

Efeito da desfolha na produtividade de linhagens fêmeas de milho durante o despendoamento (*Zea mays* L.)

Effect of the defoliation on the productivity females of corn during detasseling (*Zea mays*)

*Airton Nogueira Silva*¹; *Everaldo Antônio Lopes*²;
*Bruno Sérgio Vieira*¹; *Lucas Antônio Rocha*¹

¹ Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

² Universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba – UFV CRP

Resumo: Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de desfolha na produtividade de linhagens fêmeas de milho. O experimento foi conduzido em área irrigada na Fazenda Santo Aurélio, no município de Paracatu-MG. Foram realizados os seguintes tratamentos: testemunha (retirada apenas do pendão); retirada do pendão e três folhas retidas no cartucho; retirada do pendão com desfolha até a espiga; retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga; e retirada do pendão com desfolha da planta toda. No final do ciclo da cultura foram avaliados: massa de mil sementes, porcentual de retenção em peneiras, área foliar da planta e produtividade de sementes. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. A redução progressiva na área foliar da planta, influenciada pelos diferentes tratamentos, resultou em diminuição da produtividade de sementes. Enquanto que apenas o despendoamento resultou em produtividade média de 5,1 ton ha⁻¹, a desfolha de três folhas retidas no cartucho, a desfolha até a espiga e, por fim, a retirada da folha da espiga proporcionaram produtividades significativamente inferiores, com médias de 4,14; 3,06 e 0,48 ton ha⁻¹, respectivamente. A desfolha total da planta resultou em ausência de produção de sementes. Com base nos resultados obtidos na pesquisa, todo cuidado deve ser tomado durante a prática de despendoamento, pois a redução da área foliar irá refletir diretamente na produtividade das plantas.

Palavras-chaves: produção de sementes, milho híbrido, remoção de folhas.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of different levels of defoliation on the productivity of female corn lineages. The experiment was carried out in an irrigated area at Santo Aurélio Farm, located in the municipality of Paracatu-MG. The following treatments were performed in the experiment: control (tassel withdraw only); withdraw of the tassel and three leaves of the cartridge; detasseling and withdraw including ear leaf; detasseling and complete defoliation. The treatments were arranged in a completed randomized block with four replicates. The progressive reduction of the foliar area of the plants, influenced by the different treatments, reduced the productivity of seeds. In control plants (tassel withdraw only) the productivity was 5.1 ton ha⁻¹. On the other hand, the withdraw of the tassel and three leaves of the cartridge; the detasseling and withdraw including ear leaf; the detasseling and complete defoliation resulted in lower productivity levels, varying from 4.14; 3.06 and 0 ton ha⁻¹, respectively.

tively. Based on these results, special care must be taken during the detasseling, since the reduction of the foliar area will reflect on the productivity of the plants.

Key-words: Seeds production; hybrid corn, leaves withdraw.

Introdução

A semente é um dos mais importantes insumos agrícolas, porque conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho do cultivar e, ao mesmo tempo, é responsável ou contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande desejado, fornecendo a base para a produção rentável (MARCOS FILHO, 2005).

No processo de produção de sementes híbridas de milho, a prática do despendoamento de plantas é largamente utilizada para o controle dos cruzamentos. A planta despendoada ou emasculada torna-se apenas receptora de grãos de pólen, sendo considerada feminina (PAES; FAGIOLLI, 2005).

A técnica do despendoamento pode ser aplicada retirando-se, de forma manual ou mecânica, o pendão limpo (sem folhas) ou o pendão chamado “no cartucho” (acompanhado de folhas). A retirada do pendão das plantas induz o direcionamento de fotoassimilados para a espiga com os grãos em formação, interferindo de forma positiva na produção final da cultura (PAES; FAGIOLLI, 2005).

Por outro lado, caso algumas folhas sejam retiradas juntamente com o pendão, a produção de sementes pode ser prejudicada, uma vez que na fase de pendoamento a planta apresenta alta sensibilidade à remoção de área foliar fotossinteticamente ativa (RESENDE, 2003).

Assim, se por um lado a prática do despendoamento pode ser benéfica para a produção de sementes, a falta de cuidados na aplicação da técnica poderia resultar em efeitos indesejáveis, caso algumas folhas sejam eliminadas. No entanto, existe pouca informação sobre qual o grau de desfolha que a planta de milho toleraria durante a execução do despendoamento.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do desfolhamento sobre a produtividade de linhagens de milho, durante a prática do despendoamento.

Material e métodos

O trabalho de campo foi instalado em área irrigada na Fazenda Santo Aurélio, (campo de produção de sementes da Empresa Riber Sementes Ltda.), situada a 17° 23' 43,0" de latitude Sul, 46° 31' 04,2" de longitude Oeste, e altitude de 538 m, no município de Paracatu-MG.

Foram utilizadas como material experimental as linhagens: Macho – Lote: C3QR2E084 peneira R2E e Fêmea – Lote: C3Q22R088 peneira: 22R, ambas cedidas pela empresa produtora de sementes Riber Sementes Ltda.

A área foi semeada mecanicamente em sistema de plantio direto entre 11 a 14/04/2009, para o 1º macho, e entre 15 a 18/04/2009 para o 2º macho, quando o 1º macho apresentava 3/4 de emergência (3/4E); com espaçamento entrelinhas de 0,50 m, sendo 5,4 sementes m⁻¹, totalizando 32.400 sementes ha⁻¹. A semeadura das linhas consideradas fêmeas foi realizada de 15 a 18/04/2009 (3/4 E do 1º macho), com espaçamento entrelinhas de 0,75 m, sendo 6,9 sementes m⁻¹, totalizando 64.400 sementes ha⁻¹. Aos 15 dias após a emergência (DAE) os estandes eram: Linhagem Macho: 4,7 plantas m / linear (28.200 plantas ha⁻¹) e; Linhagem Fêmea: 6,3 plantas m / linear (58.800 plantas ha⁻¹).

A adubação de semeadura adotada foi de: 350 kg ha⁻¹ da fórmula 12-33-00 + 1,6% Ca e 8,76% S, e com a seguinte adubação de cobertura: 150 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (a lanço), 380 kg ha⁻¹ de Nitrato de Amônio (33-00-00) (a lanço) e 100 kg ha⁻¹ de Ureia (via pivô central).

O manejo de plantas daninhas, insetos-praga e doenças foi realizado com os seguintes produtos e dosagens:

Plantas daninhas, Alacloro e Atrazina (6 l ha⁻¹) – pré-emergência total, espalhante adesivo (50 ml ha⁻¹).

Insetos-Praga: Methomyl (1 l ha⁻¹) + Tiametoxam (0,2 l ha⁻¹) + Novalurom (150 ml ha⁻¹) + espalhante adesivo Defender (50 ml ha⁻¹), Espinosade (100 ml ha⁻¹), Lufenurum (benzoiluréia) (0,4 l ha⁻¹) + Permetrina (0,3 l ha⁻¹), Espinosade (100 ml ha⁻¹), Tiametoxam (200 ml ha⁻¹), Cymoxanil + Mancozeb (200 ml ha⁻¹) + Espinosade (100 ml ha⁻¹), Clorpirifós (1,5 l ha⁻¹),

Doenças: Estrobilurina, + Triazol (0,4 l ha⁻¹) + Óleo Mineral (0,6 l ha⁻¹) + Espalhante Adesivo (50 ml ha⁻¹), Epoxiconazole + Pyraclostrobim (0,75 l ha⁻¹) + Óleo Mineral (0,6 l ha⁻¹) + Espalhante Adesivo (50 ml ha⁻¹).

O despendoamento e a desfolha das plantas ocorreram antes da antese, no dia 16/06/2009, e, após a polinização, as linhas dos polinizadores foram eliminadas, em 23/07/2009.

Os tratamentos descritos na Tabela 1 foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados no campo de produção de sementes de milho. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas – MG, 2012.

Tratamento	Descrição do tratamento
Testemunha	Retirada apenas do pendão
T ₁	Retirada do pendão e mais três folhas retidas no cartucho
T ₂	Retirada do pendão com desfolha até a espiga
T ₃	Retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga
T ₄	Retirada do pendão com desfolha da planta toda

A colheita foi realizada manualmente em espigas (26/09/2009), após a maturidade fisiológica das sementes, com grau de umidade de 21%, medidos com o aparelho Multi-grain, colocando as sementes dentro do aparelho e este lhe fornecendo a umidade. Depois da colheita, as espigas foram debulhadas em uma debulhadeira automática na Empresa Riber Sementes Ltda. Cada parcela foi separada e identificada em sacos de papel.

Para a pesagem foi usada balança eletrônica, com precisão de três casas decimais. Foi realizada a determinação do grau de umidade das amostras de sementes, obtendo 19,7% na média. Posteriormente, os valores de produtividade foram corrigidos para 13%.

Ao final do experimento, foram avaliados o percentual de sementes retidas por peneira, a massa de 1000 sementes, a estimativa de área foliar e a produtividade.

A determinação do percentual de peneira retida foi feita da seguinte forma: retirando as sementes danificadas e feito o descarte, as sementes inteiras foram colocadas no homogeneizador, logo após foram pesadas amostras de 100 g e colocadas sobre as peneiras 9 mm, 7,5 mm e 5,0 mm, agitando as peneiras e posteriormente pesando-se o que foi retido em cada peneira. Isso feito três vezes para cada tratamento; no final somaram-se os valores obtidos e retirou-se a média para cada peneira.

A massa de 1000 sementes foi determinada utilizando-se sementes inteiras, após serem homogeneizadas, por meio da pesagem de oito amostras contendo 100 sementes em cada uma delas, ajustando a massa das amostras para mil sementes.

A estimativa de área foliar foi determinada pelo método destrutivo (LAKITAN, 1988), após a coleta das folhas (restantes) de quatro plantas para cada um dos tratamentos. Foi realizada a coleta de 60 discos de cada planta, colocados em estufa por quatro dias para secagem e, após isto, foi determinado o peso de cada amostra, posteriormente feito o ajuste da massa para cada tratamento, utilizando a seguinte fórmula (LAKITAN, 1988):

$$AF = \frac{AD \times MSF}{MD}$$

Em que:

AF = área foliar

AD = área dos discos

MSF = massa seca das folhas

MD = massa de discos

Os dados de estimativa de área foliar e de produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (BANZATTO & KRONKA, 2006), com o programa STATISTICA 7.0 (STATSOFT, 2004).

Resultados e Discussão

A desfolha da planta afetou o tamanho e a massa das sementes de milho. Em relação ao tamanho das sementes, a desfolha da planta contribui para a maior proporção

de sementes retidas em peneiras menores (7,5 mm e 5,0 mm) (Figura 1). O percentual de sementes retidas na peneira de 9 mm de abertura foi de 32,2% com a retirada apenas do pendão da planta, enquanto que os demais níveis de desfolha reduziram estes valores em mais de 45%. Com isso, a proporção de sementes de tamanho intermediário (retidas em peneira de 7,5 mm) aumentou em plantas que sofreram desfolha de três folhas retidas no cartucho até incluindo a folha da espiga (Figura 1). Já em plantas totalmente desfolhadas, não ocorreu produção de sementes (Figura 1).

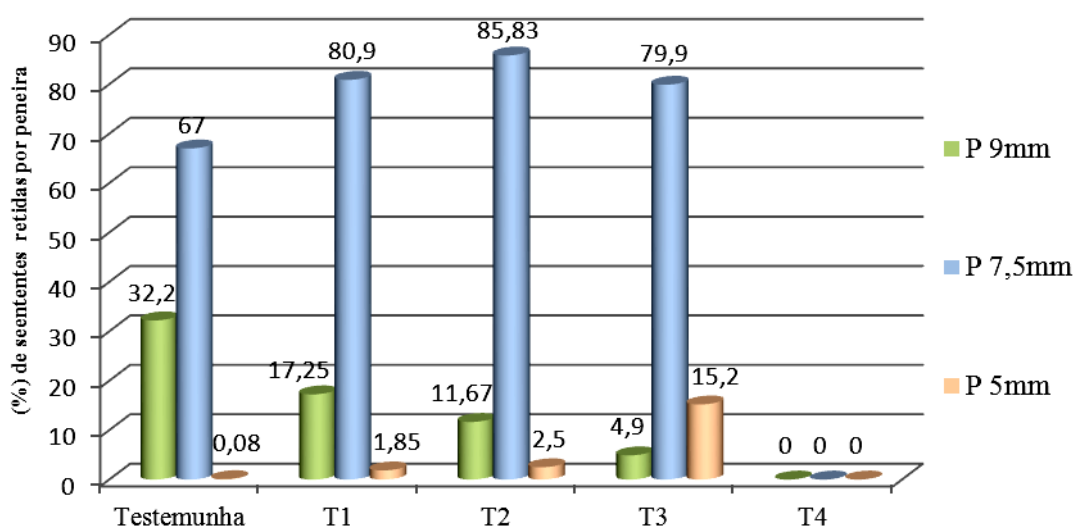


Figura 1. Efeito de diferentes níveis de desfolha em linhagens fêmeas de milho sobre o percentual de sementes retidas por peneira. Test: retirada apenas do pendão; T1: retirada do pendão mais três folhas retidas no cartucho; T2: retirada do pendão com desfolha até a espiga; T3: retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga; T4: retirada do pendão com desfolha da planta toda.

Em comparação com a retirada apenas do pendão das linhagens femininas de milho, as desfolhas adicionais das três folhas retidas no cartucho, a desfolha até a espiga, a desfolha incluindo a folha da espiga e a desfolha total da planta reduziram em aproximadamente 5, 8, 25 e 100%, respectivamente, a massa das sementes de milho (Figura 2).

A retirada gradual de folhas das plantas contribuiu significativamente para a redução da área foliar das plantas (Figura 3) e, em última análise, na produtividade (Figura 4). Enquanto que apenas o despendoamento resultou em produtividade média de 5,1 ton ha⁻¹, a desfolha de três folhas retidas no cartucho, a desfolha até a espiga e, por fim, a retirada da folha da espiga proporcionaram produtividades significativamente inferiores, com médias de 4,14; 3,06 e 0,48 ton ha⁻¹, respectivamente. A desfolha total da planta resultou em ausência de produção de sementes (Figura 4).

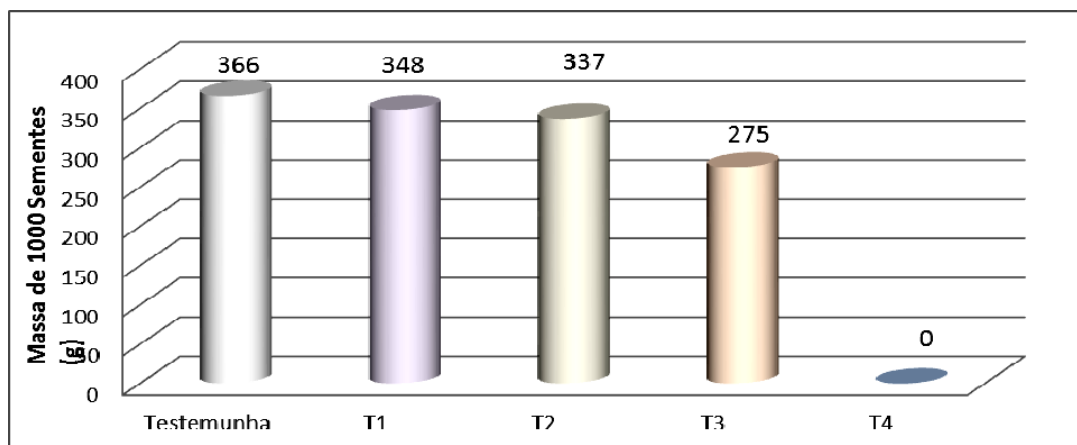


Figura 2. Efeito de diferentes níveis de desfolha em linhagens fêmeas de milho sobre a massa de mil sementes. Test. = retirada apenas do pendão; T1 = retirada do pendão mais três folhas retidas no cartucho; T2 = retirada do pendão com desfolha até a espiga; T3 = retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga; T4 = retirada do pendão com desfolha da planta toda.

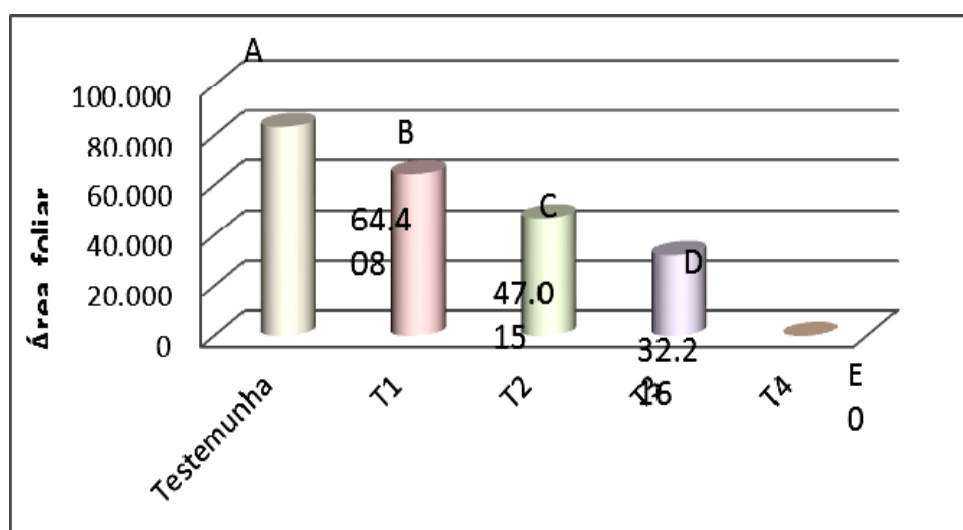


Figura 3. Efeito de diferentes níveis de desfolha em linhagens fêmeas de milho sobre a área foliar das plantas em cm^2 . Test. = retirada apenas do pendão; T1 = retirada do pendão mais três folhas retidas no cartucho; T2 = retirada do pendão com desfolha até a espiga; T3 = retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga; T4 = retirada do pendão com desfolha da planta toda. Médias seguidas pela mesma letra sobre as colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

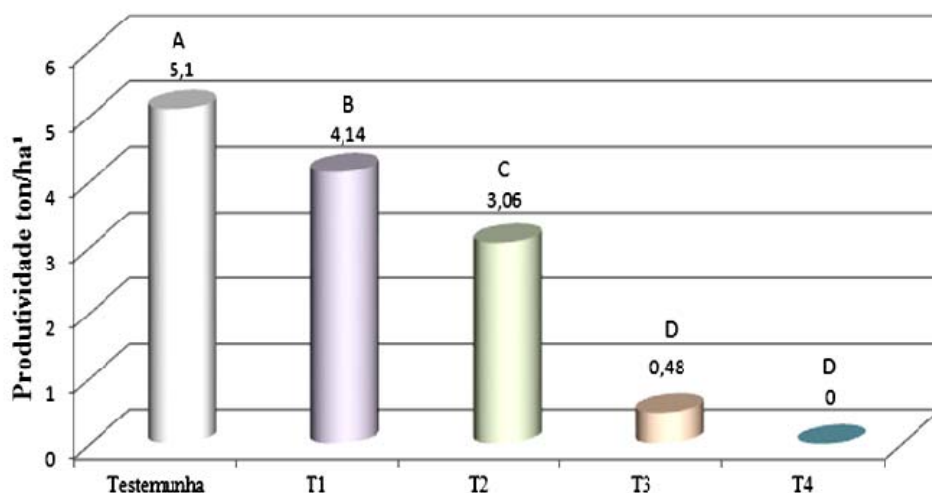


Figura 4. Efeito de diferentes níveis de desfolha em linhagens fêmeas de milho sobre a produtividade. Test. = retirada apenas do pendão; T1 = retirada do pendão mais três folhas retidas no cartucho; T2 = retirada do pendão com desfolha até a espiga; T3 = retirada do pendão com desfolha incluindo a folha da espiga; T4 = retirada do pendão com desfolha da planta toda. Médias seguidas pela mesma letra sobre as colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A redução das principais fontes produtoras de carboidratos, causada pela desfolha da planta na fase reprodutiva, interfere na redistribuição de fotoassimilados. Deve-se ressaltar que a retirada demasiada de folhas diminui a área fotossintética ativa da planta, o que prejudica a formação das sementes (RUGET, 1993; PAES, FAGIOLI, 2005). Camacho et al. (1995) relataram que cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são produzidos pelas folhas localizadas no terço superior da planta. Conforme observado por Frascaroli et al. (2005), a desfolha diminui a matéria seca de grãos na colheita, sendo as perdas maiores quando a desfolha ocorrer nos estádios iniciais de desenvolvimento dos grãos.

No presente trabalho observou-se que a desfolha em plantas de milho reduziu o tamanho, a massa e a produção das sementes, corroborando com os resultados obtidos por outros pesquisadores (SANGOI et al., 2001; PAES, FAGIOLI, 2005; ALVIM et al., 2008; RESENDE et al., 2003).

A massa de mil sementes e o número de sementes por espiga são os componentes que mais influenciam no rendimento de grãos, conforme relatado por Wilhelm et al. (1995). A área foliar acima da espiga é a mais eficiente na produtividade de grãos, e a redução nessa variável afeta negativamente a produtividade (ALVIM et al. 2008).

Nas condições experimentais do presente trabalho, a produtividade foi decrescendo à medida que foram retiradas mais folhas das plantas, até ser nula após a desfolha completa. Uma possível explicação sobre a maior produtividade no tratamento em que foi retirado somente o pendão é o fato de que estas plantas com uma maior área

foliar podem ter maior interceptação de raios solares. Com isso, houve maior taxa fotossintética, apresentando-se maior nível de fotoassimilados, e conseguindo-se assim carrear nutrientes para as sementes, fato que ocorreu em menor intensidade nos tratamentos em que houve desfolha; até se atingir o ponto drástico de não produzir sementes devido à falta de área foliar (WILHELM et al., 1995).

Com base nos resultados obtidos na pesquisa, todo cuidado deve ser tomado durante a prática de despendoamento, com o objetivo de minimizar perdas na produtividade da cultura em função de desfolha indesejável. Os trabalhadores rurais responsáveis pelo despendoamento devem ser capacitados e conscientizados da importância de se evitar a perda de área foliar das plantas. Novos estudos devem ser conduzidos em condições de campo para confirmar os resultados desta pesquisa, podendo variar o espaçamento entre linhas, a densidade de plantio e a proporção de linhagens fêmeas em relação a linhagens-macho.

Conclusão

A desfolha durante a prática do despendoamento artificial interfere na relação fonte/dreno da planta e a redução da área foliar das plantas influencia negativamente na produção de sementes e deve ser evitada.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Evandro Batista de Santana, Gerente de Campos de Produção de Sementes da Riber Sementes Ltda., pela cessão da área experimental deste trabalho.

Referências

- ALVIM, K.R.T. *et al.* "Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho", in: **Ciência Rural**. Santa Maria, 2008.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- CAMACHO, R.G. et al. "Caracterización de nueve genotipos de maiz (*Zea mays* L.) en relación a área foliar y coeficiente de extinción de luz", **Scientia Agricola**, v. 52, p. 294-298, 1995.
- FRASCAROLI, E, CASARINI, E, CONTI, S. Response of maize inbred lines to a defoliation treatment inducing tolerance to cold at germination. **Euphytica**, v. 145, p. 295-303, 2005.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p. il. v. 12.

PAES, H. B; FAGIOLLI, M. **Efeito do despendoamento e desfolha, sob espaçamentos na entrelinha, em milho híbrido**, 2005. 11f. Artigo científico – Fazenda Experimental, Universidade Estadual de Minas Gerais, Ituiutaba, 2005.

RAJCAN, I. TOLLENAAR, M. “Source: sink ratio and leaf senescence in maize: I. Dry matter accumulation and partitioning during grain filling”, **Field Crops Research**, v. 60, p. 245-253, 1999.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. **A cultura do milho irrigado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 317p. il. color.

RUGET, F. “Contribution of storage reserves during grain filling of maize in northern European conditions”, **Maydica, Bergamo**, v. 38, p. 51-59, 1993.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L.; LECH, V.A.; GRACIETTI, L.C.; RAMPAZZO, C. “Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas”, **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 271-272, 2001.

STATSOFT. **Statistica for Windows**. Versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc., 2004.

