie é uma planta com fisiologia do tipo C₄, nativa das Américas e distribuída desde a América do Sul até o Sul dos Estados Unidos. Propaga-se via sementes e/ou rizomas (CARVALHO *et al.*, 2005; KISSMANN, 2007). Segundo Carvalho *et al.* (2005), apresenta alta produção final de massa seca e sementes, características que a torna altamente competitiva por recursos do meio. Apresenta, ainda, tolerância a vários herbicidas em estágios mais avançados de crescimento (BRIGHENTI *et al.*, 2007).

A resistência de populações de *C. polydactyla* ao herbicida glyphosate foi recentemente detectada por diferenças no controle entre populações (BRUNHARO, 2012; PLÁCIDO *et al.*, 2013; BARROSO *et al.*, 2014), o que pode explicar esse rápido aumento em frequência e densidade da espécie. Porém, não existe recomendação do herbicida glyphosate especificadamente para *C. polydactyla*, apenas para outras espécies do gênero *Chloris* spp.

Segundo Brunharo (2014), ao se determinar a dose controle para vários acessos, 705,41 g e.a.ha⁻¹ de glyphosate controlaram populações suscetíveis. Doses de 960 g e.a. ha⁻¹ foram ineficientes no controle de populações resistentes. Analisando populações da Cidade de Matão, no Estado de São Paulo, Barroso *et al.* (2014) e Brunharo (2014),

chegaram a um fator de resistência que variou de 3,9 a 7,9 em comparação à populações mais suscetíveis registradas. Ainda segundo esses autores, a resistência dessa espécie pode estar relacionada com uma menor absorção do herbicida no biótipo resistente, pois não parece haver mutações específicas na sequência do gene que expressa a EPSPs (BRUNHARO, 2014).

Baseado no aumento de áreas agrícolas com a presença de *C. polydactyla*, na seleção de plantas resistentes, e na pouca literatura existente sobre o potencial de interferência da espécie, objetivou-se avaliar a interferência de *C. polydactyla* no estabelecimento inicial de plantas de soja (*Glycine max*).

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo (ESALQ - USP), pertencente ao Departamento de Produção Vegetal. Os vasos utilizados apresentavam capacidade de sete litros, que foram preenchidos totalmente com solo médio-argiloso, com as seguintes características: pH: 6,2; P: 5 mg.kg⁻¹; K, Ca, Mg, H+Al, SB, T e V (%): 4,2; 41; 15; <26; 60,1; 72,5 mmol.dm⁻³ e 83%, respectivamente; e teores de argila, silte, areia total de 276, 86 e 638 g/kg, respectivamente.

Sementes de *C. polydactyla* foram coletadas no Município de Matão-SP (21°36'42.15"S; 48°26'38.93"W), em áreas com relatos de resistência de plantas, e semeadas diretamente nos vasos, simulando densidades crescentes de 20, 40, 80, 160, 320 e 640 plantas.m⁻² (2, 4, 8, 16, 32 e 64 plantas por vaso). Sementes de soja foram semeadas diretamente nos vasos em densidade fixa (uma planta por vaso). Somou-se aos tratamentos a presença de plantas de soja livres da convivência com plantas daninhas (testemunha). As cultivares de soja utilizadas foram a cultivar CD250 RR/STS e a BMX Potência RR, elas foram escolhidas por apresentarem características distintas e, dessa forma, possibilitar melhor compreensão do efeito da planta daninha estudada.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 7x2, em quatro repetições, sendo sete densidades da planta daninha e duas das cultivares de soja.

Os vasos foram mantidos em condições de temperatura variando entre 25/35 °C noite/dia e fotoperíodo de 14 horas, simulando situações de campo, inclusive o período de condução do experimento foi o período médio aproximado do cultivo da soja (outubro a janeiro). Os vasos foram irrigados diariamente segundo as exigências da cultura e os manejos e tratos culturais da soja seguiram as recomendações da Embrapa (2011).

Avaliaram-se a altura das plantas de soja ao longo dos 30, 45, 55, 65, 75 e 95 dias. Por ocasião da última avaliação, foram coletadas as partes aéreas das plantas e determinada a biomassa seca de cada tratamento (das plantas de soja e das plantas daninhas). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Assistat.