WILHELM, W.W., JOHNSON, B.E., SCHEPERS, J.S. “Yield, quality and nitrogen use of inbred corn with varying numbers of leaves removed during detasseling”, **Crop Science**, v. 35, p. 209-212, 1995.

Eficiência dos bioinseticidas *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* no controle biológico de *Cosmopolitanism sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae)

Efficiency of the bio-insecticides *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* and *Metarhizium anisopliae* in the biological control of *Cosmopolitanism sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae)

*Almiro Luiz Soares¹, Elisa Queiroz Garcia²,
Everaldo Antônio Lopes³, Kamilla Hyasmin Cruz Rodrigues⁴*

¹ Aluno de graduação do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) Patos de Minas. almirols@yahoo.com.br

² Professor no curso de Agronomia, Biologia, Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

³ Professor no curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Rio Paranaíba.

⁴ Aluna de graduação do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) Patos de Minas.

Resumo: *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae): esse coleóptero de hábitos noturnos prejudica a bananeira, pois suas larvas abrem galerias nos rizomas e parte inferior dos pseudocaulis, danificando os tecidos internos e acarretam o declínio e morte da planta. O objetivo deste estudo foi avaliar, em laboratório, a eficiência do controle biológico e diferentes dosagens de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para o controle de *C. sordidus*. O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP) e no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas, MG. Foram utilizados isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* em sua dosagem comercial recomendada (1 Kg.p.c.ha⁻¹), um quarto da dose, meia dose, dobro da dose e o quádruplo da dose, adicionando 0,5 e 1 % de adjuvante (Tween 80). Após a inoculação foram acondicionados em potes de plástico com alimento e água. A ação dos fungos foi evidenciada a partir do 5º dia após a inoculação e estendeu-se até o 37º dia. A média do tratamento com o quádruplo da dosagem obteve 75% da mortalidade, não sendo considerada economicamente viável a sua aplicação, quando comparada com a dose comercial (1 Kg.p.c.ha⁻¹), a qual proporcionou controle de 55%. O fungo mais eficiente, de acordo com o experimento, foi *B. bassiana*, sendo a mortalidade de 60% em média, enquanto que *M.anisopliae* foi de 20%.

Palavras-chaves: controle microbiano, fungo entomopatogênico, moleque da bananeira

Abstract: *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae): this nocturnal beetle affect the banana tree as galleries open their larvae in the rhizomes and the bottom of the pseudo and damage internal tissues and cause the decline and death of the plant. The aim of this study was to evaluate in the laboratory the efficiency of biological control and different doses of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the control of *C. sordidus*. The experiment was conducted at the Laboratório de Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP) and at the Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia, do Centro Universitário of Patos de Minas (UNIPAM) in Patos de Minas, MG. We used isolated fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in their commercial recommended dosage (1 Kg.p.c.ha⁻¹), a fourth of the dose, half dose, double dose, the quadruple of the dose, adding 0.5% and an adjuvant (Tween 80). After inoculation they were placed in plastic containers with food and water. The action of fungi was observed from the 5th day on after inoculation and lasted until the 37th day. The average of the treatment with four times the dose received 75% of mortality, was not considered an economically viable implementation, when compared with the recommended rate (1 Kg.p.c.ha⁻¹), which provided 55% control. The most efficient fungus, according to the experiment, was *B. bassiana*, where mortality was 60% on average while *M.anisopliae* was 20%.

Key-words: microbial control, entomopathogenic fungi, banana tree.

Introdução

A bananeira (*Musa* spp.), vem sendo cultivada em todo o mundo, mas sua produção se concentra em alguns países, como Índia, China, Filipinas, Brasil, Equador e Indonésia, que detêm 65,6% da produção mundial. O Brasil se destaca como o quarto maior produtor mundial de banana, produzindo cerca de 7,11 milhões de toneladas, o que indica o seu grande potencial como planta frutífera na alimentação humana (SAKAI, 2010). Sua utilização na culinária pode ser processada verde ou madura, como cozida, frita, assada e industrializada. É uma importante fonte de vitaminas A, B e C, minerais Ca, K e Fe, e apresenta baixos teores calóricos (90 a 120 kcal/100g) e de gordura (0,37 a 0,48g/100g). Além de conter aproximadamente 70% de água, o material sólido é formado principalmente de carboidratos 23 a 32g/100g, proteínas 1,0 a 1,3g/100g (BORGES; SOUZA, 2004).

A bananeira é classificada como uma planta monocotiledônea herbácea, apresentando caule subterrâneo denominado de rizoma, de onde saem as raízes primárias. O pseudocaule é formado por bainhas foliares, terminando em uma copa com folhas compridas e largas, com nervura central desenvolvida. A inflorescência sai do centro da copa, apresentando brácteas ovaladas e de coloração geralmente roxo-avermelhada, em cujas axilas nascem as flores. De cada conjunto de flores formam-se de 7 a 15 pencas, apresentando número variável de 40 a 220 frutos, dependendo da variedade (BORGES; SOUZA, 2004).

Os danos causados por pragas e doenças são um dos fatores que concorrem

para a baixa produtividade dessa cultura no país. Além disso, podem interferir na qualidade do produto, depreciando seu valor para a comercialização. Entre as pragas-chave, tem sido considerado como das mais importantes o *Cosmopolites sordidus* (Germar, 1824) (Coleoptera: Curculionidae), conhecido como “broca da bananeira” ou “moleque da bananeira”. Esse inseto é considerado cosmopolita, pois se encontra distribuído geograficamente em boa parte do planeta e em todas as regiões do Brasil. Esse coleóptero de hábitos noturnos prejudica a bananeira, pois suas larvas abrem galerias nos rizomas e parte inferior dos pseudocaulis, danificam os tecidos internos. Em plantações intensamente atacadas, é comum a queda de plantas que já lançaram cachos, pela falta de um sistema radicular vivo, suficiente para sustentar o acréscimo de peso dos mesmos, podendo servir de porta de entrada para patógenos, como o *Fusarium oxysporum f.sp. cubense*, que causa o “mal-do-Panamá” (FANCELLI; ALVES, 2001; BATISTA FILHO *et al.*, 2010).

A busca de alternativas que auxiliem no controle de artrópodes com menor impacto ambiental, diminuindo a utilização de compostos químicos, tem sido uma constante na pesquisa nos últimos anos. Dentre as estratégias estudadas está a utilização de fungos entomopatogênicos, o que parece ser uma alternativa eficiente e segura (PAIÃO *et al.*, 2001; SILVA 2001).

Fungos entomopatogênicos são promissores agentes de biocontrole devido à capacidade de supressão de populações de insetos e ácaros, apresentando um amplo espectro de hospedeiros e possibilidade de cultivo em laboratório e formulação (LEITE *et al.*, 2003).

Os primeiros testes com fungos que infectam insetos, também chamados de fungos entomopatogênicos, foram realizados pelo russo Metschnikoff no final do século XIX, quando avaliou o potencial de *Metarhizium anisopliae* no controle de uma espécie de besouro. Somente um século depois, os primeiros resultados práticos começaram a surgir, havendo atualmente vários inseticidas biológicos a base de fungos (micoinseticidas) em comercialização em diferentes países (FARIA; MAGALHÃES, 2001).

No caso de uso de fungos como agente de controle biológico, um dos fatores que facilita a epizootia é o aumento da umidade do ambiente. Entretanto, o aumento da umidade pode favorecer também fungos fitopatogênicos (ELLIOT; CARVALHO, 2006). Os fungos colonizam diversas espécies de insetos e ácaros, apresentam a capacidade de infectar todos os estádios de desenvolvimento dos hospedeiros inclusive estádios em que não há alimentação como ovos e pupas. Produtos à base de fungos são, geralmente, mais baratos do que os inseticidas convencionais (NEVES *et al.*, 2006; DE BACH, 1968; ALVES *et al.*, 2008; VALICENTE, 2009).

Para a pulverização do bioinseticida à base de *Beauveria bassiana* normalmente se diluem os conídios em água. Sabe-se que os conídios costumam apresentar um caráter hidrofóbico, dificultando a sua dispersão na água (NITSCHKE; PASTORE, 2002). Para melhorar a dispersão dos conídios é necessário o uso de tensoativos como os detergentes neutros biodegradáveis na preparação dos bioinseticidas. A associação de microrganismos a diversos adjuvantes é uma alternativa que auxilia, catalisa e potencializa a ação desses microrganismos no processo infeccioso do entomopatogêno (ALVES, 1998). Esses detergentes são constituídos por moléculas de tensoativos que apresentam regi-

ões hidrofóbicas e regiões hidrófilas, e são anfipáticos, o que facilita a homogeneização e dispersão dos conídios.

O objetivo deste estudo foi verificar a eficiência do controle biológico com diferentes dosagens de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* para o controle de *Cosmopolites sordidus* em laboratório.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP) e no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas –MG.

A obtenção dos insetos adultos de *C. sordidus* de diferentes idades e sexo, foi feita através de armadilhas tipo “telha” semanalmente durante os meses de fevereiro e março de 2011, em uma plantação de banana, variedade “Marmelo”, de 4 anos de idade, localizada na Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz, Campus II do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Fazenda Canavial no município de Patos de Minas, Minas Gerais, MG (latitude 18°36'34,07" S, longitude 46°29'15,31" W, e altitude de 890 metros)

Os insetos coletados foram levados ao Laboratório de Pesquisa em Entomologia Experimental (LEEP), onde foram mantidos em observação por 8 dias em potes plásticos cobertos com tecido, para descartar a ocorrência de mortalidade devido a fatores não relacionados aos fungos utilizados na realização do experimento. Insetos com sintomas de doenças e não ativos foram descartados antes da imersão; ainda sendo fornecida alimentação (pedaços de pseudocaule de bananeira) e água. O pseudocaule foi trocado a cada 4 dias e os potes foram mantidos em sala climatizada (25±1°C, 80 % de UR e fotofase de 12 horas) até o momento de realização dos bioensaios.

O estudo foi realizado com os isolados dos fungos *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* produzidos pela Itaforte Industrial de Bioprodutos Agro-Florestais Ltda, sob os nomes comerciais: Metarril® e Boveril®, respectivamente. Para a realização do experimento objetivando a reativação de isolados dos fungos, adultos de *C. sordidus* foram imersos durante cinco segundos em suspensão aquosa de conídios dos Bioprodutos na concentração recomendada pelo fabricante do Boveril® e o Metarril® (recomendação para ambos: 1Kg.p.c.ha⁻¹). O efeito da aplicação das diferentes doses dos produtos foi avaliado separadamente para cada fungo ou mistura dos antagonistas, tal como apresentado na Tabela 1.

As avaliações de mortalidade total foram realizadas diariamente por um período de 37 dias. Os insetos mortos foram desinfetados superficialmente em solução de hipoclorito (1%) e acondicionados em câmara úmida (25±1°C e fotofase de 12 horas) por 10 dias, para a confirmação da mortalidade pelo fungo no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia, do Centro Universitário de Patos de Minas.

Em seguida, os insetos foram transferidos para recipiente de plástico de 145 ml, com tampa telada, contendo em seu interior pedaços de pseudocaule e chumaços de algodão embebido em água.

Foram conduzidos quatro experimentos em blocos ao acaso com seis tratamentos, cinco repetições cada uma alojando um inseto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão utilizando o programa CURVE EXPERT (HYAMS, 2001).

Resultado e Discussão

O efeito do aumento das doses de *B. bassiana* foi significativo no controle de *C. sordidus* e pode ser explicado pelo modelo $Y = (-0,154+312,83.X)/(1+3,33.X-0,1.X^2)$, conforme apresentado na Figura 1, culminando com 100% de mortalidade na dose de 4 kg.ha⁻¹.

O fungo *Beauveria bassiana* tem um estágio de desenvolvimento, os conídios, específico para disseminação e para início da infecção. Na maioria dos casos, o fungo penetra nos insetos por contato. Quando viável, germina sobre o inseto, e por ação química e física, atravessa a cutícula e penetra na cavidade geral do corpo. Posteriormente, com o objetivo de se reproduzir, o fungo atravessa o corpo do inseto e produz conídios em grande quantidade que vão ser responsáveis pela disseminação e infecção completando o ciclo (ALVES, 1998).

No caso da aplicação de *B. bassiana* ou da mistura desse fungo com *M. anisopliae* em suspensão aquosa contendo Tween 80 a 0,5%, não houve nenhum modelo de regressão que pudesse explicar o efeito da aplicação dos diferentes tratamentos sobre a mortalidade de *C. sordidus*. O máximo de mortalidade obtida após imersão em suspensão contendo propágulos de *M. anisopliae* foi de 40%, na dose de 4 kg.ha⁻¹. Por sua vez, na mistura dos antagonistas e usando o adjuvante Tween a 0,5%, a maior mortalidade ocorreu nas doses de 1 e 4 kg.ha⁻¹, correspondente a 60%.

Metarhizium anisopliae var. *anisopliae* tem sido a espécie mais bem estudada no controle de insetos. A etapa inicial do processo de infecção se dá pela adesão e germinação de conídios do fungo na superfície do inseto, seguida de penetração da hifa através da cutícula. O processo de adesão depende da presença de enzimas (esterases e proteases) que ocorrem na superfície dos conídios não germinados e que alteram a superfície do tegumento do inseto, favorecendo a nutrição e a germinação do fungo (ST. LEGER *et al.*, 1991).

A mortalidade do inseto-praga na mistura dos fungos em suspensão contendo Tween 80 a 1% foi significativamente influenciada pelas diferentes doses dos produtos, segundo o modelo $Y = (-0,02+985,88.X)/(1+18,39.X-2,16.X^2)$, conforme apresentado na Figura 2, culminando com 100% de mortalidade na dose de 4 kg.ha⁻¹.

Os resultados obtidos neste trabalho corroboram os de outros autores. De acordo com Almeida *et al.* (2010), Batista Filho *et al.* (1996) (1995), (1991) e Jordão *et al.* (1999), isolados de *Beauveria bassiana*, complementados com adjuvante, apresentaram mortalidade confirmada superior a 40%.

Foi obtida a mortalidade de 80% dos insetos quando se utilizou somente o fungo *B. bassiana* na dosagem comercial, acrescida de 0,5% de adjuvante (Tween 80). No entanto, quando utilizado o fungo *M. anisopliae*, a mortalidade caiu para 20% (Figura 1), o que está em acordo com o programa de manejo alternativo para o *C. sordidus*,

que recomenda apenas o uso de *B. bassiana*, devido à alta mortalidade provocada pelo fungo e à facilidade de manejo, pois o programa é realizado por meio de iscas do pseudocaulo da bananeira, do tipo telha ou queijo, e pelo comportamento de agregação do inseto adulto (MOINO JUNIOR, 2005).

Estudos realizados pelo Instituto Biológico a partir de 1984, utilizando *M. anisopliae* e *B. bassiana* evidenciaram que o índice de mortalidade de *C. sordidus* esteve acima de 85% para os dois tipos de fungos, preparados nos diferentes substratos, exceção feita ao *M. anisopliae* quando cultivado em macerado de feijão (apenas 56% de mortalidade). Já em condições de campo, os resultados indicaram ser o fungo *B. bassiana* mais promissor no combate à broca-da-bananeira, principalmente quando cultivado em meio de arroz, situação em que apresentou melhor desenvolvimento sobre as iscas atrativas (BATISTA FILHO *et al.*, 2010).

Existem relatos, na literatura, de isolados de *B. bassiana* infestando naturalmente os adultos de *C. sordidus*, o que reafirma a maior virulência deste fungo entomopatogênico (SILVA, 1985; PRESTES *et al.*, 2006).

Quando se utilizaram dosagens acima da recomendada pelo fabricante dos produtos (Boveril e Metaril), foi obtida mortalidade que não diferiu estatisticamente da dosagem comercial (1 Kg.p.c.ha⁻¹), o que indica esta solução não ser economicamente viável (Figura 1).

Segundo Batista *et al.* (2010), as soluções de conídios dispersos em detergente neutro comum biodegradável são uma opção viável economicamente para a preparação de bioinseticidas à base do fungo entomopatogênico *B. bassiana* para o controle biológico do moleque-da-bananeira. Torna-se mais indicada a solução de detergente neutro comum a 0,03%, a qual apresentou melhor resultado de virulência, precocidade e bom desenvolvimento das hifas provocando mortalidade de 100% dos insetos. Os resultados de mortalidade obtida nesse experimento mostraram que a dosagem 4 vezes superior à recomendada complementada com 1% de adjuvante (Tween 80) foi de 100% em relação à testemunha.

Em concentrações menores, o detergente reduz a dispersão dos conídios e influencia diretamente na virulência, sugerindo uma relação direta entre a concentração do dispersante e a eficiência do bioinseticida. A influência de alguns produtos utilizados no controle biológico sobre os microrganismos, como no caso dos fungos, pode modificar o crescimento vegetativo, a viabilidade e a esporulação, ou até mesmo a composição genética, alterando a sua virulência (ALVES, 1998). Em condições diferentes, concentrações muito altas do detergente neutro podem atuar como fungicidas, inibindo o crescimento das hifas.

A esporulação pode ser observada a partir do 10º dia após a inoculação, consistindo em um crescimento micelial esbranquiçado cobrindo a parte inferior do inseto que posteriormente passou a cobrir toda a extensão do corpo. Nos grupos de insetos em que foi aplicada apenas água destilada (testemunha), não ocorreram esporulação dos fungos sobre os insetos mortos, indicando que a mortalidade ocorrida nesse tratamento não foi resultado da infecção pelo fungo.

A rapidez com que o patógeno mata seu hospedeiro é uma característica desejável para o controle de muitas pragas agrícolas. Contudo, não deve ser considerada

como única. É imprescindível também que o isolado seja capaz de proporcionar elevada mortalidade final, exigindo desta maneira, pulverizações menos frequentes e possibilitando reduzir os custos de controle das pragas (TAMAI *et al.*, 2002). Um entomopatogêno é considerado eficaz quando apresenta mortalidade superior a 40% para as pragas estudadas (SILVA e VEIGA, 1998).

Conclusão

O fungo *Beauveria bassiana* na dosagem recomendada pelo fabricante apresentou eficiente agente de controle de *Cosmopolites sordidus* em laboratório, indicando ser promissor para o controle efetivo no campo.

Agradecimentos

À Itaforte Bioprodutos, à Escola Agrícola Afonso Queiroz, e ao Centro Universitário de Patos de Minas.

Referencias Bibliográficas

ALMEIDA, A. M. B.; BATISTA FILHO, A.; TAVARES, F. M.; LEITE, L. G. **Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* para o controle de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae)**. 2010. Disponível em: <http://www.ufrb.edu.br/nutricao/mineral/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=21&Itemid=26> Acesso em 16/07/2010.

ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; VIEIRA, S. A.; TAMAI, M. A. "Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina", in: **Controle microbiano de pragas na América Latina: Avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, 2008, p. 69-110.

ALVES, S. B. "Fungos entomopatogênicos", in: ALVES, S. B. (ed.). **Controle microbiano dos insetos**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, pp. 289-381, 1998.

BATISTA, A.C. L.; CARVALHO, A. S.; MACEDO, L. M. P.; MOURA FILHO, E. R. **Inoculação do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no moleque-da-bananeira, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae), em diferentes concentrações de detergentes neutros**. 2010. Disponível em <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNAPI2010/paper/viewFile/1797/576>> Acesso em 16/07/2010.

BATISTA FILHO, A.; TAKADA, H. M.; CARVALHO, A. G. **Broca da bananeira**. 2010. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/VI_RIFIB/batista.pdf>, Acesso em 17/07/2010.

BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; ALVES, E. B.; AGUIAR, J. C. "Controle de *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) por Fipronil e seu Efeito sobre *Beauveria bassiana*", **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 63, n. 2, p. 47-51, 1996.

BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; SATO, M. E.; OLIVEIRA, J. A. Utilização de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no manejo de *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824, em Miracatu, SP. **Biológico**. São Paulo, v. 57, n. 1-2, p. 17-19, 1995.

BATISTA FILHO, A.; SATO, M. E.; LEITE, L. G.; RAGA, A.; PRADA, W. Utilização de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no controle do moleque da bananeira *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824 (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 35-40, 1991.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004.

ELLIOT, S. L.; CARVALHO, C. M. Controle microbiano de ácaros fitófagos. PALLINI, A.; FADINI, M. A. M.; VENZON, M. (ed.). **Acarologia agrícola**. Viçosa: UFV, 2006.

FANCELLI, M.; MESQUITA, A. L. M. **Pragas da bananeira**. Disponível em: <<http://www.ceinfo.com.br>> Acesso em: 20 de maio de 2011.

FARIA, M. R.; MAGALHAES, B. P. "O uso de fungos entomopatogênicos no Brasil", in: **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**. Parque Estação Biológica – Brasília-DF, n. 22, setembro/outubro 2001.

HYAMS, D. 2001. Curve Expert version 1.37 – A curve fitting system for Windows. CD-ROM.

JORDÃO, A. L.; BATISTA FILHO, A.; LEITE, L. G.; BERIAM, L. O. S.; ALMEIDA, J. E. M. "Caracterização e Eficiência de Isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. no Controle de *Cosmopolites sordidus*", **Arquivos do Instituto Biológico**. São Paulo, v. 66, n. 2, p. 107-111, 1999.

LEITE, L. G.; BATISTA FILHO, A.; ALMEIDA, J. E. M.; ALVES, S. B. **Produção de fungos entomopatogênicos**. Ribeirão Preto: A. S. Pinto, 2003. 92p

MOINO JUNIOR, A. "Controle microbiano de pragas", in: MOINO JUNIOR, A. *et al.* **Controle Alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005, 362 p.

NEVES, P. M. O. J.; SANTORO, P. H.; SILVA, R. Z. "Utilização de *Beauveria bassiana* (BALS) VUILL no manejo integrado da broca do café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera :Scolitidae)", in: VEZON, Madelaine; PAULA JÚNIOR, Trazilbo José; PALLINI, Angelo (coord.). **Tecnologias alternativas para o controle de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG, 2006, p. 137-158.

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. "Biossurfactantes: propriedades e aplicações", **Química nova**. Campinas, v. 25, n. 5, p. 772-776, 2002.

PAIÃO, J. C. V.; MONTEIRO, A. C.; KRONKA, S. N. Susceptibility of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) to isolates of the fungus *Beauveria bassiana*. **World Journal of**

Microbiology & Biotechnology. Oxford, v. 17, p. 245-251, 2001.

PRESTES, T. M. V.; ZANINI, A.; ALVES, L. F. A.; BATISTA FILHO, A.; ROHDE, C. "Aspectos ecológicos da população de *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera: Curculionidae) em São Miguel do Iguaçu, PR", **Ciências Agrárias**. Londrina, v. 7, n. 3, p. 333-350, jul/set., 2006.

SAKAI, Ronaldo Kazuo. **Controle do tripses na bananeira, cv. Galil-7 (Musa sp. AAA)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SILVA, C. A. D. "Seleção de isolados de *Beauveria bassiana* patogênicos ao bicudo-do-algodoeiro", **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 243-247, 2001.

SILVA, R. B. Q.; VEIGA, A. F. S. L. "Patogenicidade de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* sobre *Castnia icarus* (CRAMER, 1775)", **Rev. Agric.** v. 73, p. 119-127, 1998.

ST LEGER, R. J.; GOETTEL, M.; ROBERTS, D. W.; STAPLES, R. C. "Prepenetration events during infection of host cuticle by *Metarhizium anisopliae*", **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 58, p. 168-179, 1991.

TAMAI, M. A.; ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; FAION, M. **Avaliação de fungos entomopatogênicos para o controle de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**, 2002. Disponível em: http://br.monografias.com/trabalhos/avaliacao-fungos-entomopatogenticos-tetranychus-urticae/avaliacao-fungos-entomopatogenticos-tetranychus-urticae3.shtml#_Toc139357818, Acesso em: 21/05/2011.

VALICENTE, F. H. "Controle biológico de pragas com entomopatógenos", **Informe Agropecuário**, v. 30, n. 251, p. 48-55, jul./ago. 2009.

Tabela 1: Experimentos envolvendo a aplicação de diferentes doses de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* ou a mistura de ambos, diluídos em água contendo Tween 80, para o controle de *Cosmopolites sordidus*.

Experimento	Ingrediente ativo	Dosagem (Kg.p.c.ha ⁻¹)	Adjuvante
1	<i>Beauveria bassiana</i>	0	0,5 % Tween 80
		0,25	
		0,5	
		1	
		2	
		4	
2	<i>Metarhizium anisopliae</i>	0	0,5 % Tween 80
		0,25	
		0,5	
		1	
		2	
		4	
3	<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>	0	0,5 % Tween 80
		0,25	
		0,5	
		1	
		2	
		4	
4	<i>M. anisopliae</i> + <i>B. bassiana</i>	0	1 % Tween 80
		0,25	
		0,5	
		1	
		2	
		4	

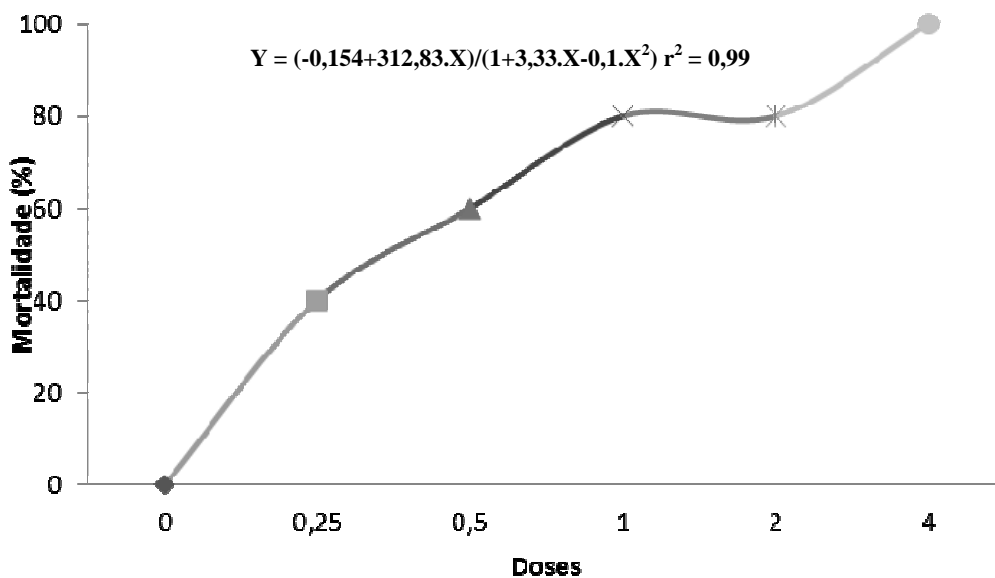


Figura 1. Mortalidade de *Cosmopolitus sordidus* após imersão em suspensão aquosa contendo propágulos de *Beauveria bassiana* e adjuvante Tween 80, a 0,5%.

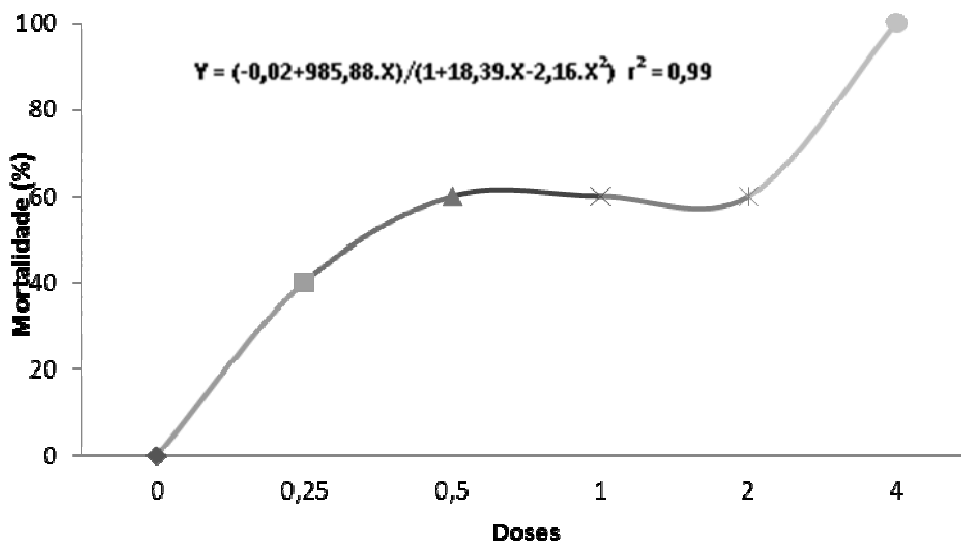


Figura 2. Mortalidade de *Cosmopolitus sordidus* após imersão em suspensão aquosa contendo propágulos de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* e adjuvante Tween 80, a 1%.

Adubação de pastagens irrigadas: princípios e recomendações

Fertilization of irrigated pastures: principles and recommendations

André Santana Andrade¹, Luis César Dias Drumond²

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Ciência Animal e Pastagens, ESALQ/USP

² Professor Doutor, Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba

Resumo: Para compatibilizar os níveis de adubação com a produtividade da pastagem em sistemas irrigados, é fundamental considerar vários aspectos, tais como expectativa de produção, quantidade de nutrientes exportados, níveis no solo e ciclagem. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi apresentar, de forma sucinta, os principais aspectos a serem considerados para uma adequada adubação em pastagens irrigadas de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo, considerando os princípios envolvidos e reunindo as principais informações citadas na literatura, de modo a facilitar a utilização dessas informações por pesquisadores, técnicos e produtores rurais envolvidos nestes sistemas.

Palavras-chave: balanço nutricional, fertirrigação, irrigação, pastagem intensiva.

Abstract: So as to compatible the fertilization levels with the productivity of irrigated pasture systems, it is essential to consider various aspects, like the expected production, export quantity of nutrients, levels in soil and cycling. Therefore, the objective of this paper is to present succinctly the main aspects to be considered for an adequate fertilization in irrigated pasture with exclusive grasses of high potential productive, considering the principles involved and gathering the main information cited in the literature, so as to facilitate the use of such information by researchers, technicians, and farmers involved in these systems.

Keywords: fertigation, intensive pasture, irrigation, nutritional balance.

Introdução

No Brasil, os sistemas de produção de carne e leite bovinos são fundamentalmente baseados em produção de pastagens, que é a principal fonte de alimentação animal (EUCLIDES et al., 2010), o que demonstra sua grande importância.

Nos últimos anos, significativos avanços ocorreram na produção pecuária em pastagens. No período de 1996 a 2006 o rebanho bovino brasileiro aumentou de 158,3 para 205,9 milhões de cabeças, enquanto que a área total de pastagens diminuiu de

177,7 milhões para 158,6 milhões de hectares (IBGE, 2010). Esses números demonstram o esforço, ao longo desses anos, de técnicos, produtores e pesquisadores em aumentar a produtividade das mesmas, o que resultou em significativa melhoria na eficiência de utilização da pastagem (EUCLIDES et al., 2010).

Apesar desses avanços, a produtividade média das pastagens brasileiras ainda são incipientes, com lotações médias inferiores a 1 unidade animal (UA) por hectare, indicando necessidade de intensificação da produção (ALENCAR et al., 2009). Ao se pensar na intensificação da produção a pasto, a pesquisa tem buscado o uso racional de tecnologias relacionadas com o manejo do solo, do ambiente, da planta e do animal. Dentre essas tecnologias destacam-se o método de pastejo sob lotação rotacionada, o uso de níveis de adubações compatíveis com altas produções de forragem e o uso da irrigação (ALENCAR et al., 2009).

Neste contexto, destaca-se que é crescente a utilização de irrigação nas pastagens brasileiras, especialmente nas regiões mais quentes, que apresentam maior resposta ao seu uso (DRUMOND; AGUIAR, 2005). No entanto, o uso desta tecnologia deve estar associado ao uso adequado de fertilizantes, para que o incremento em produção real seja compatível com o esperado.

O que acontece é que, em situações práticas, ao se planejar níveis de adubação para pastagens irrigadas, pelo fato de os níveis serem superiores ao convencional (AGUIAR et al., 2006a), técnicos e produtores se deparam com uma maior complexidade, uma vez que não se encontram recomendações oficiais de adubação para pastagens com potencial de produção superior aos sistemas mais usuais.

As recomendações de adubação de manutenção de pastagens da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CANTARUTTI et al. 1999) citam que os sistemas de produção de alto nível tecnológico seriam aqueles com taxas de lotação de até 7 UA por hectare, enquanto que há fazendas brasileiras que já trabalham com taxas de lotação em alguns períodos do ano com até 13,5 UA/ha (AGUIAR et al., 2006b).

Neste contexto, observa-se que para compatibilizar os níveis de adubação com as produções nesses sistemas, é fundamental que os cálculos considerem vários aspectos, tais como a produção esperada e níveis de exportação de nutrientes, a correção dos níveis no solo para faixas adequadas e a ciclagem de nutrientes, sendo esta definida como a dinâmica dos diferentes elementos entre os distintos compartimentos da pastagem (DUBEUX JR et al., 2011).

Considerando esses aspectos, o objetivo deste trabalho é apresentar, de forma sucinta, os principais aspectos a serem considerados para uma adequada adubação em pastagens irrigadas de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo, considerando os princípios envolvidos e reunindo as principais informações citadas na literatura, de modo a facilitar a utilização dessas informações por pesquisadores, técnicos e produtores rurais envolvidos nestes sistemas.

Correção da acidez e dos níveis de nutrientes do solo

Segundo Vitti et al. (2006) a experimentação de campo, principalmente em con-

dições de pastejo na região dos cerrados, ainda não está suficientemente desenvolvida para a recomendação de calagem em sistemas mais produtivos. Nestas circunstâncias, as recomendações para áreas de pastagens intensivas têm sido baseadas nas recomendações oficiais para o estado de São Paulo para gramíneas do grupo I (maior potencial produtivo). O método de determinação da necessidade de calagem é o de saturação por bases (Equação 1), elevando-se a saturação para 70 ou 60% para formação e manutenção da pastagem, respectivamente (WERNER et al., 1996).

$$NC = \frac{Ve - Va}{100} \times T \quad [1]$$

em que: NC = necessidade de calcário (Mg ha⁻¹);
 Ve = saturação por bases esperada (%);
 Va = saturação por bases atual (%);
 T = capacidade de troca catiônica à pH 7 (cmol_c dm⁻³).

Para pastagens de gramíneas de alto potencial produtivo, Macedo (1997) recomenda o método supracitado para solos argilosos e o método de neutralização do alumínio trocável e elevação dos níveis de cálcio e magnésio no solo (CFSEMG, 1999) para solos arenosos (Equação 2).

$$NC = 2 \times Al + [2 - (Ca + Mg)] \quad [2]$$

em que: NC = necessidade de calcário (t ha⁻¹);
 Al = teor de alumínio trocável no solo (cmol_c dm⁻³);
 Ca = teor de cálcio trocável no solo (cmol_c dm⁻³);
 Mg = teor de magnésio trocável no solo (cmol_c dm⁻³).

Destaca-se que em ambos os casos a necessidade de calagem se refere à camada de solo de 0-20 cm, e deve ser ajustada a depender da camada efetivamente corrigida e do poder relativo de neutralização total (PRNT) do calcário (CFSEMG, 1999; VITTI et al., 2006).

Quanto à forma de aplicação, o calcário deve ser aplicado a lanço, de maneira mais uniforme possível. Se a calagem for realizada antes da implantação da forrageira, o calcário deverá ser incorporado mecanicamente. Quando a dose for inferior a 3 Mg ha⁻¹, é recomendada uma única aplicação, seguida da incorporação com arado ou grade pesada. Caso as doses sejam maiores, é conveniente aplicar metade do calcário antes da primeira aração e a outra metade antes da gradagem (VITTI et al., 2006).

Em pastagens já estabelecidas, a calagem, visando corrigir a acidez resultante da acidificação contínua do solo e repor os níveis de Ca e Mg, também deve ser reali-

zada em área total, sendo recomendado, antes da aplicação, o rebaixamento da forrageira, via pastejo ou roçado (VITTI et al., 2006). Neste caso, a ação do calcário em profundidade é mais lenta, porém ocorrerá uma frente de alcalinização para camadas mais profundas, com efeito dependente da umidade do solo e da dose (RHEINHEIMER et al., 2000; FIDALSKI; TORMENA, 2005; SOUSA; MIRANDA e OLIVEIRA, 2007), que proporciona os efeitos desejáveis da calagem via aplicação em superfície nas pastagens.

Vitti et al. (2006) citam que é importante a gessagem para altas produtividades em pastagens, sendo que os objetivos são fornecer Ca e S e condicionar a subsuperfície, favorecendo o desenvolvimento das raízes nestas camadas. O critério para utilização de gesso agrícola mais utilizado é da CFSEMG (1999), que recomenda seu uso quando o resultado de análise de solo da camada de 20-40 cm apresentar teor inferior ou igual a $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca^{2+} e, ou, mais do que $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al^{3+} e, ou, mais do que 30% de saturação por Al^{3+} . A necessidade de gessagem (NG), para uma camada de 20 cm de espessura, é indicada em função do teor de argila do solo, sendo a NG de 0 a 400; 400 a 800, 800 a 1200 ou de 1200 a 1600 kg ha^{-1} de gesso para as faixas de 0 a 15, 15 a 35, 35 a 60 ou de 60 a 100 % de argila, respectivamente (CFSEMG, 1999).

Além da correção da acidez do solo e da elevação dos níveis de Ca e Mg, é importante também, para altas produtividades em pastagem, que a relação entre esses nutrientes e o K seja mantida o mais adequado possível. Corsi e Martha Júnior (1997) recomendam as relações aproximadas de $\text{Mg/K} = 3$ e $\text{Ca/Mg} = 3$. Para que esses níveis sejam atendidos, na maioria dos solos brasileiros, é necessária a realização de potassagem (ERNANI; ALMEIDA e SANTOS et al., 2007), que se refere à aplicação de potássio em área total, visando corrigir a deficiência do solo deste elemento.

A correção de fósforo em área total pode ser realizada; no entanto, a prática de fosfatagem, na maioria dos solos brasileiros, apresenta limitações, devido à alta capacidade de adsorção (em formas lábeis e não-lábeis) dos solos argilosos tropicais, que podem chegar a mais 4.000 kg ha^{-1} de P na camada de 0-20 cm (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007). Esses mesmos autores ressaltam que grande parte do P adsorvido, de forma lábil, poderá converter-se em formas não-lábeis (ser fixado) em tempo relativamente curto.

Desta forma, a correção de fósforo, em curto prazo, em solos com alta capacidade de adsorção, torna-se inviável economicamente em pastagens irrigadas. A recomendação de adubações de P em pastagens irrigadas, nesses casos, se restringe às adubações de estabelecimento e manutenção, visando somente fornecer o P às plantas, minimizar o tempo de contato do P com o solo e, conseqüentemente, reduzir o processo de fixação (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007). Em solos com menor capacidade de adsorção de P (solos mais arenosos), a fosfatagem poderá ser realizada com benefícios ao crescimento das plantas (VITTI et al., 2006). Corsi e Nussio (1993) citam que a elevação de P no solo a níveis de 20 a 30 mg dm^{-3} de P (extrator resina) seria adequada às pastagens mais produtivas.

Adubação de estabelecimento das gramíneas

Para a adubação de estabelecimento de pastagens em sistemas irrigados, tem

sido utilizado o critério de classes de fertilidade do solo (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Assim, as adubações de plantio ou semeadura são realizadas, sobretudo com base em análises de solo, considerando o uso de gramíneas exclusivas de alto potencial produtivo. Os critérios mais utilizados estão apresentadas na Tabela 1, que são adaptados da CFSEMG (1999) e de Vitti et al. (2006). Mais detalhes sobre essas recomendações podem ser obtidas mediante consulta aos textos originais.

Tabela 1. Recomendação de adubação para o estabelecimento de gramíneas exclusivas para pastagens irrigadas

Nutriente	N ¹	P ₂ O ₅ ²	K ₂ O ³	B	Cu	Zn
Quantidade (kg ha ⁻¹) ⁴	100 - 150	40 - 120	20 - 60	1	2	2

Fonte: CFSEMG (1999) e Vitti et al. (2006). ^{1/} Realizar aplicações em cobertura, parcelada em duas ou três vezes. ^{2/} Realizar aplicações no momento do plantio, podendo misturar formulações como Superfosfato simples (18% de P₂O₅) às sementes. ^{3/} Realizar aplicação em cobertura, em uma ou duas aplicações. ^{4/} A amplitude das recomendações se relaciona com a disponibilidade dos nutrientes no solo (teores nos resultados nas análises para P e K e teor de MOS para N).

Demanda nutricional

Após o estabelecimento da forrageira, adubações de manutenção deverão ser realizadas de acordo com a demanda nutricional da pastagem (PRADO, 2008) e ajustes devido a perdas, entradas e ciclagem dos nutrientes no sistema (AGUIAR, 2004).

A demanda nutricional é a quantidade de nutrientes acumulada na planta inteira durante seu ciclo de vida. Para contabilizar a demanda nutricional (DN) de uma cultura, é necessário considerar os nutrientes absorvidos pela planta inteira, ou seja, DN=teor do nutriente na matéria seca (MS) da planta x total de MS da planta (PRADO, 2008). Obviamente, o incremento da produção implicará um aumento da quantidade de nutrientes acumulados pela planta.

Os teores de nutrientes nas plantas estão diretamente relacionados com o tipo de forrageira e ao nível de manejo estabelecido (VITTI et al., 2006). Na Tabela 2 estão sintetizados os teores de macro e micronutrientes das principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens irrigadas.

Tabela 2. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea das principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens irrigadas

Gramínea forrageira	N	P	K	S	B	Cu	Zn	Mn	Fe
	kg Mg ⁻¹				g Mg ⁻¹				
<i>Panicum maximum</i> ¹	14	1,9	17	2	15	7	21	90	124
<i>Pannisetum purpureum</i> ²	14	2	20	2	25	10	40	179	178
<i>Cynodon sp.</i> ³	16	2,5	20	2	17,5	9	40	120	125

Fonte: Adaptado de Werner et al. (1996) e Paulleti (2004), citados por Vitti et al., 2006; Abreu; Lopes e Santos (2007) e Prado (2008). ^{1/} Refere-se a trabalhos com capim Colômbio; ^{2/} Refere-se a trabalhos com capim Napier; ^{3/} Refere-se a trabalhos com capim Coast-cross; os teores de micronutrientes referem-se à média dos teores adequados em folhas.

Em pastagens irrigadas, a produção de MS é bastante variável, principalmente em função das variáveis climáticas regionais, da espécie ou cultivar utilizada, das condições do solo e de manejo da pastagem, tais como manejo do pastejo, da adubação e da irrigação (DRUMOND e AGUIAR, 2005).

Em termos de planejamento e cálculo de demandas de nutrientes no solo, de forma geral, para pastagens irrigadas nas condições do Brasil central, é conveniente dividir a produção anual de MS em termos de produção em duas épocas definidas, de acordo com os fatores que mais influenciam a produção nestas condições, que são a temperatura e luminosidade (PINHEIRO, 2002; DRUMOND; AGUIAR, 2005). Essas épocas seriam: época de menor potencial produtivo, que abrange o outono e inverno (meses de abril a setembro), e época de maior potencial produtivo, que abrange a primavera e o verão (meses de outubro a março).

Vários autores têm avaliado a produção de diferentes gramíneas forrageiras em pastagens irrigadas. Os resultados auxiliam para nortear a estimativa de produção e, conseqüentemente, auxiliam no cálculo da demanda total de nutrientes na pastagem. Convém ressaltar, porém, que as condições experimentais que geraram os resultados citados na literatura devem ser bem avaliadas, pois caso as condições não forem semelhantes, poderá se incorrer em grandes erros.

Aguiar e Silva (2002) avaliaram a produção de MS de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Selvíria/MS em pastagens adubadas e irrigadas e encontraram produção de 19,9 e 19,3 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e outono/inverno, respectivamente, totalizando produção anual próxima a 40 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Observa-se que a produção citada pelos autores não apresentou grande variação entre os períodos avaliados, possivelmente houve algum fator limitante a produção no período de primavera/verão.

Por outro lado, Aguiar et al. (2006a), trabalhando com pastagens irrigadas em Uberaba/MG, encontraram acúmulo total de forragem médio de experimentos com *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. Tanzânia e *Cynodon sp.* cv. Tifton 85 de 34 e 14 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e no outono/inverno, com produção total anual de

48 Mg ha⁻¹ de MS.

Mota et al. (2010) encontraram produção próxima a 20 Mg ha⁻¹ de MS com o capim-elefante (*P. purpureum*) irrigado e adubado na região norte de Minas Gerais no período de outono/inverno. Esses mesmos autores citam que há relatos de produções de até 80 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ em condições irrigadas e adubadas nas regiões tropicais.

A título de exemplo, para uma produção estimada de 30 Mg ha⁻¹ de MS na primavera/verão e de 15 Mg ha⁻¹ de MS no outono/inverno, a demanda total nutricional estimada de macronutrientes seria de 480, 75 e 600 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P e K na primavera/verão e de 240, 37,5 e 300 kg ha⁻¹ respectivamente para N, P e K no outono/inverno, considerando os teores médios citados na Tabela 2.

A partir da demanda total estimada, a necessidade de adubação deve ser ajustada às perdas (lixiviação, volatilização, fixação, etc.), às entradas (via chuva e mineralização da matéria orgânica do solo) e reciclagem via excreções dos animais em pastejo. Os tópicos subsequentes apresentam os principais aspectos relacionados a esses fatores em pastagens irrigadas, na pretensão de auxiliar na compreensão dos princípios que norteiam as adubações nesses sistemas.

Balanço nutricional

De forma geral, as recomendações de adubação de pastagens no Brasil central têm sido baseadas em boletins de recomendações de calagem e adubação para diversas culturas, publicadas por instituições de pesquisa. Os mais utilizados são o Boletim 100 (VAN RAIJ et al., 1996) e a 5ª aproximação (CFSEMG, 1999), que se baseiam nos critérios de classes de fertilidade do solo e níveis tecnológicos para sugerir os níveis de adubação.

Segundo Aguiar (2004), muitos avanços têm ocorrido em termos de adubação de pastagens, especialmente em sistemas mais tecnificados, como no caso de pastagens irrigadas. Segundo o autor, vários trabalhos têm questionado o uso dos boletins para a recomendação de adubação nestes sistemas de produção, propondo modelos matemáticos de predição, tais como o Balanço de Massa e o Modelo Dinâmico. Ainda segundo Aguiar (2004), as vantagens desses modelos são a possibilidade de se fazer balanços nutricionais para produtividades específicas, levando-se em consideração a complexidade da dinâmica dos nutrientes na pastagem (principalmente devido à ação dos animais), e a melhor associação das adubações com a evolução do sistema produtivo.

Para a realização de um balanço nutricional, para determinada produtividade almejada, em um primeiro momento, devem-se considerar os fatores de disponibilização dos nutrientes no ambiente. Além das adubações, há fornecimento de nutrientes por meio da decomposição da matéria orgânica (MOS) (importante para N, P e S) e a deposição atmosférica pelas precipitações pluviais (importante para N e S) (GUILHERME; VALE E GUEDES, 1995). Deve-se considerar também a ciclagem desses nutrientes via excreções animais e decomposição dos resíduos vegetais oriundos das gramíneas forrageiras (DUBEUX JR. et al., 2011).

Quantificação dos processos envolvidos no balanço nutricional

Considerando a deposição atmosférica de nutrientes via precipitações pluviais, Moreira-Nordemann, Girard e Ré Poppi (1997) avaliaram e compilaram dados de deposição de enxofre e nitrogênio em várias cidades brasileiras e encontraram valores de 0,5; 5,9 e 7,8 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e 1,2; 1,6 e 8,5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S nas cidades de Natal, Campo Grande e São José dos Campos, respectivamente. Segundo Lagreid, Bockman e Kaarstad (1999), citados por Cantarella (2007), a deposição aérea de N varia de 3 a 5 kg ha⁻¹ ano⁻¹ em áreas agrícolas, que são valores normais em ambientes não poluídos.

Considerando a disponibilização de nutrientes via MOS, Guilherme, Vale e Guedes (1995), sugerem que, para cada 10 g kg⁻¹ de MOS, haverá mineralização de 1 a 4 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P e também de 1 a 4 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de S. Sousa e Lobato (2004), nas condições do Cerrado, sugerem uma contribuição de 30 kg ha⁻¹ de N para cada 10 g kg⁻¹ de MOS.