Resultados e Discussão

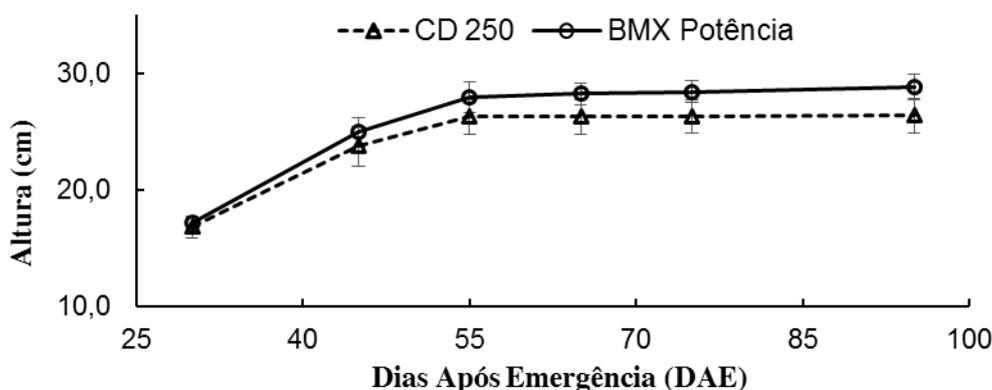
As cultivares de soja apresentaram crescimento diferenciado, seja em competição seja na ausência da planta daninha estudada. A cultivar 2 (BMX Potência RR) obteve maior crescimento no período avaliado.

Nos períodos iniciais de crescimento, a soja sofreu a interferência do capim-branco (Tabela 1). A partir da densidade de 320 plantas.m², a espécie interferiu de maneira significativa na cultura (30 dias). Aos 45 dias, essa densidade foi de 80 plantas.m² (Tabela 1). A partir dos 65 dias, essa variável não se alterou nas diferentes densidades de plantas daninhas, pois o crescimento da soja estabilizou-se (Figura 1). Tal estabilidade pode ter se dado devido ao comportamento típico das cultivares ou devido à competição com as plantas daninhas por luz (PAGE *et al.*, 2010).

Tabela 1: Altura da soja (cm) em competição com diferentes densidades de *Chloris polydactyla*. ESALQ/USP - 2013/2014.

Tratamentos	Altura Soja (cm)		
	30 dias	45 dias	65 dias
Densidade Capim-branco (D) por metro quadrado			
0	17,00 a	24,36 a	27,1 a
20	14,91 ab	22,00 ab	24,6 a
40	15,73 ab	23,05 ab	26,4 a
80	13,92 ab	18,75 bc	25,08 a
160	14,50 ab	20,62 abc	22,38 a
320	13,50 b	18,06 bc	21,75 a
640	13,63 b	16,60 c	20,7 a
Cultivar (C)			
CD 250 RR/STS	14,87 a	19,34 b	22,6 b
BMX Potência RR	14,61 a	21,64 a	25,4 a
F _C	0,20 ^{NS}	6,72 *	5,02 *
F _D	2,88 *	5,77 **	2,16 ^{NS}
F _{CxD}	1,31 ^{NS}	2,31 ^{NS}	1,52 ^{NS}
DMS ¹ _C	1,13	1,79	2,52
DMS ¹ _D	3,26	5,14	7,23
CV ² (%)	14,30	16,23	19,48

¹Diferença mínima significativa, ²Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey. **, * Significativo ao nível de 1 e 5 % de probabilidade pelo teste F respectivamente. ^{NS}: Não significativo.

Figura 1: Crescimento das duas cultivares de soja na ausência da interferência de plantas daninhas (ESALQ/USP - 2013/2014).

Os dados de massa seca da cultura e da planta daninha mostraram uma interação significativa entre os fatores densidade e cultivar. Para a massa seca de plantas de soja, a cultivar 1 (CD 250 RR/STS) foi afetada logo por baixas densidades, como vinte plantas de capim-branco.m². A cultivar 2 (BMX Potência RR), que obteve melhor crescimento, só foi afetada significativamente pela densidade de 320 plantas, comparando-se com a testemunha livre da interferência (Tabela 2).

Tabela 2: Interação significativa entre densidades de *Chloris polydactyla* e massa seca de duas cultivares de soja (ESALQ/USP - 2013/2014).