Em termos de perdas, destaca-se que são mais importantes em pastagens irrigadas as perdas por volatilização (N), lixiviação (N e K) e fixação nos colóides do solo (P) (AGUIAR, 2004). Considerando a fixação de P, Aguiar (2004) cita que as perdas são em torno de 50%, sendo maiores quanto maior o teor de óxidos de ferro e alumínio do solo (NOVAIS; SMYTH e NUNES, 2007).

Em termos de volatilização de N, no caso de pastagens irrigadas, as perdas por esse processo, mesmo quando se utiliza a fonte ureia, são consideravelmente reduzidas, uma vez que é possível a aplicação via fertirrigação e incorporação via água de irrigação. Segundo Cantarella (2007), a aplicação de uma lâmina de irrigação de 10 a 20 mm após a aplicação dos fertilizantes é suficiente para incorporar a ureia ao solo.

Outro processo a ser considerado é a desnitrificação, que ocorre mais pronunciadamente em solos saturados, mas que também pode ocorrer naqueles não saturados, em sítios anaeróbios localizados no interior de agregados do solo (CANTARELLA, 2007). Segundo Cantarella (2007), a mensuração deste processo é bastante complicada, e os valores podem ser bastante variáveis. Maior será a desnitrificação, quanto maior o teor de umidade do solo e maior a disponibilidade de carbono oxidável. Cantarella (2007), citando vários autores, relata média de 1,25% de perda de N por desnitrificação em grande número de experimentos de longa duração.

No Brasil são poucos os casos relatados de grandes perdas por lixiviação. Primavesi et al. (2006) avaliaram a lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross sob manejo intensivo em solo de textura média, aplicando doses de 125 a 1000 kg ha⁻¹ de N, parceladas em cinco vezes. Os autores apenas encontraram quantidades relativamente altas de nitrato, em camadas abaixo de 40 cm, nas parcelas que receberam 1000 kg/ha de N; no caso, tratava-se de uma dose superior ao necessário para a máxima produtividade. Os autores concluíram que doses de até 500 kg ha⁻¹ de nitrogênio, parceladas em cinco vezes na forma de ureia ou de nitrato de amônio, no período das chuvas na pastagem avaliada, não proporcionam perdas significativas via lixiviação. Os autores ainda citam que o risco de contaminação do lençol freático é pequeno em pastos de gramíneas tropicais, desde que as adubações, mesmo sendo altas, não excedam a capa-

cidade de ciclagem das forrageiras.

Cantarella (2007) fez uma síntese dos trabalhos que avaliaram a lixiviação de nitrato medida em campo com uso de adubos marcados com ^{15}N . A média de dose de adubação dos experimentos foi de $120,5 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo a média dos ciclos de 178,2 dias e média de precipitação de 836 mm. A maioria dos solos eram Latossolos ou Nitossolos. Na síntese dos resultados, a média de nitrogênio total lixiviado foi de $24,3 \text{ kg ha}^{-1}$, sendo que em média, $4,9 \text{ kg ha}^{-1}$ deste total de N lixiviado foi oriunda dos fertilizantes.

Além das perdas, na adubação de pastagens irrigadas deve-se considerar também a reciclagem de nutrientes via excretas, remobilização interna e via liteira (resíduos vegetais) (DUBEUX JR. et al., 2011). Segundo Lira et al. (2006), a proporção que cada uma dessas vias contribuem para o retorno dos nutrientes varia de acordo com a eficiência de pastejo. No caso de pastagens irrigadas, busca-se alto nível de eficiência de pastejo, em torno de 70% (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Nesta condição, a proporção das vias de retorno de N é em torno de 10% via liteira, 23% via remobilização interna e 50% via excreções dos animais (LIRA et al., 2006).

Segundo Aguiar (2004), a distribuição das dejeções dos animais na pastagem depende de fatores como a taxa de lotação animal, método de pastejo, área de descanso e a quantidade e frequência de excreção, sendo que 25% destas dejeções podem ter efeitos inexpressivos quanto à reciclagem de nutrientes em sistemas intensivos, devido à deposição dessas em currais, sob as sombras, corredores e áreas de bebedouros. O restante das dejeções cobre uma área bastante variável da pastagem, de 1 a 46%.

Saraiva (2010) avaliou os teores de macronutrientes de excretas de bovinos em pastejo e encontrou médias de 16; 1,7 e 9,67 g de N, P e K, respectivamente, para cada kg de MS de fezes e 2,99 e 34,86 g de N e K, respectivamente, para cada litro de urina. Esse mesmo autor ainda cita que para o N, 47 e 53% são retornados via urina e fezes, respectivamente, 95% do K é retornado via urina, e praticamente todo o P é retornado via fezes, sendo a média de produção de 4,17 kg de MS de fezes/dia/animal, e 24,6 L de urina/dia/animal.

Teixeira (2010) avaliou o retorno de nutrientes via excretas de bovinos em pastejo, sob diferentes lotações animais e observou que, para a lotação de $4,2 \text{ UA ha}^{-1}$, em média 140,2 e 332,1 g $\text{UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de N e K, respectivamente, retornou via urina e 33,6 g de P $\text{UA}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ retornou via fezes.

Sollenberger et al. (2002) citam que cada animal defeca de 11 a 16 e urina de 8 a 12 vezes dia^{-1} , sendo a massa de cada defecação de 1,5 a 2,7 kg e o volume da cada urinação de 1,6 a 2,2 L. Cada evento de defecação cobre uma área de 0,05 a 0,14 m^2 , e cada evento de urinação cobre uma área de 0,14 a 0,39 m^2 . Segundo o autor, a área de distribuição dos nutrientes no solo via excretas ainda pode ser afetada pela distribuição das mesmas por invertebrados do solo e pela movimentação dos nutrientes em solução. De forma geral, as excretas cobrem uma área de 30 a 40% da superfície da pastagem anualmente (SOLLENBERGER et al., 2002).

Além da grande variação na distribuição das excretas dos animais em pastejo, grandes perdas dos elementos nas dejeções ocorrem devido à alta concentração dos nutrientes na área afetada (AGUIAR, 2004). Assim, somente parte dos nutrientes pode ser recuperada pela planta em área que recebem excretas, pois na área afetada, nem a

planta consegue absorver, nem o solo consegue reter todos os nutrientes. Corsi e Martha Júnior (1997) apresentam dados da literatura que citam taxas de recuperação de N, P e K em torno de 28, 15 e 65%, respectivamente.

Uso da fertirrigação

Ao se considerar a adubação em pastagens irrigadas, convém ressaltar ainda que na maioria das situações estas são realizadas via fertirrigação, devido às várias vantagens do sistema, tais como redução de custos de aplicação, redução de problemas com compactação do solo devido à redução do tráfego de máquinas, grande uniformidade de aplicação, possibilidade de maior parcelamento e redução das perdas, principalmente de nitrogênio (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Alguns problemas que podem ser encontrados são relacionados à solubilidade dos adubos e entupimento de emissores; no entanto, quando são usadas as fontes adequadas, esses problemas são praticamente eliminados (DRUMOND; FERNANDES, 2001)

Cunha (2009) estudou os efeitos de uso da fertirrigação sobre a produtividade da MS da *B. brizantha* cv. Xaraés submetido a diferentes períodos de desfolha e doses de nitrogênio e potássio, comparado com a adubação a lanço. O autor observou maior produtividade de MS com o uso da fertirrigação para as maiores doses e recomendou seu uso, devido ao aumento da produção e às vantagens já supracitadas.

Conclusão

A determinação de adequadas doses de fertilizantes em pastagens irrigadas, devido aos vários processos envolvidos com o ambiente, planta e animal, é complexa. As recomendações encontradas em boletins oficiais de recomendação de adubações nem sempre são adequadas às adubações de manutenção desses sistemas, principalmente pelo fato de que os maiores níveis tecnológicos citados nos boletins, muitas vezes, são inferiores aos obtidos em propriedades mais tecnificadas atualmente, além dos mesmos não considerarem todos os fatores que influenciam na recomendação de adubação em pastagens.

Atualmente, já existem na literatura, resultados de muitas pesquisas que permitem nortear adubações mais coerentes com sistemas mais tecnificados, reduzindo a probabilidade de erros. Entretanto, ainda é necessária a realização de mais pesquisas, especialmente quando se trata de pastagens irrigadas, pois nem sempre é possível extrapolar as informações oriundas de culturas agrícolas ou de pastagens extensivas. Além disso, a correta interpretação e organização dessas informações, para que possam ser utilizadas no contexto de pastagens irrigadas, não é tarefa fácil, mas espera-se que o uso das mesmas seja crescente dentro desses sistemas.

Referências

- ABREU, C.A.; LOPES, A.S.; SANTOS, G.C.G. "Micronutrientes", in: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.
- AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. "Técnicas de medição da pastagem para planejamento alimentar ao longo do ano em sistema de pastejo", in: **Simpósio de Pecuária de Corte, 2.**, Lavras, 2002. **Anais ...** Lavras: NEPEC/UFLA, 2002. 302 p. p. 109-164.
- AGUIAR, A.P.A. "Volumosos para bovinos de corte: opções, avanços tecnológicos e viabilidade econômica", in.: **Simpósio de Produção de Gado de Corte, 4.**, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, pp. 269-312.
- AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D. ; MORAES NETO, A.R.; PAIXÃO, J.B.; RESENDE, J.R.; BORGES, L.F.C.; MELO JUNIOR, L.A.; SILVA, V.F.; APONTE, J.E.E. "Composição química e taxa de acúmulo dos capins Mombaça, Tanzânia-1 ("*Panicum maximum*" Jacq. cv. Mombaça e Tanzânia-1) e Tifton 85 ("*Cynodon dactylon*" x "*Cynodon nlemfuensis*" cv. Tifton 68) em pastagens intensivas", **FAZU em Revista**, n. 3, p. 16-19, 2006a.
- AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; CAMARGO, A.; MINMA, J.H.; SCANDIUZZI, R. N.; RESENDE, J.R.; APONTE, J.E.E. "Parâmetros de crescimento de uma pastagem de Tifton 85 ("*Cynodon dactylon*" x "*Cynodon nlemfuensis*" cv. Tifton 68) irrigada e submetida ao manejo intensivo do pastejo", **FAZU em Revista**, n. 3, p. 26-28, 2006b.
- ALENCAR, C.A.B.; CUNHA, F.F; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; ROCHA, W.S.D.; ARAÚJO, R.A.S. "Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 98-108, 2009.
- 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. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.
- CANTARUTTI, R.B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M.M.; FONSECA, D.M.; ARRUDA, M.L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. "Pastagens", in: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G.B. "Manutenção da fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado", in: **Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14.**, Piracicaba, 1997. **Anais ...** Piracicaba: FEALQ, 1997, pp. 161-193.
- CORSI, M.; SANTOS, P. M. "Potencial de produção de *Panicum maximum*", in: **Simpósio**

sobre **Manejo da Pastagem**, 12. Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p. 275-304.

CUNHA, F.F. **Produção e características morfogênicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xarés com adubação convencional e fertirrigação na região Leste de Minas Gerais**, 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

DRUMOND, L.C.D.; FERNANDES, A.L.T. **Irrigação por aspersão em malha**. Uberaba: UNIU-
BE, 2001. 84 p.

DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A.P.A. **Irrigação de Pastagem**. Uberaba: L. C. D. Drumond, 2005. 210 p.

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L. SILVA, H.M.S. LIRA, C.C. “A ciclagem de nutrientes no contexto do manejo das pastagens”, in: **Simpósio de Forragicultura e Pastagens**, 8., Lavras, 2011. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2011, p. 79-98.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. “Potássio”, in: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. “Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century”, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. “Dinâmica da calagem superficial em um latossolo vermelho distrófico”, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 235-247, 2005.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade de nutrientes**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 171 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Capturado em 23 dez. 2010. Online. Disponível em: http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1

LAGREID, M.; BOCKMAN, O. C.; KAARSTAD, O. **Agriculture fertilizers and the environment**. Wallingford: CABI Publishing, 1999. 294 p.

LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA JR., M.A.; MELLO, A.C.L. “Sistemas de produção de forragem: Alternativas para sustentabilidade da pecuária”, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 491-511, 2006.

MACEDO, M.C.M. “Adubação e calagem para a implantação de pastagens cultivadas na região dos cerrados”, in: **Curso de Pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1997.

MOREIRA-NORDEMANN, L.M.; GIRARD, P.; RÉ POPPI, N. "Química da precipitação atmosférica na cidade de Campo Grande – MS", **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 15, p. 35-44, 1997.

MOTA, V. J. G.; REIS, S. T.; SALES, E. C. J.; JÚNIOR, V. R. R.; OLIVEIRA, F. G.; WALKER, S. F.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C. "Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1191-1199, 2010.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. "Fósforo", in.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e interpretações**. 2 ed. Castro: Fundação ABC, 2004. 86 p.

PINHEIRO, V. D. **Viabilidade econômica da irrigação de pastagem de capim Tanzânia em diferentes regiões do Brasil**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo.

PRADO, R.M. **Manual de nutrição de plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 500p.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G.; CANTARELLA, H. "Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 683-390, 2006.

RAPPAPORT, B.D.; AXLEY, J.H. "Potassium chloride for improved urea fertilizer efficiency", **Soil Science Society of America Journal**, v. 48, p. 399-401, 1984

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. "Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural", **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 797-805, 2000.

SARAIVA, F.M. **Ciclagem de nutrientes em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob diferentes intensidade de pastejo**. 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SOLLENBERGER, L.E.; DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; MATHEWS, B.W. "Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems", in: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 39., Recife, 2002. **Anais ...** Recife: SBZ, 2002, pp. 151-179.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. "Acidez do solo e sua correção", in: NOVAIS,

R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.

TEIXEIRA, V. I. **Reciclagem de nutrientes em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf.** Manejadas sob três lotações animais em Itambé-PE. 2010. 53 f. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Curso de pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

VITTI, G.C.; LUCHIO, J.P.M.; CRUZ, A.P.; SPOLIDORIO, E.S. “Nutrição e adubação de pastagens forrageiras”, in: PIRES, W. Manual de pastagem. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 302 p.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N.O.; QUAGGIO, J.A. “Forrageiras”, in: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996, pp. 263-273. (Boletim técnico, 100).

WERNER, L.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. “Forrageiras”, in: VAN RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285 p. (Boletim técnico, 100).

Efeito do fosfito de potássio sobre fungos fitopatogênicos do feijoeiro

Effect of phosphate potassium on phytopathogenic fungi of bean crop

Augusto de Oliveira Caixeta¹; Bruno Sérgio Vieira²;
Éllen Júnia Canedo¹

¹ Alunos do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

² Professor do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

Resumo: O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas no Brasil e seu cultivo está sujeito a uma série de perdas causadas por pragas e doenças que afetam diretamente a produção. Dentre as principais doenças do feijoeiro destacam-se a antracnose, a murcha de *Fusarium*, a mancha angular e o mofo branco. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes concentrações de fosfito de potássio sobre o crescimento micelial e esporulação dos fungos (*Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudocercospora griseola*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*). Os ensaios foram conduzidos *in vitro* e os tratamentos constaram de diferentes concentrações de fosfito: 0; 0,0625; 0,125; 0,25 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$. O delineamento experimental adotado foi inteiramente utilizando esquema fatorial 5x5+1. Para os fungos *C. lindemuthianum*, *P. griseola*, *S. sclerotiorum* foi mensurado o crescimento micelial, enquanto para *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* foi mensurada sua esporulação. Foi verificada ação inibitória do fosfito de potássio sobre *C. lindemuthianum* e *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, reduzindo significativamente o crescimento micelial e a esporulação dos respectivos patógenos. *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* não foram sensíveis ao fosfito de potássio, nas doses testadas. O fosfito de potássio possui ação direta de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e da esporulação de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Palavras-chave: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum*, Controle alternativo.

Abstract: Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important crop in Brazil and its cultivation is subject to a series of losses caused by pests and diseases that directly affect production. Among the major bean diseases stand out anthracnose, *Fusarium* wilt, blight and white mold. The objective was to evaluate the effect of different concentrations of potassium phosphite on mycelial growth and sporulation of the fungus (*Colletotrichum lindemuthianum*, *Pseudocercospora griseola*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*). The tests were conducted *in vitro* and the treatments consisted of different concentrations of phosphite: 0, 0.0625, 0.125, 0.25 and 0.5 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Experimental design was entirely made by using a factorial 5x5 +1. Four fungi *C. lindemuthianum*, *P. griseola*, *S. sclerotiorum* mycelial growth was measured, while for *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* their sporulation was measured. It was observed inhibitory action of potassium phosphite on *C. lindemuthianum* and *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* significantly reducing the

mycelial growth and sporulation of the respective pathogens. *Pseuercospora griseola* and *Sclerotinia sclerotiorum* were not sensitive potassium phosphite, at the doses tested. The potassium phosphite has a direct action of inhibition of mycelial growth of *Colletotrichum lindemuthianum* and sporulation of *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Keywords: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum*, *Pseudocercospora griseola* and *Sclerotinia sclerotiorum*, Alternative control.

Introdução

A produção nacional de feijão em 2010, somadas as três safras, está estimada em 3.305.265 toneladas, inferior a 2,0% ao apontado anteriormente, quando era esperada uma produção de cerca de 2,0 milhões de toneladas, sendo 23,1 % maior que a obtida em 2009 (1,6 milhão de toneladas) (IBGE, 2010).

As doenças que ocorrem no feijoeiro constituem uma das principais causas de redução da produtividade do feijoeiro. Alguns patógenos do feijoeiro, dependendo das condições ambientais e da ausência de controle, podem causar perda total da produção, depreciar a qualidade do produto ou até inviabilizar determinadas áreas para o cultivo (VIEIRA; RAVA, 2000).

Dentre as principais doenças, quatro são de origem fúngica: a antracnose, a fusariose, a mancha angular e o mofo branco. A antracnose, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, possui maior importância por ser uma doença cosmopolita, ocorrendo em regiões de clima temperado e subtropical. Perdas severas podem ocorrer principalmente quando sementes infectadas são usadas para plantio e quando ocorrem períodos prolongados de condições favoráveis à doença (BIANCHINI, 2005).

A fusariose, cujo agente causal é o fungo *Fusarium oxysporum* sp. *phaseoli*, tem se tornado mais importante em algumas regiões do Brasil devido ao plantio sucessivo do feijoeiro. O colapso do sistema vascular da planta provocado pelo ataque deste fungo compromete a absorção de água na quantidade exigida pela planta, mesmo havendo disponibilidade de água no solo, e impede o fluxo normal da seiva bruta pelos vasos do xilema, levando a planta à murcha e em alguns casos à morte (AMORIM; SALGADO, 1995).

A mancha angular causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola* pode afetar os feijoeiros cultivados tanto em sequeiro como irrigado. Encontra-se disseminada em todas as áreas produtoras desta leguminosa causando severas perdas. As perdas de rendimento são maiores quanto mais precoce for o aparecimento da doença na cultura, podendo comprometer até 80% da produção (RAVA; SARTORATO, 1994).

O mofo branco tem como agente causal *Sclerotinia sclerotiorum*: esta doença é bastante destrutiva e pode ser um problema sério em áreas com histórico da doença na safra irrigada de inverno. O patógeno possui mais de 300 espécies hospedeiras e pode

sobreviver durante anos no solo por meio de estruturas de resistência denominadas escleródios (BIANCHINI, 2005).

Dentro do contexto do manejo integrado, fertilizantes à base de fosfito vêm sendo empregados no controle de diversos fungos, diminuindo incidência de oídio em frutíferas (GEELEN, 1999 apud BRACKMANN, 2004) da sarna da macieira (BONETI; KATSURAYAMA, 2005), da podridão-do-pé do mamoeiro, da varíola do mamoeiro (DIANESE *et al.*, 2008), além da mancha da Phoma em cafeeiro (NOJOSA *et al.*, 2009 apud ARAÚJO, 2010).

Fosfitos são fertilizantes foliares que têm efeitos antifúngicos, porém existem dúvidas sobre o seu modo exato de ação. Alguns autores comprovaram a ação direta do fosfito sobre os fungos (GUEST; GRANT, 1991). Por outro lado, Saindrenant *et al.* (1998, apud Araújo *et al.*, 2008), atribuíram a síntese de fitoalexinas eliciada por fosfito, como mecanismo de controle de *Phytophthora cryptogea* em feijão caupi.

A formação do fosfito ocorre através da reação de redução entre o ácido fosforoso e uma base, que pode ser um hidróxido de potássio, hidróxido de sódio, dentre outras. Através da oxidação do fosfito forma-se o fosfato (REUVENI, 1997 apud SANTOS, 2008). O ácido fosforoso possui propriedades indutoras de resistência nos vegetais (WILD; WILSON; WINLEY, 1988 apud SANTOS, 2008) e podem reduzir a esporulação dos patógenos nas plantas, através de efeito direto, possibilitando com isso a redução na incidência e na severidade das doenças (PANICKER; GANGADHARAN, 1999, apud SANTOS, 2008).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo estudar o efeito do fosfito de potássio sobre *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum* fsp. *phaseoli*, *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* in vitro.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Bloco H, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no período compreendido entre os dias 15 de março e 7 de julho de 2010.

Utilizou-se a formulação comercial de fosfito de potássio (Starphos®), cuja formulação era de 30% de P₂O₅ e 20% de K₂O. Os isolados de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* e *Sclerotinia sclerotiorum* foram cedidos pelo Laboratório de Biocontrole da empresa Sementes Farroupilha, e o isolado de *Pseudocercospora griseola* foi cedido pela coleção micológica do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa.

Nos ensaios foi incorporado fosfito de potássio ao meio de cultura BDA (batata dextrose ágar), em placas de Petri de 9 cm de diâmetro. Para cada isolado separadamente, foram testadas as seguintes concentrações de fosfito de potássio: T1: 0; T2: 0,062; T3: 0,125; T4: 0,25 e T5: 0,5 µL mL⁻¹. Um disco de 10 mm de diâmetro contendo micélio

de cada isolado fúngico foi transferido para o centro de cada placa de Petri e as mesmas foram incubadas a 25 °C sob 12 h de fotoperíodo numa incubadora do tipo BOD. Os diâmetros das colônias em sentido perpendicular foram medidos aos 4, 6, 8, 10, 12, 14 e 16 dias, com auxílio de uma régua.

Somente para o fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*, foi feito a contagem de conídios formados aos 8 dias de incubação. Para tal, em cada placa de Petri foram adicionados 10 mL de água destilada e estéril e retirada uma alíquota de 10 µL e transferida para um hemacitômetro ou câmara de Neubauer, no qual foi feita a contagem de conídios mL⁻¹.

Nos ensaios, foram adotados o delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições, sendo cada repetição representada por uma placa de Petri. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e ao teste de comparação de médias Tukey ($\alpha \leq 0,05$), com auxílio do software Statística – Assistat 7.5 beta.

Resultados e discussão

Foi observada (Tabela 1) uma diminuição no crescimento micelial de *C. lindemuthianum* submetido a doses diferentes de fosfito de potássio. As inibições mais relevantes ocorreram em concentrações maiores do produto, observando menor velocidade no crescimento micelial em função do tempo de incubação.

Tabela 1. Diâmetro das colônias (cm) do isolado de *Colletotrichum lindemuthianum* submetido a diferentes dosagens de fosfito de potássio, em diferentes dias (média de cinco repetições).

Tratamentos	Dias						
	4º dia	6º dia	8º dia	10º dia	12º dia	14º dia	16º dia
T1	1,62 a	2,62 a	2,97 a	3,88 a	4,54 a	4,92 a	6,01 a
T2	1,63 a	2,46 a	2,70 ab	3,44 ab	3,51 b	4,18 ab	4,75 b
T3	1,60 a	2,29 ab	2,40 bc	2,95 bc	3,20 b	3,45 bc	4,28 bc
T4	1,34 a	1,90 b	1,96 c	2,33 c	2,54 b	2,92 c	3,48 d
T5	1,52 a	1,97 b	2,11 c	2,35 c	2,48 b	2,69 c	2,62 cd

*Letras iguais seguidas na mesma coluna não diferem entre si pelo a 5 % de probabilidade.