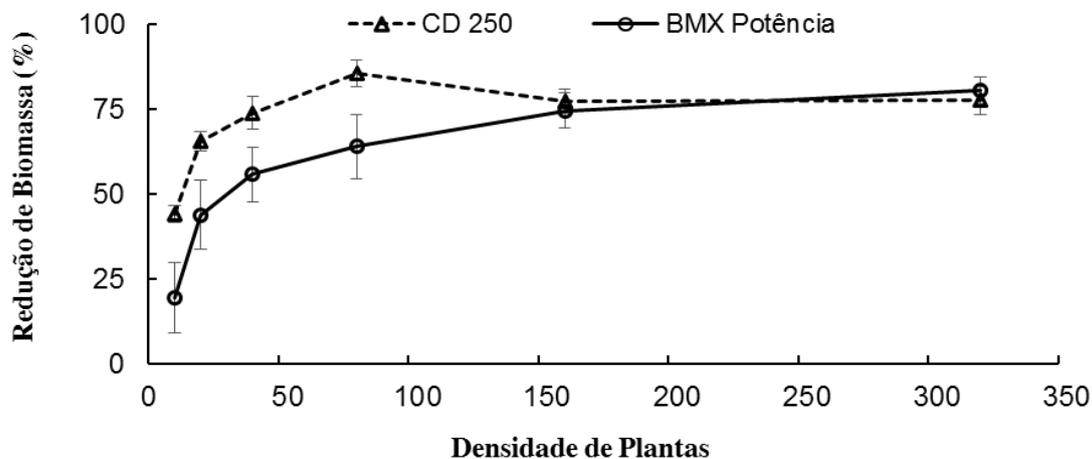
Densidade	Cultivar	
	CD 250 RR/STS	BMX Potência RR
0	2,97 a A	1,29 b AB
20	1,66 a B	1,42 a A
40	1,02 a BC	0,99 a ABC
80	0,77 a C	0,78 a ABCD
160	0,43 a C	0,63 a BCD
320	0,67 a C	0,45 a CD
640	0,67 a C	0,34 a D
DMS ¹	Cultivar 2,29	Densidade 1,49

¹ Diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras diferentes na coluna e na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam cultivares e minúsculas, densidades da planta daninha.

O efeito da planta daninha no desenvolvimento inicial de plantas, no caso da soja, é determinante da redução de produtividade que a cultura irá sofrer (CERRUDO *et al.*, 2012), sendo, pois, um estresse que não será mais reversível, ao qual a planta foi submetida.

A densidade de vinte plantas de capim-branco reduziu a biomassa seca de soja em 44,1% para a cultivar CD 250 RR/STS e não interferiu na cultivar BMX Potência RR (Figura 2). Para a densidade de 40 plantas.m², esses valores foram de 65 e 23,25% para as cultivares 1 e 2, respectivamente (Figura 2).

Figura 2: Redução da biomassa seca de soja em função da interferência de diferentes densidades de *Chloris polydactyla*. ESALQ/USP - 2013/2014.



Nas maiores densidades, como 640 plantas.m⁻², estes valores foram de 77,4 e 73,6 %. Na ausência da competição, a cultivar 1, apesar de menor altura, obteve maior massa seca (Figura 2). As demais densidades afetaram de maneira estatisticamente semelhante as duas cultivares. Esses valores vão de encontro com dados publicados por outros autores. Por exemplo, segundo Rizzardi *et al.*, (2003), a máxima competição causada por plantas de *Bidens pilosa* na soja chegou a 55%.

O crescimento das plantas daninhas estabilizou-se em 160 plantas em convivência com a cultivar 1 (CD 250 RR/STS) e em 80 plantas com a cultivar 2 (BMX Potência RR). Esse menor acúmulo de massa por indivíduos no cultivar 2 pode estar relacionado à habilidade competitiva da cultivar, já que em todas as densidades o acúmulo total de massa seca dessas plantas foi menor do que quando em convivência com a cultivar 1 (Tabela 3). O efeito de cultivares em níveis de competição é observado na literatura pertinente (LAMEGO *et al.*, 2004; BIANCHI, 2005).

Tabela 3: Interação significativa entre densidades e massa seca de *Chloris polydactyla* em convivência com duas cultivares de soja (ESALQ/USP - 2013/2014).

Densidade	Cultivar	
	CD 250 RR/STS	BMX Potência RR
0	0 a D	0 a C
20	7,76 a C	2,91 b ABC
40	14,73 a B	2,32 b BC
80	14,59 a B	3,1 b AB
160	18,8 a A	3,89 b AB
320	19,23 a A	5,22 b AB
640	19,96 a A	5,7 b A
DMS ¹	Cultivar 3,06	Densidade 1,99

¹ Diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras diferentes na coluna e na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam cultivares e minúsculas, densidades da planta daninha.

Comparando-se a interferência de diferentes densidades em ambas as cultivares, nota-se que, a partir de 80 plantas de *C. polydactyla*, mais de 50% da biomassa seca de plantas de soja é reduzida (Figura 2). Conhecendo-se essa interferência, se reforça a necessidade do manejo da espécie, somado ao fato de que uma planta pode produzir mais do que 90.000 sementes e de que a mesma apresenta difícil manejo com o uso de herbicidas como o glyphosate ou inibidores da ACCase (BRIGHETTI *et al.*, 2007).

Segundo Brunharo (2014), o uso de alguns herbicidas em pré-emergência é uma opção eficaz, visando um adequado controle de *C. polydactyla*. Aplicados em pós-emergência, os herbicidas haloxyfop-p-methyl, fenoxaprop-p-ethyl e tembotrione são eficazes no controle da espécie. O glyphosate é eficiente, porém perde sua ação no controle de populações resistentes.

Ainda com base nos resultados, conclui-se que a escolha da cultivar é uma das ferramentas possíveis para se diminuir a competição no campo com esta planta daninha. As cultivares podem ter se comportado de maneira diferente na alocação de seus metabolitos, o que conferiu vantagens competitivas à cultivar BMX Potência RR.

Conclusão

Conclui-se que a espécie *C. polydactyla* interfere na cultura da soja, mesmo sob baixas densidades, o que demonstra a grande importância do estudo desta planta daninha. Esse efeito é diferencial se comparado entre diferentes cultivares de soja.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP e ao CNPq pelo auxílio à pesquisa, e ao Grupo de pesquisa e extensão PRO-HORT, pelo apoio na realização do experimento.

Referências

BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; REIS, F.C.; PLÁCIDO, H.F.; TOLEDO, R.E.; ALBRECHT, L.P; VICTORIA FILHO, R. Different glyphosate susceptibility in *Chloris polydactyla* accessions. *Weed Technology*, no prelo, 2014.

BIANCHI, M.A. *Habilidade competitiva de genótipos de soja com plantas daninhas: contribuição de características morfofisiológicas e do arranjo de plantas*. Porto Alegre, 2005. 208 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRIGHENTI, A., VOLL, E., GAZZIERO, D.L.P. *Chloris polydactyla* (L.) Sw., a perennial Poaceae weed: Emergence, seed production, and its management in Brazil. *Weed Biology and Management*. v.7, p.84–88, 2007.

BRUNHARO, C.A.C.G. *Resistência da planta daninha capim-branco (Chloris polydactyla) ao herbicida glyphosate*. 2014. 154p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

BRUNHARO, C.A.C.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J.; NICOLAI, M.; MELO, M.S.C.; ALMEIDA PRADO, A.B.C.; OBARA, E.B.; ROSA, L.E. Suscetibilidade diferencial de *Chloris polydactyla* ao glyphosate. In: Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 27., 2012, Campo Grande. *Resumos expandidos...* Campo Grande: SBCPD, 2012. P.59-64.

CARVALHO, S.J.P.; PEREIRA SILVA, R.F.; LÓPEZ-OVEJERO, R.F.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Growth, development and seed production of *Chloris polydactyla*. *Planta Daninha*, v.23, p.603–609, 2005.

CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. *Planta Daninha*, v. 19, p. 317-322, 2001.

CERRUDO, D.; PAGE, E.R.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; SWANTON, C.J. Mechanisms of yield loss in maize caused by weed competition. *Weed Science*, Champaign, v.60, n.2, p.225-232, 2012.

DEUBER, R. Manejo de plantas infestantes na cultura do algodoeiro. In: CIA, E; FREIRE, E.C.; SANTOS, J.W. (Ed.). *Cultura do algodoeiro*. Piracicaba: Potafos, 1999. p.4-12.

EMBRAPA. *Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil: 2012 e 2013*. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 261p. (Sistemas de Produção, 15).

KISSMANN, K.G., GROTH, D. *Plantas Infestantes e Nocivas*. 3 ed. São Paulo, SP: BASF, Tomo I. 606 p, 2007.

LAMEGO, F.P.; FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A. SCHAEGLER, C.E. Tolerância à interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por genótipos de soja – II. Resposta de variáveis de produtividade. *Planta Daninha*, v.22, n.4, p.449-506, 2004.

LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. 383 p.

LORENZI, H. *Plantas daninhas do Brasil - terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 672p.