Após quatro dias de incubação, o produto não interferiu no crescimento micelial do fungo, em nenhuma das doses testadas, não diferindo estatisticamente entre si.

Aos 6, 8, 10, 12, 14 dias de incubação observou-se uma redução do crescimento micelial de *C. lindemuthianum* devido à ação do fosfito de potássio, observando-se diferenças estatísticas nos tratamentos.

O fosfito de potássio pode ter ação fungistática dependendo do fungo testado, como observado para *C. lindemuthianum* (Figura 1). Araújo *et al.* (2008), avaliando concentrações de fosfito de potássio no controle do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*, observaram que houve inibição quase total do crescimento micelial do fungo na concentração (0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$) em relação à testemunha aos 6 dias de incubação.

Para avaliar o índice de velocidade de crescimento micelial optou-se pelo modelo de regressão, que apresentou os maiores coeficientes de determinação. Pela análise, quanto maior a concentração de fosfito de potássio no meio, menor a velocidade de crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* (ARAÚJO *et al.*, 2008)

As doses de 0,125; 0,25 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (T3, T4 e T5) foram suficientes para inibir o crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* (Figura 1). Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Ribeiro Júnior *et al.* (2006), que constataram inibição na formação de conídios de *Verticillium dahliae* (Kled) em concentrações de 0,62, 1,25, 2,5 e 0,5 $\mu\text{L mL}^{-1}$ de fosfito de potássio, concentrações muito acima das utilizadas neste estudo.

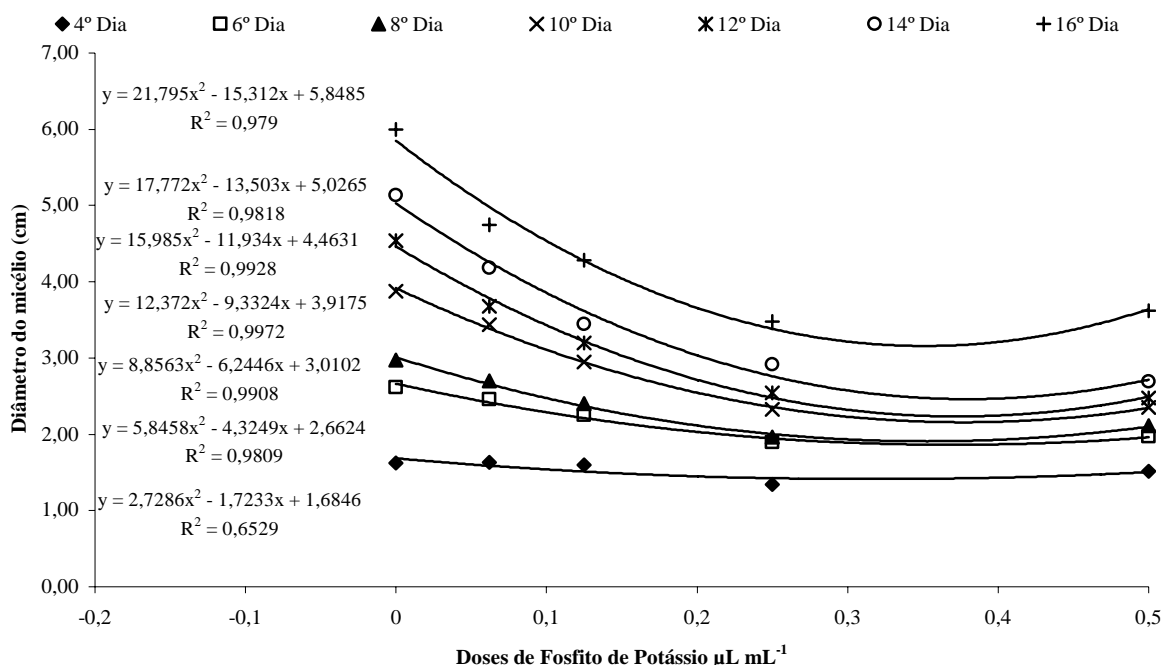


Figura 1- Diâmetro das colônias (cm) do isolado de *Colletotrichum lindemuthianum* submetido a diferentes dosagens de fosfito de potássio, em diferentes dias de avaliação (média de cinco repetições).

Optou-se por avaliar a esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* sob diferentes doses de fosfito de potássio, pois visualmente não foi verificada diferença no crescimento micelial deste patógeno, que se apresentou muito irregular nas placas de Petri. Observou-se uma redução significativa na produção de conídios do fungo, com destaque para os tratamentos T3 ($0,125 \mu\text{L mL}^{-1}$), T4 ($0,25 \mu\text{L mL}^{-1}$) e T5 ($0,5 \mu\text{L mL}^{-1}$) (Figura 2). Do ponto de vista epidemiológico, a inibição da esporulação pode ser importante no manejo do patógeno no campo.

No trabalho de Davis (1994), a germinação de esporos de *Fusarium oxysporum cubense* foi reprimida somente em altas concentrações de fosfanato ($30 \mu\text{L}$). Além do fato de que a produção de conídio foi inibida em altas concentrações de fosfito.

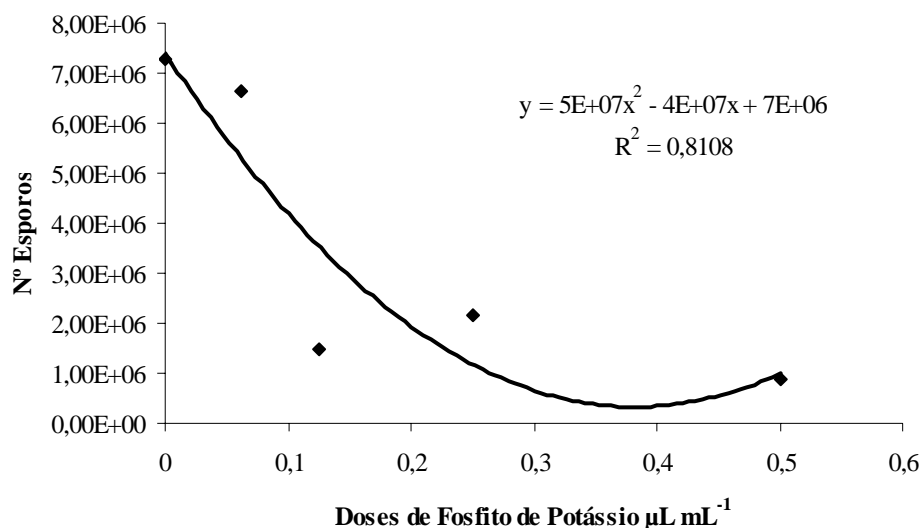


Figura 2. Média da esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli*, sob diferentes dosagens de fosfito de potássio, aos 8 dias de incubação (média de cinco repetições).

O efeito de inibição apresentado pelo fosfito de potássio no crescimento micelial de *C. lindemuthianum* e na produção de conídios de *F. oxysporum* f.sp. *phaseoli* confirma o modo de ação antifúngico direto observado por Smillie *et al.* (1989), que verificaram inibição do crescimento micelial de *Phytophthora palmivora* sob ação de fosfito. Daniel e Guest (2006) relataram ocorrer duas formas de ação dos fosfitos, podendo ser expressa de forma indireta, pela indução de resistência na planta (formação de fitoalexinas) ou pela ação direta sobre patógenos, inibindo o crescimento micelial e esporulação (FENN; COFFEY, 1989 apud DUTRA, 2008).

Os fungos *Pseudocercospora griseola* e *Sclerotinia sclerotiorum* foram indiferentes ao fosfito de potássio nas doses testadas.

Conclusão

O fosfito de potássio possui ação direta de inibição do crescimento micelial de *Colletotrichum lindemuthianum* e da esporulação de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Referências

- AMORIM, L.;SALGADO, C.L. "Diagnose", in: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (ed.). **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3 ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v. 1, p. 212-222, 1995.
- ARAÚJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M.J. "Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides* in vitro e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira", **Trop. plant pathol.** [online]. 2010, vol.35, n.1, pp. 054-059. ISSN 1982-5676. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/tpp/v35n1/a10v35n1.pdf>>. Acesso em: nov.2010.
- ARAÚJO, L.; STADNIK, M. J.; BORSATO, L. C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Trop. plant pathol.**, Brasília, v. 33, n. 2, abr. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-56762008000200009&lng=en&nrm=iso>. Acesso em dez. 2010.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI A.C.; CARNEIRO, S.M.T.P.G. "Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)", in: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. CARMAGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005, v. 2, cap. 37, p. 333-349.
- BRACKMANN, A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C.A. "Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs 'Fuji' durante o armazenamento refrigerado", **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1039-1042, jul-ago, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n4/a11v34n4.pdf>>. Acesso em: nov.2010.
- BONETI, J. I.; KATSURAYAMA, Y. "Viabilidade do uso de fosfitos no manejo das doenças da macieira", in: **Encontro Nacional Sobre Fruticultura de Clima Temperado - ENFRUTE**, 5., 2002, Friburgo. **Anais...** Friburgo, 2002, p. 125-139.
- BYRDE, R. J. W.; WILLETTS, H. J. "Infection", in: **The brown rot of fruit: their biology and control**. Oxford: Pergamon, 1977, cap. 7, p. 87-110.
- DAVIS, A. J.; SAY, M.; SNOW, A. J. "Sensitivity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* to phosphonate", **Plant Pathology**, v. 43, n. 1, p. 200-205, 1994.
- DIANESE, A.C.; BLUM, L.E.B., DUTRA, J.B.; LOPES, L.F.; SENA, M.C.; FREITAS, L.F. "Avalia-

ção do efeito de fosfitos na redução da variola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya*)”, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 834-837. 2008.

DIANESE, A.C.; BLUM, L.E.B., DUTRA, J.B.; LOPES, L.F.; SENA, M.C.; FREITAS, L.F.; YAMANISHI, O.K. “Redução da podridão do pé (*Phytophthora palmivora*) do mamoeiro (*Carica papaya*) por fosfitos”, **Fitopatologia brasileira**, v. 32, p. 166, 2007.

GUEST, D.I, GRANT, B.R. “The complex action of phosphonates anti-fungal agents”, **Biological Review**, 157, 1991.

GEELLEN, J.A. **An evaluation of Agrios-Fos Supra 400 for the control of black spot and powdery mildew of apple in Hawke’s Bay**. N.I.: Geelen Research Independent Horticultural Consultants, 1999. 15p.

IBGE – Comunicação Social - 09 de fevereiro de 2010: “Em janeiro, IBGE estima safra de grãos 7,2% maior que a de 2009”. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1554&id_pagina=1>. Acesso em: nov. 2010.

RAVA, C.A.; SARTORATO, A. “Controle químico da Macha Angular do feijoeiro comum pelo método de aplicação convencional”, in: **Embrapa Arroz e Feijão – Pesquisa em foco**, n. 21. nov. 1999. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/emfoco/anteriores/pqfoco21.pdf>>. Acesso em nov. 2010.

RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; PEREIRA, R.B.; CAVALCANTI, F.R., AMARAL, D.R.; PÁDUA, M.A. **Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.)**. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 629-636, jul./ago. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n4/v30n4a06.pdf>>. Acesso em nov. 2010.

SANTINI, A. **Ação fungicida do acaricida azocyclotin sobre a antracnose do feijoeiro**. Dissertação (Mestrado em Agricultura tropical e subtropical). Instituto Agrônômico de Campinas – Campinas – SP. 45 p. 2003.

SANTOS, H.A.A. **Efeito de fosfito no controle de doenças foliares do trigo *in vitro* e *in situ***. Mestrado em Agronomia. Curso de pós-graduação em Concentração em agricultura. Universidade Estadual de Ponta Grossa. 148 p. 2008.

SMILLIE, R.; GRANT, B.R.; GUEST, D. “The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants”, **Phytopathology**, v. 79, p. 921-926. 1989. Disponível em: <http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1989Articles/Phyto79n09_921.PDF>. Acesso em: nov.2010.

VIEIRA, R.F.; PAULA JÚNIOR, T.J. “Semente: veículo de disseminação de patógenos”, in:

VIEIRA, C., PAULA JÚNIOR, T. J., BORÉM, A. (ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa, MG: UFV, 1998, p. 451-505.

VIEIRA, E.H.N. RAVA, C.A. **Sementes de feijão**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. 270 p.

Avaliação de diferentes métodos para a quebra de dormência em sementes de espinafre

Research in the different types of methods to overcome the dormancy of seeds of sea spinach

Cleide Silva Souza¹; Janaíne Myrna Rodrigues Reis²;
Lara Caroline Borges Moreira³

¹ Faculdade Católica de Uberlândia, Uberlândia/MG

² Professora do Centro Universitário de Patos de Minas, Patos de Minas/MG

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

Resumo: O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia e Análise de Sementes do Centro Universitário de Patos de Minas – MG e teve como objetivo testar a eficiência de diferentes tratamentos pré-germinativos para a superação de dormência de sementes de espinafre. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos com quatro repetições, sendo T₁ (tratamento testemunha): sementes sem tratamento como controle; T₂: imersão das sementes em água em temperatura ambiente por 24 horas; T₃: imersão das sementes em água em temperatura ambiente por 12 horas; T₄: imersão das sementes durante 24 horas em acetona (CH₃COCH₃); T₅: imersão em água quente a temperatura de 70°C durante 4 minutos; e T₆: escarificação química com ácido sulfúrico concentrado (98%) (H₂SO₄) durante 4 minutos. O resultado mais satisfatório foi obtido com o tratamento T₁ com maior porcentagem de germinação (70,5%) e maior IVG (28,66), seguido do tratamento T₂ com 67,5% de porcentagem de germinação e 21,86 IVG. Concluiu-se então que em condições de laboratório as sementes de espinafre não necessitam de nenhum tratamento para quebra de dormência.

Palavras-chaves: *Tetragonia tetragonoides*, germinação, produção de mudas.

Abstract: The sea spinach (*Tetragonia tetragonoides*) is a plant from the Aizoaceae's family; its seeds have a thick seed coat which makes it difficult the absorption of water, and consequently, its germination. A research made in the Technology and Analysis Laboratory at the Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM) aims at testing and comparing the efficiency of the different types of pre-germination treatment used to overcome the dormancy of Sea Spinach's seeds. The methods used were entirely casual, six (6) methods were used and repeated four (4) times. T₁ (control test): seeds without any type of treatment as a control; T₂: the seeds were submerged in room temperature water for a period of 24 hours; T₃: the seeds were submerged in room temperature water for a period of 12 hours. T₄: the seeds were submerged in acetone (CH₃COCH₃) for a period of 24 hours; T₅: the seeds were submerged in water at a temperature of 70°C for a period of 4 minutes and T₆: chemical scarification with concentrated (98%) sulfuric acid (H₂SO₄) during a period 4 minutes. The most satisfactory result was obtained with the T₁ treatment, the control one. It had the highest percentage of germination (70.5%) and higher IVG

(28.66), followed by treatment T₂ with 67.5% of germination and 21.86 IVG. We conclude that the Sea Spinach's seeds do not need any treatment for its dormancy.

Keywords: *Tetragonia tetragonoides*, germination, seedling.

Introdução

O espinafre (*Tetragonia tetragonoides*) é uma espécie da família *Aizoaceae*. As plantas são herbáceas, de hábito rasteiro, com um caule principal, ereto e curto, da base do qual surgem seis ou mais ramos laterais, radicais, que crescem horizontalmente, e as folhas são de coloração verde escura. A planta é anual, não exigindo frio para o florescimento (FILGUEIRA, 2000).

A germinação das hortaliças é condicionada pela temperatura e umidade, embora algumas espécies sofram a influência da radiação. Quanto à umidade, as exigências variam de acordo com as espécies, mas há espécies que mesmo em condições favoráveis, umidade, temperatura, luz e oxigênio não germinam (ANDRIOLO, 2006).

Segundo Guimarães et al. (2006), o atraso da germinação mesmo em condições favoráveis se deve à dormência de sementes. Geralmente a dormência em sementes ocorre após estas atingirem a maturidade fisiológica, de uma adaptação da espécie às condições ambientais em que ela se produz. O fenômeno da dormência em sementes pode ser dividido em dormência primária, ou natural, e dormência secundária, ou induzida (GUIMARÃES et al., 2006). Segundo os autores, no caso do espinafre ocorre a dormência primária, ou natural, pois, esta se manifesta na fase de maturação das sementes.

A propagação do espinafre é feita por sementes, que devem ser plantadas de fevereiro a julho, ou por estacas de ramos novos, o que ocorre geralmente dois meses após a sementeira, sendo conveniente deixar a haste principal, para que ela volte a brotar, propiciando assim nova colheita (FILGUEIRA, 2000).

O espinafre de "Nova Zelândia", pela sua própria natureza, tende a começar a germinar com dificuldade, tendo baixas taxas de germinação, pois ele apresenta o tegumento duro, dificultando a embebição. Esse período de dormência causa muitos transtornos para os agricultores, no qual terão germinação lenta e desuniforme (GUIMARÃES et al., 2006).

De acordo com Guimarães et al. (2006), os reguladores de crescimento (giberelinas, citocininas e etileno) são utilizados na eliminação da dormência fisiológicas das sementes de espinafre. Porém, estas metodologias tornam-se impraticáveis, quando se trabalha com grandes volumes de sementes.

A imersão de sementes em água quente é outro método que além de mais simples, tem apresentado bons resultados. Segundo Filgueira (2000), como as sementes de espinafre apresentam baixa germinação, as mesmas devem ser mergulhadas em água por 24 horas antes da germinação e expostas diretamente ao sol, de modo que a temperatura se mantenha favoravelmente quente.

O interesse por esse estudo decorreu da dificuldade encontrada em viveiros para a germinação das sementes, tendo como consequência, estandes desuniformes na

produção de mudas de espinafre e também a escassez de materiais.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a interferência de alguns métodos de quebra de dormência em sementes de espinafre.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia e Análises de Sementes do Bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), situado na cidade de Patos de Minas-MG, no período de 14 de julho a 18 de agosto de 2011, utilizando sementes de espinafre (*Tetragonia tetragonoides*) da cultivar "Nova Zelândia", adquiridas no comércio local, tratadas com 0,15% de Thiram, e armazenadas em sacos de papel em temperatura ambiente, em julho de 2010.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e quatro repetições (Tabela 1).

Tabela1. Tratamentos utilizados para quebra de dormência de sementes de espinafre em condições de laboratório. UNIPAM, Patos de Minas, MG. 2011.

Tratamentos	
T ₁	Sementes sem tratamento (Testemunha).
T ₂	Sementes imersas em água por 24 horas.
T ₃	Sementes imersas em água por 12 horas.
T ₄	Sementes imersas em acetona (CH ₃ COCH ₃).
T ₅	Sementes imersas em água quente 70°C durante 4 min.
T ₆	Sementes imersas em ácido sulfúrico (98%) (H ₂ SO ₄) durante 4 min.

As sementes, após os tratamentos, foram submetidas ao teste padrão de germinação (BRASIL, 2009), conduzido em rolo de papel germitest umedecido 2,5 vezes seu peso com água destilada, sendo utilizadas 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes por tratamento. Estas foram mantidas em câmara de germinação BOD com temperatura de 25°C.

A avaliação da germinação foi realizada considerando como semente germinada aquela que apresentou plântula normal. Foram realizadas contagens diárias, iniciando a contagem a partir de sete dias e término aos trinta e cinco dias e índice de velocidade de germinação (IVG), que foi obtido junto ao teste de germinação (MAGUIRE, 1962).

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi determinado registrando-se diariamente o número de sementes germinadas até o último dia avaliado e calculado

pela fórmula proposta por Maguire (1962). Foram consideradas como emergidas as plântulas que apresentarem os cotilédones totalmente livres.

[1]

$$IVG = G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n.$$

Em que:

IVG – Índice de Velocidade de Germinação.

G_1 , G_2 e G_n – número de plântulas normais computadas na primeira, segunda e última contagem.

N_1 , N_2 e N_n – número de dias após a implantação do teste.

As porcentagens de germinação para análise estatística e os dados para interpretação foram apresentados com as médias das repetições. Os dados encontrados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o auxílio do pacote estatístico Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

Resultados e discussão

Os tratamentos apresentaram diferença significativa em relação à testemunha quando se avaliou porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de espinafre, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Porcentagem de germinação e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de espinafre submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos a temperatura ambiente 25°C. UNIPAM, Patos de Minas, MG. 2011.

Tratamentos	% de germinação*	IVG*
Testemunha	70,5 a	28,66 a
Água -24h	67,5 a	21,86 b
Água- 12h	48 b	16,45 bc
Acetona- 24h	1,5 c	12,60 c
Água- 70°C-4'	16 c	2,82 d
H ₂ OSO ₄ - 4'	51 b	0,11 d
CV%	17,2 %	10,6 %

(*) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Valores significativamente maiores, quando avaliada a porcentagem de germinação das sementes de espinafre, foram obtidos no tratamento testemunha e em embebição em água a temperatura ambiente por 24 horas. Com esse resultado é possível inferir que nessas condições as sementes não apresentaram dormência, já que o melhor resultado foi obtido no tratamento testemunha. Os resultados satisfatórios na porcentagem de germinação, quando se utilizou como método de quebra de dormência a imersão em água a temperatura ambiente por 24 horas, podem ser explicados pelo fato de que na germinação, após a embebição da semente, esta absorve a água e incha. O tegumento hidratado amolece e se rompe, os tecidos de crescimento se desenvolvem com o fornecimento de alimento pelos cotilédones.

O tratamento em que ocorreu a imersão das sementes em água em temperatura ambiente por 12 horas, não apresentou rendimento tão satisfatório em relação à testemunha, com apenas 48% de germinação. De acordo com Lêdo (1979), para a quebra da dormência de sementes, esse tratamento tem a vantagem de ser simples e econômico, não requerendo equipamentos especiais e podendo ser usado para qualquer quantidade de sementes. Porém neste caso, esse tratamento teve efeito contrário, interferindo negativamente na germinação das sementes.

A imersão em água quente à temperatura de 70°C durante 4 minutos também não apresentou bom resultado, com apenas 16% de sementes germinadas. A temperatura constante da água exerceu efeito negativo na germinação das sementes; sendo assim, o período recomendado pela literatura de 4 minutos em água quente a 70°C mostrou-se ineficiente para germinação das sementes de espinafre, as quais não apresentaram dormência. As baixas percentagens de emergência indicam a provável ocorrência de algum tipo de dano fisiológico na estrutura interna das sementes. A alta temperatura possivelmente atingiu o embrião das sementes, causando a morte da maioria deles. De acordo com Lopes e Pereira (2011), a água fervente pode desnaturar as proteínas do tegumento e aumentar a capacidade de absorção de água. O tratamento com água quente é um método simples de executar, porém apresenta resultados inconsistentes. Este problema é justificado por Bianco e Bergamaschine (1984), como efeito da elevada temperatura da água sobre os mecanismos fisiológicos das sementes.

Sementes imersas em acetona (CH_3COCH_3) durante 24 horas (T_4) não apresentaram boas condições de germinação (apenas 1,5%), resultado este decorrente da deterioração das sementes. Este resultado foi semelhante ao encontrado por Lopes e Pereira (2011), quando verificaram que a porcentagem de germinação em sementes de quiabo com a utilização de acetona foi de apenas 4%. De acordo com Perez e Prado (1993), a acetona tem eficácia na quebra de dormência de sementes por aumentar a permeabilidade à água e aos gases e causar alterações na sensibilidade à luz ou temperatura, ou mesmo remover substâncias inibidoras, porém nas sementes de espinafre, a acetona causou a deterioração das sementes, não tendo bons resultados, matando os embriões e não permitindo a germinação.

No tratamento em que houve escarificação química com ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado (98%) durante 4 minutos, verificou-se a presença de 51% das sementes germinadas. De acordo com Cícero (1986), a escarificação química, geralmente com o

ácido sulfúrico concentrado, é um método eficiente para a quebra de dormência das sementes, que permanecem em contato com essa solução; em seguida, o ácido é escorrido, as sementes são colocadas em recipiente com água para eliminação do excesso do produto, secam à sombra e estão prontas para semeadura. Porém de acordo com o autor, esse tratamento se destina a pequenas quantidades de sementes, sendo conduzido em laboratório.

Segundo Araújo *et al.* (2002), a escarificação química com ácidos é amplamente usada, mas deve ser aplicada com certo cuidado, uma vez que longos períodos de exposição causam danos às sementes e, conseqüentemente, redução de germinação, o que provavelmente explica o rendimento não muito satisfatório deste tratamento.