PAGE, E.R.; TOLLENAAR, M.; LEE, E.A.; LUKENS, L.; SWANTON, C.J. Timing, effect, and recovery from intraspecific competition in maize, *Agonomy Journal*, Madison, v.102, n.3, p.1007-1013, 2010.

PLÁCIDO, H.F. GONZÁLEZ-TORRALVA, F.; BARROSO, A.A.M.; ALBRECHT, A.J.P.; MENÉNDEZ, J. PRADO, R. Resistencia a glifosato em biótipos de *Chloris polydactyla* (L.) SW. recolectados em Brasil. *Revista Agropecuaria y Florestal*, Santo Domingo, v.2, n.1, p.19-22, 2013.

RIZZARDI, M.A.; FLECK, N.G.; MUNDSTOCK, C.M.; BIANCHI, M.A. Perdas de rendimento de grãos de soja por interferência de picão-preto e guanxuma. *Ciência Rural*, v.33, n.4, p.621-627, 2003.

TEIXEIRA, I.R.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, J.G.; MORAIS, A.R.; CORRÊA, J.B.D. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*. v.24, p.399-408, 2000.

Desenvolvimento inicial de plantas de soja em função do tratamento de sementes com tiametoxam

Development of soybean plants due to seed treatment with thiamethoxam

Márcio Braz dos Santos¹; Ronan Magalhães de Sousa²; Walquíria Fernanda Teixeira³; Ellen Mayara Alves Cabral⁴; Louranny Tavares Correa⁵; Marina Rodrigues Reis⁶; Jerssica Nogueira Soares⁷

¹ Engenheiro Agrônomo.

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: ronan@unipam.edu.br

³ Doutoranda em Fitotecnia pelo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP

⁴ Graduanda em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

⁵ Graduanda em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

⁶ Graduanda em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

⁷ Pós graduanda em Fertilidade do Solo no Cerrado.

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do uso do inseticida químico tiametoxam como bioativador, através do tratamento de sementes na espécie *Glycine max* (L.) Merrill. A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação do bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), localizado em Patos de Minas – MG. O tratamento das sementes foi realizado por meio de diferentes dosagens Tiametoxam (0; 50; 100; 200 e 300 mL por 100 Kg de sementes), foram utilizadas sementes da cultivar Monsoy 7908 RR. As variáveis analisadas foram massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, altura de plantas e comprimento de raiz aos 37 dias após a semeadura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cada parcela representada por um vaso contendo duas plantas. A altura de planta e o comprimento radicular não apresentaram diferença, entretanto a massa seca de parte aérea e raiz evo tratamento com a dose de 200 mL por 100 kg de semente sobressairam aos demais. O presente trabalho demonstrou que pode utilizar-se o tiametoxam no tratamento de sementes como promotor de crescimento na cultura da soja.

Palavras-chave: bioativador. *Glycine max*. Sementes.

Abstract: The present research aimed to evaluate the efficiency of the use of chemical insecticide thiametoxam as bio- activators, through seed treatment in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). This study was conducted in greenhouse in Block H, at Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), located in Patos de Minas, MG. Seed treatment was performed using different dosages of Thiamethoxam: 0; 50; 100; 200 and 300 mL for 100 kg of seeds of the cultivar Monsoy RR 7908. The parameters were evaluated: shoot dry weight, dry root mass, plant height and root length 37 days after sowing. The experimental design used was randomized blocks with four replicates, each represented by a parcel containing two potted plants. The plant height and root length did not differ, however, the dry weight of shoot and root treatment with a dose of 200 mL per 100 kg of seed excelled others. This study demonstrated that thiamethoxam can be used in the seed treatment as a growth promoter in soybean crops.

Keywords: Bio-activator. *Glycine max*. Seeds.

Introdução

O constante desafio da agricultura é a obtenção dos altos níveis de produtividade das lavouras em atendimento à crescente demanda por produtos agrícolas, determinada pela necessidade de abastecimento interno e geração de divisas por meio da exportação desses produtos (CARVALHO, 2011).

Dentre as modernas técnicas agrícolas, a utilização de bioativadores visando o aumento do potencial produtivo das plantas é uma prática de uso crescente na agricultura e amplamente difundida nos países altamente tecnificados (LAUXEN, 2010). Bioativadores são substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento vegetal. O tiametoxam ativa várias reações fisiológicas, como a expressão de proteínas. Essas proteínas interagem com vários mecanismos de defesa, permitindo que a planta enfrente melhor as condições adversas do meio ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2009).