Outro parâmetro avaliado neste estudo foi o Índice de Velocidade de Germinação (IVG) das sementes de espinafre submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos (Tabela 2).

Verificou-se que os maiores valores foram obtidos com as sementes que foram submetidas ao tratamento testemunha, o qual também obteve a maior porcentagem de germinação (70,5%). Os altos resultados, tanto de porcentagem de germinação como de IVG, apesar de ser o tratamento testemunha, decorreram das boas condições encontradas pelas sementes de temperatura (25°C) na BOD, o que normalmente não é encontrado nas estufas de viveiros comerciais. De acordo com Marco Filho (2005), a dormência é um mecanismo de defesa das sementes contra variações do ambiente que dificultam ou impedem sua atividade metabólica normal, durante determinados períodos em que também não há transcrição de mensagem genética; essa atividade somente é reassumida depois da ação de estímulo ambiental específico. O alto valor de IVG é resultante de 70,5% das sementes que germinaram e apresentaram germinação rápida, até o segundo dia da contagem.

Apesar do tratamento T₂ (imersão em água a temperatura ambiente por 24 horas) não ter se diferido do tratamento testemunha na porcentagem de germinação, o seu IVG apresentou valor inferior, com índice de 21,86; porém não apresentou diferenças significativas do tratamento T₃, o qual teve baixa porcentagem de germinação quando comparadas com o T₂. Em ambos os tratamentos (T₂ e T₃), a maior germinação ocorreu principalmente entre o quinto e sexto dia, com 30 e 21% respectivamente das sementes que germinaram, sendo possível encontrar germinação de sementes no décimo sexto e até no vigésimo oitavo dia de observação, em ambos os tratamentos.

No tratamento T₄, em que a germinação foi insatisfatória, o IVG foi mediano. Esse resultado ocorreu devido às sementes que germinaram (1,5%), ao serem submetidas à acetona: germinaram até o nono dia da contagem, não apresentando nenhuma germinação após esse período. O mesmo não ocorreu com as sementes submetidas ao tratamento T₅, que além de apresentarem baixa porcentagem de germinação (16%) também obtiveram baixo IVG (2,82), apresentando sementes germinando até o vigésimo oitavo dia de contagem. O menor valor de IVG (0,11) foi observado no tratamento T₆, em que as sementes foram submetidas ao ácido sulfúrico. Apesar da germinação das sementes terem apresentado valores médios (51%), o tratamento atrasou a germinação das sementes, ocorrendo principalmente do quinto ao sétimo dia da contagem, e

tendo também germinação ocorrendo até o vigésimo terceiro dia de observação (Tabela 2).

No presente trabalho observou-se nitidamente que as sementes de espinafre, nas condições em que foi realizado o experimento, não apresentaram dormência como é relatado na literatura por Guimarães *et al.* (2006). Necessita-se, pelo exposto, de novos estudos nesse sentido, a fim de elucidar se realmente a semente de espinafre possui dormência e quais seriam os melhores tratamentos pré-germinativos a serem utilizados.

Conclusão

Nas condições em que foi realizado o experimento, as sementes de espinafre não possuem dormência, não necessitam de nenhum tratamento pré-germinativo.

Referências

ANDRIOLO, J.L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de mini-tubérculos de batata, in: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2006, p. 26-40.

ARAÚJO, E.F.; ARAÚJO, R.F.; SILVA, R.F.; GALVÃO, J.C.C. Superação da dureza de sementes e frutos de *Stylosanthes scabra* J. Vogel e seu efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, 2002.

BIANCO, S.; COSTA, C.; BERGAMASCHINE, A.F. Escarificação de sementes de leucena (*Leuce-naleucocephala*(Lam.) de Wit): Efeitos de diferentes métodos na germinação, in: CONGRESSO DE ZOOTECNIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 4., 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1984, p.143-149.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.

CÍCERO, S.M. Dormência de sementes, in: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., 1986, Piracicaba, SP. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1986, p. 41-73.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2000. 402p.

GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, A.R. Aspectos fisiológicos de sementes. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 40-50, 2006.

LÊDO, A.A.M. **Estudo de causa de dormência em sementes de guapuruvu (*Schizolobium parahybum* (Vell) Blacke) e orelha-de-negro (*Enterolobium contortisilliquum***

(Vell) Morong) e métodos para sua quebra. 1977. 57 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa.

LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. **Avaliação de tratamentos utilizados na superação de dormência, em sementes de quiabo.** Capturado em 20 ago 2011. Online. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_598.pdf.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Dormência de sementes. In: **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** São Paulo: Piracicaba, 2005, p. 253-289.

LOPES, J.C.; PEREIRA, M.D. **Avaliação de tratamentos utilizados na superação de dormência, em sementes de quiabo.** Capturado em 20 ago 2011. Online. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_598.pdf.

PEREZ, S.C.J.G.A.; PRADO, C.H.B.A. Efeitos de diferentes tratamentos pré-germinativos e da concentração de alumínio no processo germinativo de sementes de *Copaifera langsdorfii* Desf. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 1, p. 115-118, 1993.

STATSOFT, Inc. 2004. **Statistica for windows (Computer program manual).** Tulsa, OK. Disponível em: <http://www.statsoft.com>

Coeficientes de variação em análises químicas de solos da região de Patos de Minas-MG

Coefficients of variation in chemical analyses of soils in Patos de Minas-MG

*Cristiano Gonçalves Caixeta¹, Vinicius José Ribeiro¹, Lucas Ferreira de Souza¹,
Fernanda Caixeta Barcelos¹, Kerley Carneiro Regis², Pedro Herinque Vieira³,
Aline Cristine Ordane de Melo³, Carlos Henrique Eiterer de Souza⁴*

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

² Pós-graduando em Manejo da Fertilidade do solo no Cerrado do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

³ Graduando em Engenharia Química do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

⁴ Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

e-mail: carloshenrique@unipam.edu.br

Resumo: A análise química do solo é o método quantitativo mais utilizado para avaliação da fertilidade e base para recomendação de corretivos e fertilizantes. Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a repetibilidade dos resultados de análises químicas de amostras de solo coletadas na região de Patos de Minas, em Minas Gerais. O delineamento experimental utilizado foi o DIC, com 10 amostras coletadas na profundidade de 0 a 20 cm em solos da região de Patos de Minas, analisadas em laboratório cinco vezes (cinco repetições). O experimento foi conduzido no laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert), localizado no campus do Centro Universitário de Patos Minas, em Minas Gerais. Em média os resultados obtidos conferiram aos solos alta fertilidade natural; entretanto, as determinações laboratoriais apresentaram alta repetibilidade assegurando confiabilidade dos resultados, exceto na determinação de K disponível.

Palavras-chave: análise química, coeficientes de variação, amostra de solo.

Abstract: The chemical analysis of soil is the most widely used quantitative method for evaluation of fertility and basis for recommendation of corrective and fertilizer. Thus, this study aimed to assess the repeatability of the results of chemical analysis of soil samples collected in the Patos de Minas, Minas Gerais. The experimental design was randomized with 10 samples collected at a depth of 0 to 20 cm in soils of Patos de Minas laboratory, analyzed five times (five repetitions). The experiment was conducted in the laboratory analysis of soil fertility of Unipam (CeFert), located at the campus of Centro Universitário de Patos de Minas, in Minas Gerais. On average the results obtained gave high fertility soils, however, laboratory tests showed high repeatability ensuring reliability of results, except for the determination of K available.

Key-words: chemical analysis, coefficients of variation, the soil sample.

Introdução

O solo que utilizamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas. São também tridimensionais, dinâmicos e formados por materiais minerais e orgânicos, ocupando a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta. Além do mais contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem (EMBRAPA SOLOS, 1999).

Conforme Vieira (1983), a compreensão dos fenômenos que regem a relação solo-planta tem sido uma preocupação que se perde com os tempos dentro da história, a partir do momento em que o homem se interessou pelo cultivo das plantas. A terra era vista, desse modo, como algo onde ele poderia plantar a semente que, em condições favoráveis, produziria alimentos de acordo com a sua produtividade.

Segundo Novais *et al.* (2007), para a planta, o solo atua como principal fonte de nutrientes minerais, e no caso de haver deficiência de algum desses, a produtividade deve ser viabilizada pela fertilização do solo.

Nesse sentido a realização da análise de solos é indispensável para que o produtor tenha conhecimento da riqueza ou pobreza da fertilidade de suas terras, o que é fundamental para que elas sejam bem manejadas. Esse fator torna-se imprescindível para o sucesso dos empreendimentos agrícolas, pecuários e florestais.

A avaliação da fertilidade de um solo é o primeiro passo para a definição das medidas necessárias para a correção e a adubação das áreas agrícolas. Um dos métodos quantitativos mais utilizados para diagnosticar a fertilidade do solo é a análise química (RAIJ *et al.*, 1985), já que a mesma oferece as seguintes vantagens: baixo custo operacional das análises, disponibilidade de laboratórios, rapidez na obtenção e na entrega dos resultados e possibilidade de planejar a recomendação e aplicação de doses de adubos e corretivos antes da implantação da cultura (EMBRAPA, 2009).

Para que os objetivos da fertilidade de uma área agrícola sejam atingidos, é necessária a realização de atividades que vão desde a amostragem do solo até a recomendação do corretivo ou fertilizante. De fato, correspondem às seguintes etapas: amostragem do solo, envio ao laboratório, preparo das amostras e análise química (extração e quantificação dos nutrientes), interpretação dos resultados das análises, recomendação propriamente dita e confirmação de procedimentos (CHITOLINA, 1982; BOARETTO *et al.*, 1988).

Preconiza-se que laboratórios sigam normas e metodologias a fim de garantir resultados confiáveis do ponto de vista químico e agrônomo. Nesse sentido o presente trabalho teve por objetivo avaliar a repetibilidade dos resultados de análises químicas de amostras de solo coletadas na região de Patos de Minas, região do Alto Paranaíba, em Minas Gerais.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert), localizado no campus do Centro Universitário de Patos Minas, em

Minas Gerais, com amostras coletadas na profundidade de 0 a 20 cm em 10 solos da região de Patos de Minas.

Os métodos de análise laboratorial, bem como os extratores, para a determinação dos atributos químicos do solo, seguiram as recomendações descritas no Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da Embrapa (2009).

Depois de coletadas, as amostras dos solos foram destorroadas, homogeneizadas, secas ao ar e peneiradas em malha de 2,00 mm de abertura (ABNT-8), a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA) utilizada como amostra padrão para análise.

Em todos os experimentos foi usada a mesma sistemática de tratamentos, e de cada amostra de solo foram realizadas análises para caracterização química dos solos, determinando os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Al^{3+} trocáveis; matéria orgânica total (MOS) por titulometria; P e K assimilável por Mehlich-1, acidez potencial e pH em água, seguindo metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), constituídas em cinco repetições. Desta forma o delineamento experimental adotado foi em DIC com 10 tratamentos em cinco repetições.

Ao final, os resultados de cada determinação dentro de cada tratamento (amostra de solo) foram submetidos a análises a partir do desvio padrão em torno da média das cinco repetições, a fim de aferir a precisão das análises obtidas.

Resultados e discussão

As determinações químicas das amostras de solo apresentaram, segundo a CFSEMG (1999), altos valores de pH, Ca^{2+} e Mg^{2+} trocáveis e K disponível, excluindo-se a amostra 10 que apresentou média de pH em água de 4,96, e teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} de 0,64 e 0,52 cmolc dm^{-3} , respectivamente (Tabela 1). Em média os resultados de Al^{3+} foram considerados baixos nas amostras de 1 a 5, e 10; e altos nas amostras de 6 a 9, enquanto para os valores de acidez potencial (H + Al) as médias das amostras variaram de muito baixo (1, 4 e 9), médios (2 e 3) e altos (5 a 8, 10).

Para determinação de Ca^{2+} foi utilizado o método complexométrico com emprego de EDTA e ácido Calcon Carbônico, conforme metodologia proposta por EMBRAPA (2009). Esse método apresenta baixo custo de implantação e fácil execução. Porém essa metodologia trabalha com titulação e, no caso do laboratório ter um volume grande de amostras, será necessária maior demanda de mão de obra. Deve-se também ter cuidado com a qualidade dos reagentes e na padronização da solução de titulação, pois esses podem interferir no ponto de viragem da solução e comprometer o resultado final da concentração de Ca^{2+} na amostra.

A maioria dos laboratórios de análise química de solo tem trabalhado para determinação Ca^{2+} , utilizando o emprego do método de espectrofotometria de absorção atômica (EAA), que apresenta maior rapidez na execução, menor demanda de mão de obra e maior precisão dos resultados, devido à sensibilidade do aparelho. As desvantagens desse método se devem ao seu elevado custo de implantação e manutenção, à necessidade de mão de obra especializada e ao uso de curvas de calibração com con-

centrações de Ca^{2+} previamente estabelecidas de modo a se obter a máxima linearidade de reposta do aparelho.

Tabela 1. Resultados médios das análises químicas de amostras de 10 solos coletados na região de Patos de Minas, Minas Gerais. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Amostra	pH	P-Meh	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	(H+Al)	M.O.
	H_2O	mg dm^{-3}			$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$			dag dm^{-3}
Amostra 1	7,58	140,2	734,11	9,88	4,14	0,0	0,9	9,80
Amostra 2	5,94	5,85	346,41	7,42	3,2	0,18	3,16	3,82
Amostra 3	6,3	0,17	194,74	15,96	3,18	0,12	2,7	1,67
Amostra 4	6,76	8,95	143,43	15,38	4,14	0,02	0,96	1,10
Amostra 5	5,5	3,26	221,12	7,54	2,6	1,34	5,32	3,48
Amostra 6	5,08	4,79	350,63	4,88	5,22	5,38	8,06	3,05
Amostra 7	5,62	5,30	322,21	8,02	6,78	5,02	7,0	3,19
Amostra 8	5,4	24,00	233,62	11,72	7,06	5,68	8,42	2,45
Amostra 9	7,96	41,68	194,96	23,84	6,42	3,52	0,66	2,45
Amostra 10	4,96	1,43	32,848	0,64	0,52	1,12	5,68	4,05

pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial, matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia Embrapa (1997).

Segundo a metodologia da Embrapa (2009), a determinação da matéria orgânica em solos baseia-se na reação de oxidação do carbono orgânico por íons de dicromato em meio fortemente ácido. Em amostras que exigem maior precisão, a determinação da quantidade de íons de Cromo (Cr^{3+}) reduzidos é feita indiretamente, por titulação dos íons dicromato em excesso, com íons de Fe^{2+} . Entretanto, o título da solução (sulfato ferroso amoniacal) deve ser aferido ao se processar cada bateria de amostras. Além disso, em laboratórios que manuseiam grande número de amostras, seu uso torna-se mais restrito por causa do tempo gasto nas titulações.

Alternativamente, pode-se determinar diretamente a quantidade de íons reduzidos de Cr^{3+} por calorimetria, medindo a intensidade da cor esverdeada produzida por esses íons em solução. Essa metodologia de determinação, normalmente usada em rotina, requer a montagem de uma curva padrão de calibração através do teor de matéria orgânica em uma série de amostras de solos determinadas por titulação (EMBRAPA, 2009).

Os processos analíticos utilizados no laboratório apresentaram alto índice de convalidação, uma vez que os valores médios observados para o desvio padrão das

determinações de pH, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ trocáveis, (H+Al) e M.O. foram inferiores a 1% (Quadro 2). No entanto, a análise de K apresentou baixo índice de repetibilidade, em que algumas amostras apresentaram desvio padrão superior a 100% (1, 2, 6, 7 e 9). Desta forma os resultados podem orientar a verificação dos processos envolvidos na determinação de K disponível.

Segundo Defilipo e Ribeiro (1997), o potássio (K⁺) é determinado pelo método direto no fotômetro de chama com a alíquota retirada da extração com Mehlich-1. A leitura do teor de potássio das amostras de solo ocorre após a seleção do filtro para potássio no fotômetro de chama, a aferição do aparelho com extrator Mehlich-1 no ponto "0" e a calibração com uma curva padrão com diferentes concentrações de K⁺ previamente estabelecida.

Solos sob cerrado apresentam, em média, teores de fósforo disponível por volta de 1,0 mg dm⁻³ de P (NOVAIS e SMYTH, 1999), o que foi observado somente nas amostras 3 e 10 (Tabela 1). A região de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, é conhecida como contendo solos com altos teores de P, comprovados pelos valores obtidos nas amostras 8 e 9, com 24,00 e 41,00 mg dm⁻³ de P, e na amostra 1, que apresentou 140 mg dm⁻³ de P extraído por Melich-1.

Como todas as amostras foram coletadas em áreas em que não há uso agropecuário, os valores obtidos são reais e não influenciados por prática de uso e manejo dos solos. Sendo assim, a amostra 1 (tabela 1) se apresenta como um solo de alta fertilidade natural com o menor teor de Al³⁺ tóxico trocável (0,0 cmol_c dm⁻³) e os maiores teores de P disponível (140,2 mg dm⁻³), K⁺ (734,11 mg dm⁻³) e MO (9,80 dag dm⁻³). Apesar disso, o pH (7,58) apresenta classificação agrônômica como muito alto (CFSEMG, 1999), e sabe-se que nessa faixa de pH, a disponibilidade de micronutrientes requeridos pelas plantas fica comprometida. A fertilidade natural desse solo pode ser atribuída ao elevado teor de matéria orgânica ou da composição do material de origem.

O fósforo é o nutriente cuja quantificação em análises química de fertilidade do solo sofre variações de acordo com a localidade do laboratório. Regiões como São Paulo e Paraná utilizam metodologia para P-disponível em resina de troca aniônica (RTA). Já no estado de Minas Gerais, parte do Centro-oeste e Nordeste brasileiro, os laboratórios utilizam extrator Mehlich-1, o mesmo utilizado para as determinações no presente trabalho. Desta forma, os valores de P disponível tendem a apresentar alguma variabilidade.

O Mehlich-1 é um extrator ácido composto pelo ácido clorídrico a 0,05 mol L⁻¹ e ácido sulfúrico a 0,0125 mol L⁻¹, sendo utilizado nas análises de fósforo, potássio e micronutrientes. Segundo Kamprath e Watson (1980), o extrator de Mehlich-1, ainda o mais usado no Brasil, é recomendado para solos ácidos, de baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e com predominância de caolinita e sesquióxidos na fração argila.

Nas amostras 1, 4 e 9, os valores de desvio padrão para P disponível foram superiores a 25%, sendo na amostra 8 de 48% (Tabela 2). Contudo na maior parte dos solos analisados o desvio padrão para determinação de P disponível foi inferior a 5%, conferindo seguridade à determinação laboratorial.

As amostras 8 e 9 apresentaram desvio padrão superior a 40% para P-assimilável por Mehlich-1. Para Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ o desvio padrão foi maior que 8%,

3% e 4% respectivamente (Tabela 2). Estes valores de desvio padrão citados para esses nutrientes são os maiores encontrados em todas as amostras.

Tabela 2. Valores de desvio padrão dos resultados de análises químicas de amostras de 10 solos coletados na região de Patos de Minas, Minas Gerais. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Amostra	pH	P-Meh	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	(H+Al)	M.O.
	%							
Amostra 1	0,29	26,43	181,45	2,48	2,50	0,00	0,84	0,84
Amostra 2	0,11	4,34	132,62	0,86	0,38	0,11	0,65	0,83
Amostra 3	0,24	0,29	84,022	3,13	1,57	0,04	1,10	0,97
Amostra 4	0,08	5,39	46,344	1,35	1,24	0,04	0,61	0,97
Amostra 5	0,33	1,51	85,497	0,56	1,49	0,65	0,66	1,38
Amostra 6	0,21	1,14	157,21	0,49	1,09	2,24	0,92	0,86
Amostra 7	0,26	3,79	145,46	1,67	1,93	2,05	0,63	0,64
Amostra 8	0,22	48,09	92,173	10,00	3,43	4,38	0,88	0,77
Amostra 9	0,43	40,81	100,73	8,21	13,52	4,83	0,66	0,70
Amostra 10	0,36	0,66	21,801	0,11	0,34	0,51	0,66	0,70

As amostras de solo, na determinação da análise física textural, apresentaram segundo a CFSEMG (1999), classificação de textura argilosa para as amostras 1, 5, 6, 7 e 8, muito argilosa (3 e 10) e média (2 e 9) (Tabela 3). Já a amostra 4 apresenta a classificação de textura siltosa.

Tabela 3 – Resultados médios das análises físicas texturais de amostras de 10 solos coletados na região de Patos de Minas, Minas Gerais. Patos de Minas, UNIPAM, 2009.

Amostras	Argila	Silte	Areia	*Classificação textural
	g Kg ⁻¹			
Amostra 1	400,0	310,0	290,0	Argiloso
Amostra 2	330,0	335,0	335,0	Média
Amostra 3	640,0	95,0	265,0	Muito argiloso
Amostra 4	85,0	615,0	300,0	Siltoso
Amostra 5	425,0	115,0	460,0	Argiloso
Amostra 6	500,0	135,0	365,0	Argiloso
Amostra 7	600,0	295,0	105,0	Argiloso
Amostra 8	600,0	280,0	120,0	Argiloso
Amostra 9	300,0	310,0	390,0	Média
Amostra 10	845,0	25,0	130,0	Muito argiloso

Teores de argila, silte e areia determinados segundo metodologia proposta por Embrapa (1997)

* Classificação textural segundo triangulo textural, CFSEMG (1999)

Sendo assim, a textura do solo torna-se importante para a identificação e distinção de classes de solos, bem como para auxiliar nas interpretações para fins de manejo agrícola das terras, obras de engenharia e geotécnica. A conjugação da textura com outras propriedades e características do solo, sobretudo composição mineralógica das argilas e conteúdo de matéria orgânica, estão intimamente relacionadas à estrutura, consistência, permeabilidade, capacidade de troca de cátions, retenção de água e fixação do fósforo (NASCIMENTO *et al.*, 2003).

Conclusões

1. Em média os resultados obtidos conferiram aos solos alta fertilidade natural;
2. As determinações laboratoriais apresentaram alta repetibilidade, assegurando confiabilidade dos resultados, exceto na determinação de K disponível.

Agradecimentos

Ao professor Carlos Henrique Eiterer de Souza e a todos os estagiários do laboratório de análises de fertilidade do solo do UNIPAM (CeFert).

Referências

BOARETO, A.C.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M. Determinação estatística do número de amostras simples de solo por área para avaliação de sua fertilidade. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 21, n. 114, p. 142-147, 1974.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**, in: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.) Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

CHITOLINA, J. C. **Contribuição de alguns fatores nos resultados da análise química de terra e seus efeitos nas recomendações de adubação e calagem**. 1982. 200 p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.

DEFILIPPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise Química do Solo (Metodologia)** – Boletim de Extensão. 2 ed. Viçosa, 1997. 26 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Brasília: Embrapa Produção de Informação/ Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

KAMPRATH, E.J.; WATSON, M.E. Conventional soil and tissue tests for assessing the phosphorus status of soils, in: KHASAWNEH, F.E.; SAMPLE, B.C.; KAMPRATH, E.J. (ed.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980, cap.16, p .433-470.

MANUAL DE ANÁLISES químicas de solos, plantas e fertilizantes. Editor técnico, Fábio Cesar da Silva. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

NASCIMENTO, G. B.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C.; SOARES, E. D. R.; SOUZA, M. R. P. F. Determinação da classe textural de amostras de terra através de planilha eletrônica. **Rev. Univ. Rural**. Seropédica, v. 23, n.1, p. 27-30, 2003.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.

NOVAIS, R. F., SMYTH, T. J., NUNES, F. N. “Fósforo”, in: NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

RAIJ, B. V.; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. **Recomendação de adubação e calagem para o**

Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 1985. 107 p. (Instituto Agronômico. Boletim técnico, 100).

VEIRA, L. S. **Manual de Morfologia e Classificação de Solos.** 2 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1983.

Produtividade e composição bromatológica de gramíneas tropicais submetidas a doses de silicato de cálcio e magnésio

Productivity and chemical composition of tropical grasses under doses of calcium and magnesium silicate

Paulo Magalhães Neto¹, Ronan Magalhães de Souza²,
Jhonathan Alves Moreira¹, Marina Amaral Caixeta³, Hélio Henrique Vilela²

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

² D.Sc., Professor do curso de Zootecnia do Centro Universitário de Patos de Minas, MG.