Aplicados às plantas, os bioativadores causam mobilização ou alteração de processos metabólicos e fisiológicos específicos, tais como o aumento da divisão e alongamento celular, o estímulo da síntese de clorofila, o estímulo da fotossíntese, a diferenciação das gemas florais, o aumento da vida útil das plantas, amenizando os efeitos das condições climáticas adversas, bem como aumentando a absorção de nutrientes, e o aumento do pegamento e no tamanho dos frutos (LAUXEN, 2010). Em 1998, a Novartis® lançou o tiametoxam, um neonicotinóide com uma estrutura diferente e original com grande atividade inseticida.

Apesar de ser utilizado em lavouras como inseticida, ele atua em plantas como promotor de crescimento. Em investigações feitas para estabelecer a atividade do tiametoxam sobre a fisiologia das plantas, quando aplicado por meio do tratamento de sementes de soja, foi observado que os índices de germinação das sementes e vigor das plântulas tratadas com o produto eram superiores ao das não tratadas. Igualmente foi verificado que, sobre condições de estresse hídrico, as plantas de soja provenientes de sementes tratadas com tiametoxam apresentavam melhores condições de desenvolvimento, tais como maior comprimento e volume do sistema radicular,

desenvolvimento inicial mais rápido, maior área foliar, maior altura, maior número de vagens e coloração verde mais intensa (CARVALHO, 2011).

O tratamento de sementes visa proteger as sementes por determinado período de tempo, evitando ataques iniciais de pragas e/ou patógenos, que poderiam comprometer o potencial produtivo da lavoura (MOREIRA, 2004).

Tendo em vista a necessidade de desenvolvimento de pesquisas que sejam capazes de atestar o efeito bioativador do tiametoxam na cultura da soja na região do Alto Paranaíba, visando aumentar os níveis de produtividade da região, este trabalho torna-se importante, pois disponibilizará aos produtores resultados que comprovam a sua ação de promotor de crescimento de plantas.

O objetivo do presente trabalho foi o de avaliar a eficiência do uso do inseticida químico tiametoxam como bioativador no tratamento de sementes na cultura da soja.

Material e Métodos

O experimento foi realizado durante os meses de agosto e setembro do ano de 2011, em casa de vegetação do Bloco H, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), localizado em Patos de Minas – MG.

As sementes de soja cultivar M 7908 RR foram submetidas ao tratamento de sementes com o inseticida tiametoxam nas doses de 0, 50, 100, 200 e 300 mL por Kg de sementes.

Para a aplicação da dosagem do produto referente a cada tratamento, foi utilizada uma seringa e sacos de plástico de 3 kg. Em cada saco plástico, foi adicionado 1 kg de sementes e o produto colocado proporcionalmente ao recomendado, agitando-se durante 2 minutos até a total formação de uma película homogênea do produto sobre as sementes. Em seguida, as mesmas foram secas à sombra.

Posteriormente à secagem, as sementes foram semeadas em quantidade de seis por vaso com capacidade de 11 litros, preenchidos com areia lavada. Aos 10 dias de emergência das plântulas, as mesmas foram desbastadas (de acordo com a média da altura das plântulas), deixando apenas duas plantas por vaso.

Na adubação das parcelas, foi utilizada solução nutritiva seguindo as recomendações de Johnson *et al.* (1957). As plantas foram fertirrigadas sete dias após a emergência e a cada sete dias a partir dessa data até o término do experimento. Para o preparo de cada solução, foram diluídos os macro e micronutrientes em 8 L de água destilada, sendo aplicados 400 mL em cada vaso. As irrigações foram diárias, de acordo com a necessidade das plantas.

Aos 37 dias após a semeadura (DAS), foi avaliado o comprimento de raiz (CR), a altura de plantas (AP), a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca do sistema radicular (MSSR). Para a obtenção da MSPA E MSSR das plantas, as mesmas foram coletadas separadamente e colocadas em sacos de papel previamente identificados. Foram, ainda, levadas à estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas até que obtivesse o peso constante. Após a secagem, foram pesadas em balança de precisão.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a 5%

probabilidade, posteriormente as médias significativas dos tratamentos foram submetidas ao estudo de regressão, com o emprego do pacote computacional Sisvar.

Resultados e discussão

Os resultados da análise da altura de plantas e comprimento de raiz podem ser observados na tabela a seguir (Tabela 1). Nota-se que não houve diferença entre os tratamentos aos 37 dias após o plantio.

Tabela 1. Média da altura de plantas (AP) e comprimento radicular (CR) da cultivar M 7908 RR, avaliadas aos 37 dias após o plantio em casa de vegetação. Patos de Minas – MG, 2014.

Doses de inseticida (mL/100 Kg sementes)	AP (cm)	CR (cm)
0	17,08 a	42,61 a
50	16,97 a	43,38 a
100	17,32 a	45,00 a
200	18,21 a	50,45 a
300	17,68 a	45,97 a
CV (%)	12,31	11,43

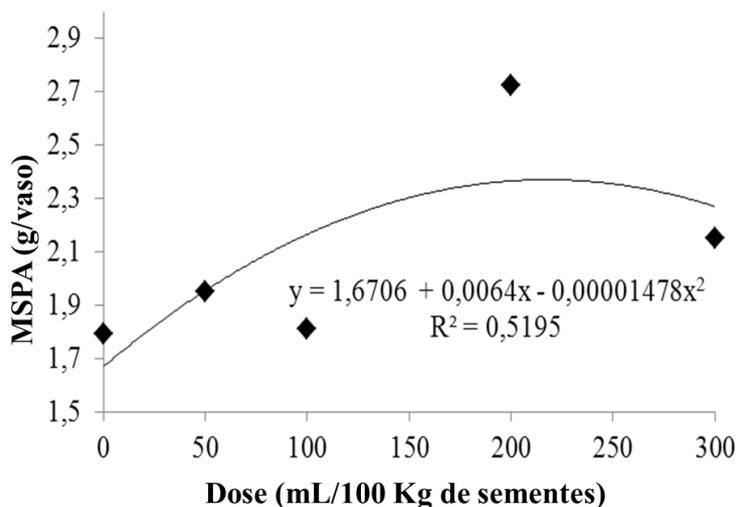
Tavares *et al.* (2007) avaliaram aplicação de tiametoxam em tratamentos de sementes nas doses de 0, 50, 100, 200 e 300 mL do produto comercial para 100 kg de sementes aos 41 após o plantio. Os resultados mostraram diferença entre os tratamentos nos parâmetros avaliados, sendo a dose de 96 mL/100 kg de sementes a que desenvolveu o maior caule.

Os resultados dos parâmetros avaliados na Tabela 1 não corroboram com os de Tavares *et al.* (2007), apesar de que houve uma tendência de crescimento da haste e das raízes na dose de 200 mL. Vários fatores podem ter causado a interferência dos resultados, como a época de plantio, realizado em pleno inverno, no qual se observa menor fotoperíodo, baixa luminosidade e temperatura noturna muito baixa, além disso, os valores encontrados podem estar relacionados com o genótipo da cultivar utilizada.

Houve diferença significativa para as produções de matéria seca da parte aérea em função dos tratamentos aplicados. De acordo com os resultados da Figura 1, pode-se observar que a máxima produção de matéria seca da parte aérea ocorreu na dose de 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes e correspondeu a 2,39 g de matéria seca.

Estes resultados apresentados a seguir (Figura 1) demonstram o efeito bioativador do produto tiametoxam aplicado via tratamento de sementes e do incremento significativo da matéria seca (raízes, folhas e caules mais densos), comprovando o seu desempenho para o aumento de produtividade na cultura da soja.

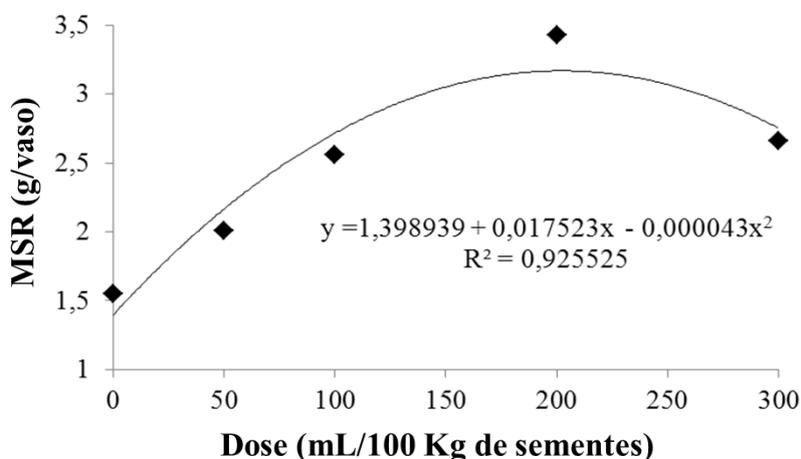
Figura 1: Efeito de diferentes doses de tiametoxam e relação a produção de massa seca de parte aérea (MSPA) aos 37 dias após o plantio, cultivadas em casa de vegetação. Patos de Minas, MG, 2014.



Segundo Denardin (2008), ele é um potencializador da infecção de bactérias na planta, aumentando sensivelmente a atividade de genes responsáveis pelas respostas de mutualismo, modificando a capacidade de aproveitamento do nitrogênio fixado pelas bactérias. Esse melhor aproveitamento dos nutrientes pode-se associar ao ganho de matéria seca de parte aérea ou talvez tenha diminuído o gasto de energia resultante no processo de infecção da bactéria e, com isso, havendo um saldo de energia na planta e, conseqüentemente, maior disponibilidade para as atividades celulares.

De acordo com os resultados da Figura 2, observa-se que a máxima produção de matéria seca do sistema radicular ocorreu na dose de 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes e correspondeu a 3,18 g de matéria seca.

Figura 2: Efeito de diferentes doses de tiametoxam e relação do ganho produção de MS (massa seca) de raiz aos 37 dias após o plantio, cultivadas em casa de vegetação. Patos de Minas, MG, 2014.



O tiametoxam leva a aumentos de até cinquenta por cento no teor de nitrogênio total do tecido de plantas provenientes de sementes tratadas na formação de nodulação

nas raízes da soja (CASTRO; PEREIRA, 2008). De acordo com Castro *et al.* (2007), foi observado um aumento do vigor, produtividade, área foliar e radicular, estando mais uniforme e melhor desenvolvimento inicial na soja.

Conforme esses autores, o tiametoxam também pode aumentar a eficiência na absorção, transporte e assimilação de nutrientes. Pode-se dizer, então, que o aumento na massa seca de raiz seja devido à melhor absorção e assimilação de nutrientes influenciados pelos tratamentos.

Conclusão

O presente trabalho demonstrou que se pode utilizar o tiametoxam no tratamento de sementes como bioativador, pois esse produto promove ganhos em massa seca tanto de parte aérea quanto de sistema radicular.

No entanto, é necessário desenvolver outros trabalhos em nível de campo com o uso de tiametoxam, utilizando-se mais doses do produto, e em época recomendada para o plantio da cultura da soja.

Referências

- ALMEIDA, A.S.; TILLMAN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; PINHO, M.S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v.31, n.3, p.087-095, 2009. Disponível em: <
<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n3/a10v31n3.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2011.
- CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). *Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira*. Petrópolis, RJ; Ed. Vozes, 2008. p.115-122.
- CASTRO, P.R.C.; PITELLI, A.M.C.M.; PERES, L.E.P.; ARAMAKI, P.H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. *Publicatio*, v.13, n.13, p.25-29, 2007. Disponível em:
<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/viewFile/892/774> Acessado em: 05 maio 2011.
- CARVALHO, N. L.; PERLIN, R.S.; COSTA, E.C. Tiametoxam em tratamento de sementes. *Revista eletrônica do PPGEAmb – CCR/UFSM*. Santa Maria, v.2, n.2, p.158-175, 2011.
- DENARDIN, N. D. *Ação do tiametoxam sobre a fixação biológica do nitrogênio e na promoção de ativadores de crescimento vegetal*. Petrópolis – RJ. 2008.
- JOHNSON, C. M.; STOUT, P. R.; BROYER, T. C.; CARLTON, A. B. Comparative chlorine requirement of different plant species. *Plant and Soil*. v.8, n.3, p. 337-353, 1957.

LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho fisiológico de sementes de algodoeiro tratadas com tiametoxam. *Rev. Bras. Sementes [Online]*. 2010, vol. 32, n. 3, p. 61 – 68. ISSN 0101 – 3122.

MOREIRA, S. *Tratamento de sementes visando manejo de pragas na cultura do milho*. 2004. On-line. Disponível em: <<http://www.rehagro.com.br/siterehagro/publicacao.do?cdnoticia=55>>. Acesso em: 13 mar. 2011.

TAVARES, S., *et al.* Avaliação dos efeitos fisiológicos de tiametoxam no tratamento de sementes de soja. *Revista de agricultura*. Piracicaba, v.82, n.1, p.47-54, 2007.