³ Graduanda do curso de Zootecnia, Centro Universitário de Patos de Minas, MG.

Resumo: O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produtividade e a composição bromatológica de quatro gramíneas tropicais submetidas a doses de silicato de cálcio e magnésio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em um esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 espécies de gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *B. brizantha* cv. Piatã; *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça) e 4 doses de silicato (0; 0,66; 1,86 e 3,07 t ha⁻¹). Foram avaliados: massa seca de perfilhos (MSP), relação folha/haste (F/H), altura de plantas (AP), densidade populacional de perfilhos (DP), produção de matéria seca (PMS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA). Não houve variação na produtividade de matéria seca em função das doses de silicato. O cv. Marandu apresentou maior teor de PB (12,76%) e baixos teores de FDN (60,78%) e FDA (29,90%), o que pode representar um melhor valor nutricional da forragem.

Palavras-chave: Marandu, Piatã, Tanzânia, Mombaça.

Abstract: The work was carried out to evaluate the productivity and chemical composition of four tropical grasses subjected to doses of calcium and magnesium silicate. The experimental design was randomized blocks in a factorial scheme 4 x 4 with three replications, with 4 tropical grasses (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. Piatã, *Panicum maximum* cv. Tanzânia and *P. maximum* cv. Mombaça) and fourth doses of silicate (0, 0.66, 1.86 and 3.07 t ha⁻¹). Were evaluated: dry mass of tillers (DMT), leaf/stem ratio (LFR), plant height (PH), tiller density (TD), dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). There was no change in dry matter yield as a function of doses of silicate. The cv. Marandu had a higher CP content (12.76%) and low levels of NDF (60.78%) and ADF (29.90%), which may represent a better nutritional value of forage.

Keywords: Marandu, Piatã, Tanzânia, Mombaça.

Introdução

A principal e mais barata fonte de alimento para os rebanhos nacionais constitui-se das pastagens. Dos cerca de 170 milhões de hectares de pastagens no Brasil, aproximadamente 135 milhões são de pastagens cultivadas, principalmente com os gêneros *Brachiaria* e *Panicum* (DIAS-FILHO; ANDRADE, 2005). Esses dois gêneros responderam por aproximadamente 85% das sementes comercializadas para implantação, recuperação ou renovação de pastagens (VALLE et al., 2003). No entanto, as pastagens vêm sendo tratadas como uma cultura que não demanda os mesmos tratamentos culturais, principalmente em relação à adubação, quando comparada com as lavouras de soja, milho e cana de açúcar. Por isso, já na década de 90, cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares das pastagens na região dos Cerrados do Brasil Central, que respondiam por 60% da produção nacional de carne, encontravam-se em algum estágio de degradação (BARCELLOS, 1996).

A utilização das áreas de pastagem pode ser intensificada com uso de tecnologias, sobretudo corretivos do solo, fertilizantes, irrigação e manejo do pastejo. Algumas pesquisas (FORTES et al., 2008; SOUZA, 2008) utilizando escórias de siderurgia (Silicato de Ca^{2+} e Mg^{2+}) na agropecuária indicam o seu potencial de utilização em pastagens como corretivo de solo, contribuindo com a redução da utilização de calcário (recurso natural não renovável) e a diminuição do acúmulo das escórias nos pátios das siderúrgicas.

Os silicatos possuem efeito corretivo (ALCARDE, 1992), e a sua aplicação no solo promove aumento do pH, aumento na saturação por bases, redução no teor de Al^{3+} e, em consequência, a saturação por Al diminui. Isto acontece porque os silicatos promovem a reação dos ânions SiO_3^{2-} com a água, liberando hidroxilas (OH^-) para a solução do solo (KORNDÖRFER et al., 2004). Além disso, o silicato de Ca e Mg fornece cálcio, magnésio e silício ao solo. Contudo, apesar de todos os benefícios potenciais dos silicatos, os resultados de pesquisas são escassos e incipientes, carecendo de mais informações para contribuir com o desenvolvimento desta tecnologia, sobremaneira em gramíneas utilizadas para pastagens.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e composição bromatológica de quatro gramíneas tropicais, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. Piatã, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça, submetidas a doses de silicato de cálcio e magnésio.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Escola Agrotécnica Afonso de Queiroz, Patos de Minas-MG, no período de novembro de 2010 a abril de 2011. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatori-

al 4 x 4, sendo quatro gramíneas: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; *B. brizantha* cv. Piatã; *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça, e quatro doses de silicato: 0; 0,66; 1,86; 3,07 t ha⁻¹. Excetuando-se a dose zero, as demais foram calculadas para elevar a saturação por bases do solo a 50%, 70% e 90%, respectivamente. A área utilizada foi composta por 48 parcelas de 4,0 m² cada.

O silicato de cálcio e magnésio foi aplicado ao solo em novembro de 2010 e, após 60 dias, foi feito um corte de uniformização e coleta de solo na camada de 0 a 10 cm. Efetuou-se uma adubação de cobertura, conforme a primeira análise de solo (CFSEMG, 1999). Foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio após cada corte.

Foram feitas duas avaliações, aos 40 e 80 dias após o corte de uniformização, em que se avaliou: massa seca de perfilhos (MSP), dada pela média da massa de 10 perfilhos colhidos à altura de corte de 20 cm do solo; relação folha/haste (F/H), dado pelo coeficiente entre a massa seca de folhas e a massa seca de hastes de 10 perfilhos colhidos a 20 cm do solo; altura de plantas (AP), tomada do solo ao horizonte visual do dossel; densidade populacional de perfilhos (DP), tomada contando-se o número de perfilhos vivos por m²; produção de matéria seca (PMS), determinada por amostragem, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Ainda foram avaliadas, por meio de uma amostra composta pelo material dos dois cortes, as porcentagens de proteína bruta (PB), com base no método Kjeldahl, descrito por Silva e Queiroz (2002), a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA), conforme metodologia descrita por Van Soest (1965), citada por Silva e Queiroz (2002).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, em que as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,05) e as doses de silicato submetidas à regressão (P<0,05), utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Com as análises de solo, pode-se observar (Tabela 1) que, com exceção do teor de Magnésio, que foi classificado como baixo (CFSEMG, 1999), os outros atributos químicos do solo, nas doses de 0,66; 1,86 e 3,07 t ha⁻¹ de silicato, não ofereceriam limitações ao desenvolvimento dos cultivares em estudo, que são medianamente exigentes a exigentes em fertilidade do solo (SOARES FILHO, 2002).

Tabela 1: Atributos químicos da análise de solo, aos 60 dias após a aplicação das doses de silicato, na camada de 0 a 10 cm de profundidade. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

Atributos	Doses de silicato de cálcio e magnésio (t ha ⁻¹)			
	0	0,66	1,89	3,07
pH	5,01	5,13	5,51	5,83
P (mg dm ⁻³)	5,90	5,66	5,61	5,80
K ⁺ (mg dm ⁻³)	108,00	88,00	108,00	108,00
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,79	5,82	4,67	5,59
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,34	0,36	0,59	0,33
Si (mg dm ⁻³)	4,70	6,56	15,01	13,03
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,17	0,17	0,02	0,02
H+Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	6,7	6,2	5,6	5,4
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,4	6,4	5,53	6,2
(t) (cmol _c dm ⁻³)	2,57	6,57	5,55	6,22
(T) (cmol _c dm ⁻³)	9,1	12,6	11,13	11,6
m%	7	3	0	0
V%	26	51	50	53

Central de Análises de Fertilidade do Solo – CeFert; Centro Universitário de Patos de Minas – MG. 2011.

No primeiro corte a produtividade das gramíneas (Tabela 2) não variou com as doses de silicato nem entre as gramíneas, apresentando boa produtividade de matéria seca, com valores de 5425, 5582, 5046 e 5512 kg ha⁻¹ para as gramíneas marandu, piatã, tanzânia e mombaça, respectivamente. Esses valores foram semelhantes aos encontrados por Santos et al. (2003), que obtiveram valores de 5630, 5230 e 5500 kg ha⁻¹ 35 dias⁻¹ de matéria seca para os cultivares mombaça, tanzânia e marandu, respectivamente. No segundo corte, o cv. Piatã apresentou a maior produtividade de matéria seca (5616 kg ha⁻¹), enquanto o cv. Tanzânia apresentou a menor produtividade (3949 kg ha⁻¹) (Tabela 2). Isso pode ter ocorrido devido a uma possível melhor adaptação do cv. Piatã ao manejo adotado no estudo, em que o percentual retirado da área dos cultivares do gênero *Panicum* é maior que do gênero *Brachiaria*, podendo interferir no vigor de rebrota das gramíneas.

O cultivar mombaça apresentou a menor densidade populacional de perfilhos (475,70 e 434,30 m⁻²), a maior altura de plantas (89,69 e 69,18 cm) e a maior massa seca

de perfilhos (1,10 e 1,09 g), enquanto o cultivar piatã apresentou a maior densidade populacional de perfilhos (692,70 e 582,00 m⁻²), a menor altura de plantas (42,50 e 34,71 cm) e uma baixa massa seca de perfilhos (0,52 e 0,69 g), para o primeiro e segundo cortes, respectivamente (Tabela 2). Esse fato pode ter ocorrido devido à competição entre perfilhos: a menor densidade de perfilhos permitiu maior altura e maior massa seca dos mesmos, enquanto que, com maior densidade de perfilhos, o desenvolvimento destes foi menor em altura e massa seca. Este resultado corrobora com Luz et al. (2000), que propõem uma relação inversa entre número e peso de perfilhos.

Tabela 2: Média dos valores de MSP= massa seca de perfilhos (em gramas); F/H= relação folha/haste; AP= altura de plantas (cm); DP= densidade populacional de perfilhos (perfilhos vivos/m²); PMS= produção de matéria seca (em kg ha⁻¹) das gramíneas Marandú, Piatã, Tanzânia e Mombaça. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

1º CORTE					
Capins	MSP	F/H	AP	DP	PMS
Marandú	0,53 ^b	1,14 ^b	45,46 ^b	561,00 ^{ab}	5424,92 ^a
Piatã	0,52 ^b	1,06 ^b	42,50 ^b	692,70 ^a	5581,92 ^a
Tanzânia	1,04 ^a	1,60 ^a	81,81 ^a	497,00 ^b	5046,33 ^a
Mombaça	1,10 ^a	1,46 ^{ab}	89,69 ^a	475,70 ^b	5512,00 ^a
CV%	26,08	30,89	12,83	27,55	27,89
DMS	0,23	0,45	9,24	170,27	1669,61
2º CORTE					
Capins	MSP	F/H	AP	DP	PMS
Marandú	0,77 ^{ab}	1,32 ^a	39,99 ^b	463,70 ^{ab}	4612,17 ^{ab}
Piatã	0,69 ^b	1,28 ^a	34,71 ^b	582,00 ^a	5615,92 ^a
Tanzânia	0,95 ^{ab}	1,41 ^a	67,13 ^a	524,00 ^{ab}	3949,42 ^b
Mombaça	1,09 ^a	1,47 ^a	69,18 ^a	434,30 ^b	4609,83 ^{ab}
CV%	34,24	20,53	13,84	25,24	24,64
DMS	0,33	0,31	8,11	140,45	1285,25

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Foi observada diferença (P<0,01) entre as doses de silicato para a massa seca de perfilhos no primeiro corte (Figura 1), porém não houve ajuste a nenhum modelo de

regressão proposto. Essa diferença pode ter ocorrido porque houve uma maior relação folha/haste para as maiores doses de Silicato, e hastes possuem maior quantidade de carboidratos estruturais mais lignificados, os quais têm maior teor de matéria seca do que as folhas (SOUZA, 2008), sendo por tanto, mais pesados.

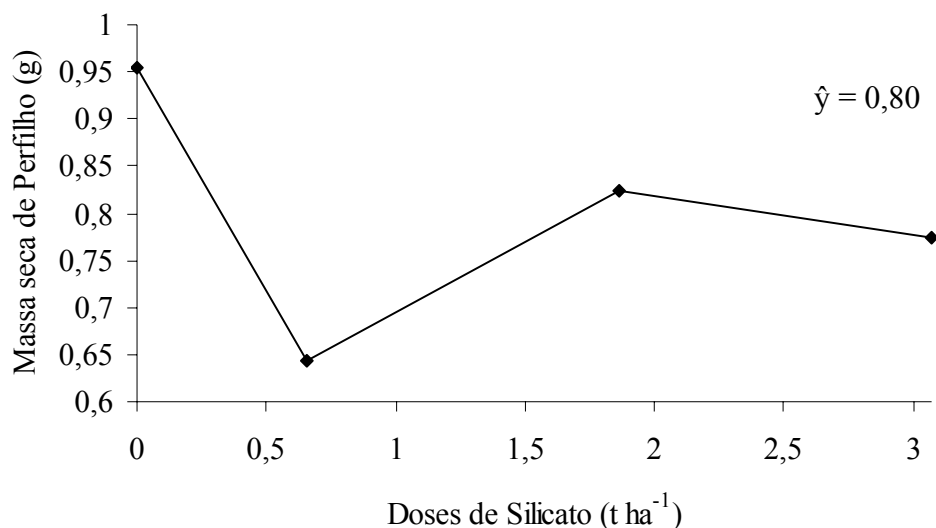


Figura 1: Média da variável massa seca de perfilhos (g) em função das doses de Silicato de Cálcio e Magnésio em quatro gramíneas forrageiras tropicais em Patos de Minas – MG. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

Na segunda avaliação, também foi observada a diferença ($P < 0,01$) entre as doses de silicato (Figura 2), em que a maior relação folha/haste foi observada com a maior dose de Silicato de Ca e Mg aplicada. O ajuste da equação de regressão ao modelo quadrático não possibilita a explicação desse fato, já que não foi observada variação na relação folha/haste entre as doses de 0; 0,66 e 1,86 t ha⁻¹, havendo variação com a dose de 3,07 t ha⁻¹. Seriam necessários estudos mais aprofundados para um detalhamento desse resultado.

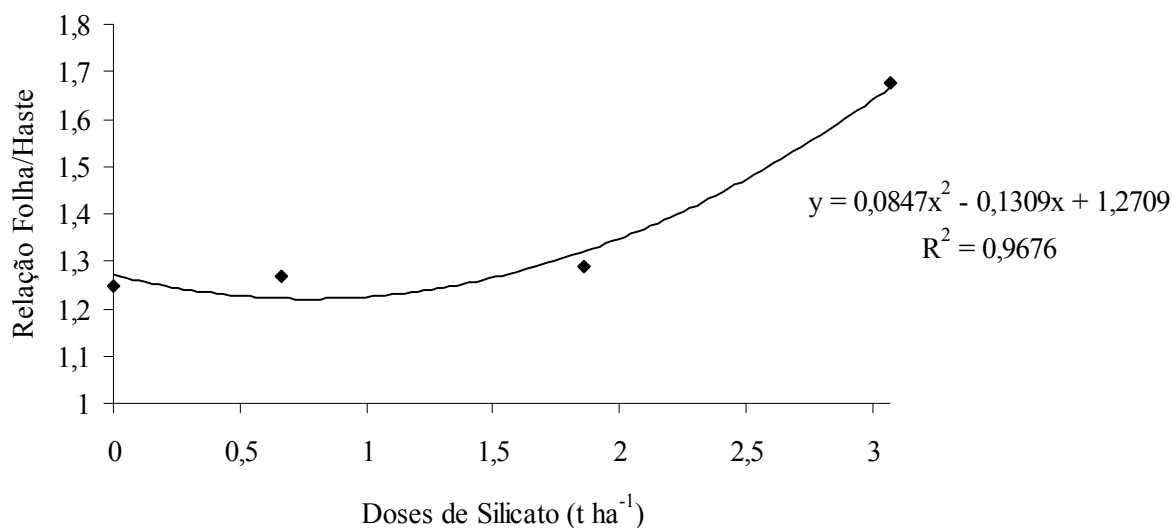


Figura 2: Média da relação folha/haste dos capins Marandu, Piatã, Tanzânia e Mombaça, em função das doses de Silicato de Cálcio e Magnésio em quatro gramíneas forrageiras tropicais, em Patos de Minas - MG. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

O cv. Tanzânia apresentou a maior relação folha/haste (1,60) no primeiro corte (Tabela 2), o que indica maior proporção de folhas em relação a hastes, afetando positivamente a qualidade da forragem. De acordo com Souza (2008), as folhas são constituintes mais tenros e com menor proporção de carboidratos estruturais em relação às hastes.

Também houve diferença para a interação capim*doses de Silicato ($P < 0,01$) na segunda avaliação (Figura 3), mostrando um comportamento quadrático para o cv. Mombaça, que apresentou maior relação folha/haste com a dose de 3,07 t ha⁻¹, enquanto nas doses 0, 0,66 e 1,86 t ha⁻¹, apresentou os menores valores para essa variável. Somente na dose de 3,07 t ha⁻¹, houve diferença ($P < 0,01$) entre as médias das gramíneas na segunda avaliação, sendo do cv. Mombaça a maior relação folha/haste (Tabela 3).

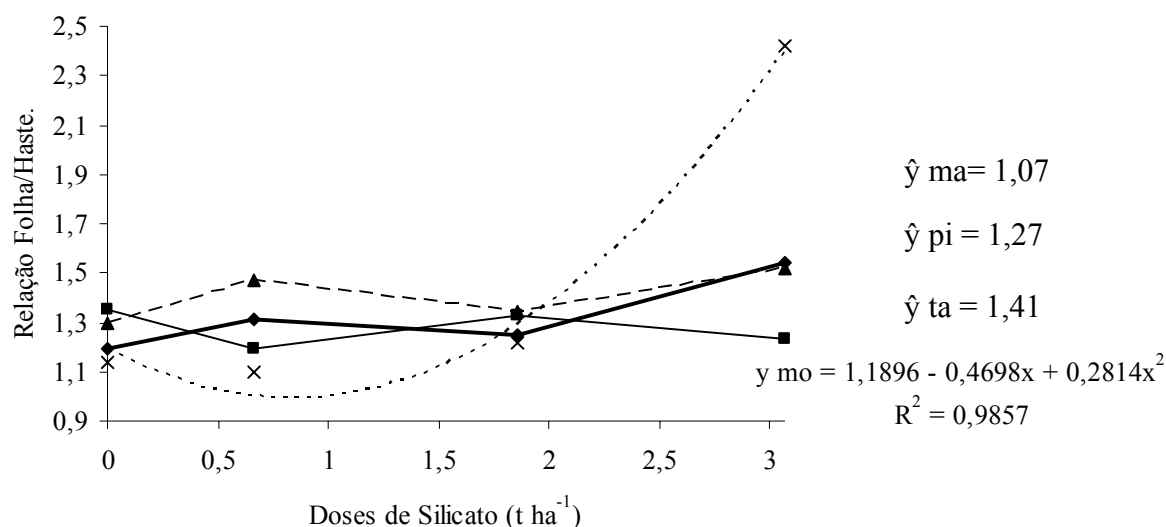


Figura 3: Média dos valores de Relação folha/haste dos capins: Marandu (◆), Piatã (■), Tanzânia (▲) e Mombaça (x) em função das doses de Silicato de Cálcio e Magnésio. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

Tabela 3: Desdobramento das doses de Silicato, dentro de cada capim, da variável relação Folha/Haste, da segunda avaliação. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

Capins	Doses de Silicato (t ha ⁻¹)				Média
	0	0,66	1,86	3,07	
Marandu	1,19 ^a	1,31 ^a	1,25 ^a	1,54 ^b	1,32
Piatã	1,36 ^a	1,20 ^a	1,33 ^a	1,23 ^b	1,28
Tanzânia	1,30 ^a	1,47 ^a	1,34 ^a	1,52 ^b	1,41
Mombaça	1,14 ^a	1,10 ^a	1,22 ^a	2,42 ^a	1,47
Média	1,25	1,27	1,29	1,68	1,37
DMS	0,62	0,62	0,62	0,62	

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Analisando-se a composição bromatológica das gramíneas (Tabela 4), observamos o cv. Marandu com 12,76% de PB; 60,87% de FDN e 29,90% de FDA, o cv. Piatã com 10,75% de PB; 65,63% de FDN e 30,68% de FDA, o cv. Tanzânia com 10,77% de PB; 66,37% de FDN e 35,43% de FDA e o cv. Mombaça com 10,72% de PB; 71,34% de FDN e 36,19% de FDA. Guerdes et al. (2000) encontraram, para o cv. Marandu, adubado com 100 kg de N ha⁻¹ e descanso de 35 dias, valores de proteína bruta de 11,40% e fibra em

detergente neutro, de 72,7%. Euclides et al. (2009) encontraram valores de 72,4 e 75,1% de FDN para as gramíneas Marandu e Piatã, respectivamente, avaliando em pré-pastejo. Medeiros et al. (2007) encontraram FDA igual a 29,76%, média de quatro cortes para o capim marandu sobre a dose de 100-40-60 kg ha⁻¹ de NPK. Taffarel et al. (2010), estudando o capim Piatã, com aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N na primavera/verão, observaram valores de 9,98% PB, 76,93% FDN e 32,83% de FDA. Podemos classificar o cv. Marandu como o de melhor qualidade, por apresentar maior teor de proteína bruta (12,76%) e menores valores de fibra em detergente neutro (60,78%) e ácido (29,90%).

Tabela 4: Médias de dois cortes das variáveis: PB = proteína bruta (%), FDN = fibra em detergente neutro (%); FDA = fibra em detergente ácido (%) nos capins, Marandu, Piatã, Tanzânia e Mombaça. Patos de Minas, UNIPAM, 2011.

Capins	PB	FDN	FDA
Marandu	12,76 ^a	60,78 ^b	29,90 ^b
Piatã	10,75 ^b	65,63 ^b	30,68 ^b
Tanzânia	10,77 ^b	66,37 ^{ab}	35,43 ^a
Mombaça	10,72 ^b	71,34 ^a	36,19 ^a
CV%	13,59	7,65	4,61
DMS	1,6985	5,6094	1,6924

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Conclusão

Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, as doses de silicato de Ca e Mg não afetaram a produtividade das gramíneas.

O cv. Marandu apresentou maior teor de proteína bruta e baixos teores de fibra em detergente neutro e detergente ácido.

As espécies do gênero *Brachiaria*, de maneira geral, foram melhores em relação às do gênero *Panicum*, sobremaneira na segunda avaliação.

Referências

- ALCARDE, J. C. **Corretivos de acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA. 1992. 24p. (Boletim Técnico, 6).
- BARCELLOS, A. O. "Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte no cerrado", in: **Simpósio sobre o Cerrado. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados**, 1996, Brasília. *Anais...* Brasília: [s.n.], 1996, p. 130-136.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, 1999. 359p.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. "Elementos Requeridos à nutrição de plantas", in: NOVAIS, R. F. et. al (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- DIAS-FILHO, M. B.; ANDRADE, C. M. S de. "Pastagens no ecossistema do trópico úmido", in: **Simpósio sobre Pastagens nos Ecossistemas Brasileiros: alternativas viáveis visando à sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas**, 2005, Goiânia, *Anais...* Goiânia: SBZ, p. 95-104.
- EUCLIDES, V. P. B.; RAFFI, A. S.; COSTA, F. P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R. & COSTA, J. A. R. "Eficiência biológica e econômica de bovinos em terminação alimentados com dieta suplementar em pastagem de capim-marandu", **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 44, n. 11, p. 1536-1544, nov. 2009
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.
- FORTES, C. A.; PINTO, J. C.; FURTINI NETO, A. E.; EVANGELISTA, A. R. & SOUZA, R. M. de. "Níveis de silicato de cálcio e magnésio na produção das gramíneas Marandu e Tanzânia cultivadas em um Neossolo Quartzarênico", **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 267-274, jan./fev., 2008.
- GUERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A. & SCHAMMASS, E. A. "Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.
- KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. "Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro", **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 23, n. 1, p. 101-106, 1999.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R.; BRAGA, G. J.; VITTI, G. C. & LIMA, C. G. de. "Efeitos de tipos, doses e incorporação de calcário sobre características agronômicas e fisiológicas do capim-tobiatã (*Panicum maximum* Jacq.)", **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 964-970, jun./ago. 2000.

MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; CUNHA NETO, F. R.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O. & GASTALDELLO JUNIOR, A. L. "Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigado com dejetos líquidos de suínos", **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SOARES FILHO, C. V. **Curso de manejo de pastagens**. Universidade Estadual Paulista, Araçatuba - São Paulo, 1997. 44p.

SOUZA, R. M. de. **Produção e composição química de cultivares de *Cynodon* submetidas a silicato de cálcio e magnésio, calcário e fósforo**. 2008. 171p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TAFFAREL, L. E.; SILVA, F. B.; NEUHAUS, E. FERNANDES, T.; PEREIRA, V. A. S.; NERES, M. A. & CASTAGNARA, D. D. "035-Composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, Tifton 85 e guandu Super N em cultivo solteiro, consorciado ou com utilização de adubação nitrogenada", **Resumos do III seminário de Agroecologia de MS**.

VALLE, C. B. do; JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; BONATO, A. L. V. "Lançamento de cultivares forrageiras: O processo e seus resultados – cvs. Massai, Pojuca, Campo Grande, Xaraés", in: **Simpósio de Forragicultura e Pastagens**, 4., 2003, Lavras, **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2003, p. 179-226.

Influência do tamanho de sementes de cenoura na produtividade da cultura

Influence of the size of seeds in the productivity of culture of carrot

Thiago Augusto Resende Gomes¹; Derblai Casaroli²; Evandro Binotto Fagan³; Luís Henrique Soares⁴; Fábio Júnior da Rocha⁵; Thalisson Fernando Amaral Rosa¹

¹ Engenheiro Agrônomo, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG. e-mail: timaogomes@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto, Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Samambaia. Goiânia, GO. e-mail: derblaicasaroli@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG. e-mail: evbinotto@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP). Piracicaba, SP. e-mail: luishenriqueagro@hotmail.com

⁵ Graduando em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). Patos de Minas, MG. e-mail: fabiojuniorrocha@hotmail.com

Resumo: A cenoura é uma hortaliça de grande relevância econômica nacional. Atualmente, um dos principais problemas desta cultura é a obtenção do estande ideal de plantas, devido à baixa uniformidade no tamanho das sementes. A rigor, a qualidade de um lote de sementes é também determinada pelo tamanho destas sementes. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tamanho das sementes de cenoura em seu vigor, o acúmulo de fitomassa seca, a produtividade da cultura e a classificação perante o mercado consumidor. Avaliações: primeira contagem da germinação (caracterizando o vigor); fitomassa seca das raízes e parte aérea; produtividade; e a produção em função da classificação exigida pelo mercado consumidor. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos, representado por diferentes tamanhos (T₁: 1,6-1,8 mm; T₂: 1,8-2,0 mm; T₃: 2,0-2,2 mm; e T₄: 2,2-2,4 mm), com quatro repetições. Sementes com tamanho entre 1,8-2,0 mm apresentaram maior percentual de germinação na primeira contagem, entretanto não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as demais variáveis. Assim, o tamanho das sementes não tem influência no potencial fisiológico de sementes de cenoura, não incrementando a produtividade.

Palavras-chave: *Daucus carota*, potencial fisiológico de sementes, fitomassa seca.

Abstract: Carrot crop has a great economic importance in Brazil. This crop does not show an adequate number of plants in its final stand, it is due to low uniformity of the size of seeds. The quality of a seed lot is also determined by their size. The aim this work was to evaluate the influence of the carrot seeds size in vigor, the dry matter accumulation, the productivity and the market classification. Evaluations used were: first count of germination (vigor test); dry matter of roots; productivity; and production, based in the market classification required. Experiment was carried out in randomized block design, with four treatments represented by different sizes (T₁: 1.6 to 1.8 mm, T₂: 1.81 to 2.0 mm, T₃: 2.01 to 2.2 mm and T₄: 2.21 to 2.4 mm) and four replications. The T₂ treatment showed greatest mean of germination percentage, in the first count. However there were no significantly statistical differences to the other variables. Thus, the seeds size neither has influence on the physiological potential of carrot seeds nor increase its productivity.

Key-words: *Daucus carota*, seed physiological potential, dry matter.

Introdução

No florescimento, a cenoura (*Daucus carota* L.) emite a haste floral principal, contendo no ápice uma inflorescência central, denominada primária ou de primeira ordem, que se ramifica dando origem a umbelas secundárias, terciárias e quaternárias. O tamanho da umbela decresce à medida que cresce o número de orde. Assim, as umbelas quaternárias, se existentes, normalmente produzem poucas sementes. As umbelas de diferentes ordens têm florescimento, antese e maturação de sementes em épocas cronologicamente diferentes, iniciando pela umbela primária, seguida pelas secundárias e assim sucessivamente (RODO et al., 2001). Desta forma, a colheita das sementes é realizada quando a umbela primária está totalmente madura e as secundárias estão em início de maturação e com tamanho ainda reduzido (SOARES, 2009).

A qualidade das sementes de cenoura é extremamente importante para garantir a máxima germinação, principalmente porque os produtores mais tecnificados vêm utilizando semeadoras de precisão (com sistema de semeio a vácuo), minimizando assim custos de mão-de-obra com a redução e/ou eliminação do desbaste (PEREIRA et al., 2007; SOARES 2009). Atualmente o principal problema desta cultura é a obtenção ideal do estande de plantas, o qual influencia diretamente na quantidade de raízes produzidas, devido sobretudo aos diferentes tamanhos de sementes, o que afeta diretamente o estabelecimento da cultura em campo e, conseqüentemente, a produtividade.

As sementes de cenoura, em geral, possuem baixa qualidade fisiológica acarretando o aumento da densidade de semeadura e, conseqüentemente, o aumento dos custos de produção (SOARES, 2009). A baixa qualidade fisiológica das sementes se deve às características genéticas do cultivar, mas também à localização da semente na inflorescência (umbelas primária, secundária ou terciária). Isto faz com que as sementes de cenoura se apresentem no mercado em lotes com diferentes tamanhos (RODO et al., 2001; SOARES, 2009).

Alguns autores afirmam que sementes oriundas das umbelas primárias apresentam maior poder germinativo (GRAY; STECKEL, 1983), vigor (temperatura subótima, envelhecimento acelerado, teste de frio e emergência de plântulas), massa (NASCIMENTO, 1991; PEREIRA, 2008), maiores quantidades de substâncias de reserva (PEREIRA *et al.*, 2007) e hormônios como citocininas e giberelinas (THOMAS *et al.*, 1978).

Entretanto, há carência de pesquisas utilizando sementes de cenoura com diferentes tamanhos, no que diz respeito à quantidade e qualidade de raízes produzidas. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do tamanho das sementes de cenoura no vigor e produtividade da cultura.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Shimada, em Campos Altos, MG. A propriedade apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude 19° 28' S; longitude 46°14' W; e altitude de 1187 m. Campos Altos apresenta, segundo Köppen, clima tropical de altitude (Cwa), com precipitação média anual em torno de 1574 mm, sendo a temperatura média anual igual a 20,4 °C; a máxima anual 26 °C; e a mínima anual 15 °C.

Antes da semeadura da cenoura (*Daucus carota* L. cv Naiaryt F1) foi realizada coleta de amostras de solo para avaliar a necessidade de correção, bem como a adubação de manutenção da lavoura. Desta forma, a adubação da cultura foi recomendada em função do resultado da análise de solo. Assim foram utilizados 1730 kg ha⁻¹ de calcário para a correção do pH e fornecimento de cálcio e magnésio. Para adubação de semeadura foram utilizados 1100 kg ha⁻¹ da formulação 02-24-12 + 500 kg ha⁻¹ da formulação 02-24-16 + 900 kg ha⁻¹ da formulação 00-18-00 (superfosfato simples). Na adubação de cobertura, foram utilizados 300 kg ha⁻¹ da formulação 20-00-30, dividida em duas aplicações (30 e 45 dias após a semeadura).

Após o preparo e a correção do solo, foi realizado o encanteiramento mecanizado. Os canteiros continham 1,75 m de largura e 0,4 m entre si, onde foram semeadas cinco linhas duplas espaçadas em 12 cm entre linha dupla e 14 cm entre linhas, a uma densidade de 26 sementes/m. Após a emergência foi efetuado o desbaste deixando 13 plantas/m, totalizando uma população final de 750.000 plantas/ha.

A cultura foi implantada sob sistema de irrigação por pivô central, a qual foi monitorada com base na evapotranspiração real (ETR) da cultura. Para tanto, primeiramente foram realizados os cálculos de evapotranspiração de referência (ET₀), a partir do método descrito por Hargreaves (1974).

Foi realizado acompanhamento diário na área do experimento, a fim de verificar ataque de pragas e doenças, bem como a presença de plantas daninhas. Assim, logo após a semeadura foi realizada uma aplicação de linuron (400 ml ha⁻¹) + metribuzin (50 ml ha⁻¹) para controle de plantas daninhas de folha larga. Posteriormente, de acordo com a incidência de plantas daninhas na área, foram realizadas mais duas aplicações de metribuzin (250 ml ha⁻¹) e duas aplicações de cletodim (500 ml ha⁻¹). Para controle de

insetos, foi realizado uma aplicação de clorpirifós (1 L ha^{-1}), mais duas aplicações de acefato (700 g ha^{-1}). Para o controle de doenças, foram realizadas duas aplicações de metiram + Ppracostrobina (2 kg ha^{-1}).

Os tratamentos foram compostos por sementes de diferentes tamanhos, conforme Tabela 1. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso constituído por quatro tratamentos e quatro repetições em um total de 16 parcelas. Cada parcela foi composta por 10 m de canteiro, totalizando uma área de $17,5 \text{ m}^2$. A área total do experimento foi de 280 m^2 . A área útil de cada parcela foi constituída pelas três linhas duplas centrais, de 8 m de comprimento, descartando 1 m em cada extremidade.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados na cultura da cenoura, cultivar Nayarit F1. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas – MG, 2011.

Tratamento	Tamanho da semente (mm)
T ₁	1,6-1,8
T ₂	1,81-2,0
T ₃	2,01-2,2
T ₄	2,21-2,4

Uma amostra das sementes de cada tratamento foi submetida ao teste de germinação seguindo as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Assim, foi realizado o teste de vigor, constituindo do registro da percentagem de plântulas normais, verificadas na primeira contagem aos sete dias após a montagem do teste.

A determinação da massa de matéria seca de raiz e parte aérea foi realizada no momento da colheita, sendo retiradas cinco plantas por parcela, nas linhas centrais, totalizando vinte plantas por tratamento. Cada órgão da planta foi acondicionado, separadamente, em sacos de papel, e a secagem das diferentes partes da planta foi realizada utilizando-se o método padrão de secagem em estufa com circulação de ar forçada e com temperatura de $60 \text{ }^\circ\text{C}$, até peso constante. O somatório da massa de matéria seca de raiz e parte aérea resultou na massa de matéria seca total de plantas.

A produtividade de raízes foi realizada por meio da colheita de três linhas duplas centrais, eliminando 0,5 m das bordas iniciais e finais de cada parcela. A partir da quantidade de raízes produzidas (kg) nesta área colhida, foi estimada a produção por hectare. Depois de colhidas e lavadas, as raízes foram classificadas de acordo com as classes apresentadas na Tabela 2. Essas classes são baseadas na preferência do mercado consumidor. Desta forma, a quantidade de raízes produzidas em função da exigência do mercado consumidor foi determinada, a partir da quantidade de raízes produzidas (kg) na área colhida, e os valores foram extrapolados para hectare.

Tabela 2. Classes de raízes de cenouras utilizadas na comercialização. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas-MG, 2011. Adaptado de Ceagesp (s/d).

Classe	Característica
2A	Cenouras mais padronizadas (tamanho e espessura) e com maior aceitação no mercado ($\geq 18 < 22$ cm)
1A	Cenouras menores que a 2A e com menor aceitação no mercado ($\geq 14 < 18$ cm)
G	Cenouras maiores e com menor aceitação no mercado (≥ 22 cm)
Descarte	Cenouras rachadas e pequenas sem aceitação no mercado

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o pacote estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Resultados e discussão

O tamanho das sementes influenciou a primeira contagem de germinação (Figura 1). As sementes com tamanho entre 1,81-2,0 mm apresentaram maior porcentagem de germinação em relação aos demais tratamentos (Figura 1). Segundo Marcos Filho (2005), a primeira contagem de germinação é um indicativo do vigor de um lote de sementes, sendo mais vigoroso em relação aos demais aquele lote que apresentar maior porcentagem de germinação na primeira contagem.

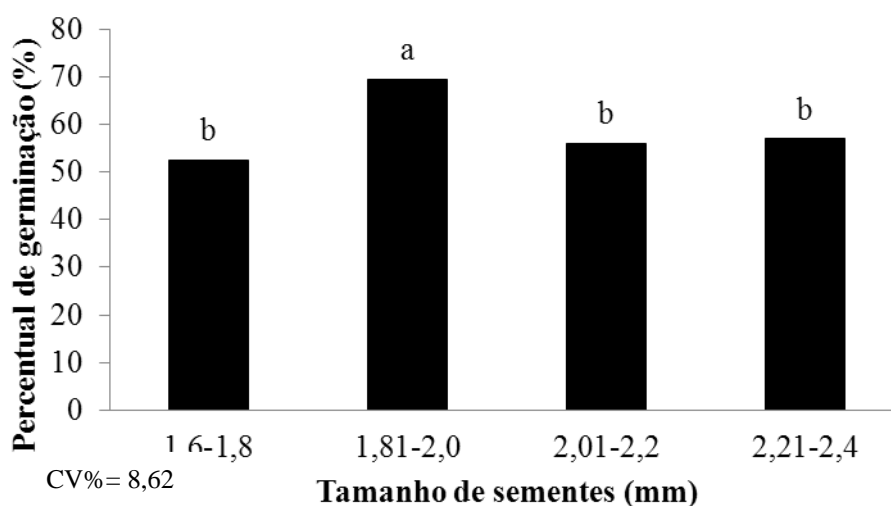


Figura 1. Percentual de germinação na primeira contagem de germinação (%) de sementes de cenoura de diferentes tamanhos. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG, 2011.

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

O vigor de sementes pode ser compreendido como o potencial das sementes de germinar, emergir e desenvolver uniforme e rapidamente, sob ampla diversidade de condições do ambiente, conferindo assim ao lote com maior vigor uma probabilidade de sucesso superior no campo após a semeadura (MARCOS FILHO, 2005). Portanto, as sementes que apresentaram maior vigor (tamanho de sementes entre 1,81-2,0) em relação às demais (Figura 1) potencialmente são mais aptas ao sucesso no campo após a semeadura.

Embora maiores, as sementes com tamanho entre 2,01-2,2 e 2,21-2,4 mm apresentaram menor porcentagem de germinação na primeira contagem, porém não diferindo estatisticamente das sementes com tamanho entre 1,6-1,8 mm (Figura 1). Este comportamento pode estar relacionado à absorção de água. As sementes de cenoura precisam absorver no mínimo 40% da sua massa para iniciar a germinação (MARCOS FILHO, 2005). Portanto, sementes maiores necessitam de maior quantidade de água, o que pode resultar em atraso na germinação.

As sementes menores (1,6-1,8 mm) também apresentaram menor porcentagem de germinação na primeira contagem em relação às sementes com tamanho entre 1,81-2,0 mm, embora não tenham diferido estatisticamente das sementes com tamanho entre 2,01-2,2 e 2,21-2,4 mm. Alguns autores citam que sementes menores (normalmente produzidas nas umbelas terciárias e quaternárias) possuem menor quantidade de hormônios vegetais como citocininas e giberelinas e menor peso, devido ao fato de a planta priorizar a formação das sementes das umbelas primárias e secundárias (THOMAS et al., 1978), além ainda de poder apresentar o embrião menos desenvolvido (CARVALHO; NAKAGAWA, 1983), que afeta diretamente o poder germinativo e vigor das sementes.

Soares (2009), trabalhando com sementes de cenoura de diferentes tamanhos, observou que as sementes médias se mostraram mais vigorosas em relação às pequenas, porém, não diferenciando estatisticamente das sementes grandes. Entretanto, Rodo et al. (2001) concluíram que não houve diferença significativa nos testes de germinação, tetrazólio, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado.

A produção de qualquer cultura é determinada pela interceptação de radiação solar, a conversão em matéria seca e a produção de biomassa, dependendo das características de cada planta (eficiência fotossintética), da comunidade vegetal (índice de área foliar e estande) e da interação entre o processo de crescimento e os fatores ambientais (TAIZ; ZEIGER, 2004). Desta forma, sementes com potencial fisiológico maior (T_2) podem se desenvolver mais rapidamente, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas, fator que influencia diretamente a produtividade das culturas.

Entretanto, estes resultados não foram encontrados neste trabalho. Os dados de fitomassa seca no momento da colheita não apresentaram diferença estatística (Figura 2).

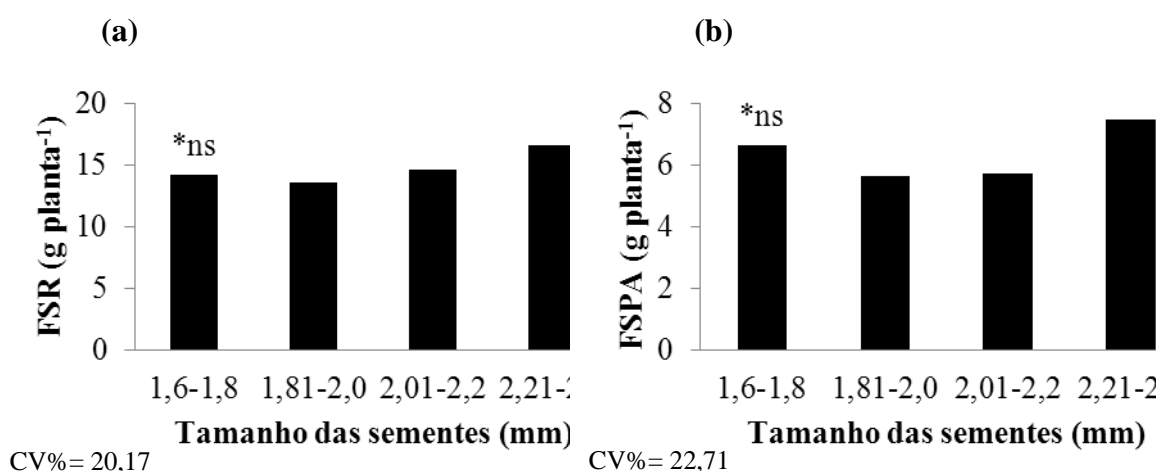


Figura 2. Valores de fitomassa seca de raízes, FSR (g planta⁻¹) (a) e fitomassa seca de parte aérea, FSPA (g planta⁻¹) (b) de plantas de cenoura no momento da colheita em função dos diferentes tamanhos de sementes. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG, 2011.

*ns Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste de F.

Provavelmente não foram encontradas diferenças significativas no acúmulo de fitomassa seca de raiz e parte aérea, porque esta análise foi realizada no final do ciclo da cultura. Tekrony et al. (1989) comentaram que o vigor das sementes pode afetar o crescimento inicial das culturas, mas o efeito tende a reduzir com a evolução do crescimento, desaparecendo na maturação, fato comprovado por Schuch et al. (1999) em aveia-preta.

Os resultados encontrados na literatura relacionando vigor e tamanho de sementes e os efeitos no crescimento e produção das culturas são bastante contraditórios. Santos et al. (2010), trabalhando com sementes de cenoura de diferentes tamanhos, observaram que sementes maiores produziram plantas com maior comprimento de raiz e massa seca, no período inicial da cultura. Entretanto, Schuch et al. (1999) observaram que a utilização de sementes com diferentes níveis de vigor no plantio, não afetou o rendimento de sementes, os componentes do rendimento e a estatura de plantas de aveia-preta.

Os valores de produtividade, tanto total (Tabela 3) quanto comercial (Figura 3), não diferiram estatisticamente entre si, embora numericamente as plantas oriundas de sementes maiores (2,2-2,4 mm) tenham apresentado valores superiores em relação aos demais tratamentos, confirmando que a utilização de sementes de alto vigor é mais justificável para assegurar o estabelecimento de estande adequado sob diferentes condições ambientais, mas nem sempre podem resultar em aumento de produtividade.

Corroborando com estes resultados, Rodo e Marcos Filho (2003) observaram que o vigor das sementes não persistiu durante o desenvolvimento vegetativo das plantas de cebola, não havendo efeito na produção de bulbos, embora o desenvolvimento inicial da cultura tenha sido afetado pelo vigor das sementes.

Os efeitos do vigor de sementes sobre a emergência de plantas, o estabelecimento do estande e o desenvolvimento inicial das plantas estão bastante claros. Entretanto estes nem sempre refletiram em maior produtividade. Segundo Marcos Filho (2005), a persistência desse efeito inicial é menos evidente nos estádios posteriores de desenvolvimento da cultura, como se um efeito residual fosse desaparecendo, até se tornar pouco expressivo. Todavia, Marcos Filho e Kikuti (2006) enfatizaram que o uso de sementes vigorosas é justificável para assegurar o estabelecimento adequado do estande, mesmo que não haja resposta consistente em termos de produção final das plantas.

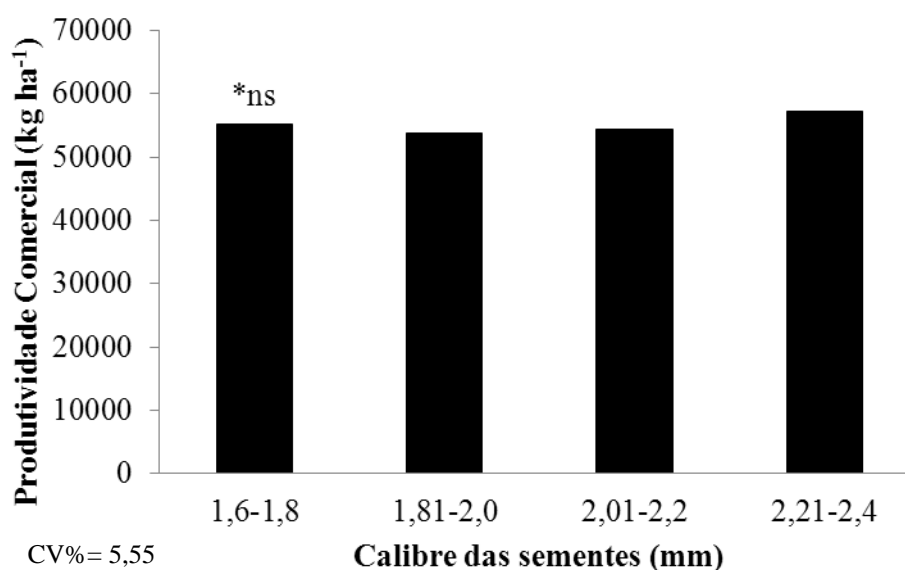


Figura 3. Produtividade comercial (kg ha⁻¹) de cenoura em função dos diferentes tamanhos. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG, 2011. *ns Não significativo a 5% de probabilidade de erro pelo Teste de F..

Em geral, nos trabalhos em que são reportados efeitos significativos de vigor de sementes sobre a produtividade das culturas, os efeitos normalmente estão associados com densidades populacionais em níveis subótimos (SCHUCH; LIN, 1982), confirmando os resultados encontrados neste trabalho, em que foi realizado o raleio após o estabelecimento da cultura, visando uniformizar o estande de plantas na área.

Não houve diferença estatisticamente significativa quando as cenouras foram classificadas de acordo com a exigência do mercado consumidor (Tabela 3), embora numericamente as plantas oriundas das sementes com tamanho entre 1,6-1,8 e 2,2-2,4 mm tenham mostrado produtividade superior de cenouras classificadas como 2A, que são cenouras com maior aceitação e valor de comercialização no mercado. A classificação de cenouras é um fator importante dentro da cadeia de produção da olerícola, pois o preço de venda está diretamente relacionado com a qualidade do produto.

Tabela 3. Produtividade de cenoura de acordo com as classificações exigidas pelo mercado consumidor em função dos diferentes tamanhos de sementes. Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG, 2011.

Tamanhos de sementes (mm)	2A	1A	G	Descarte	Total
	----- kg ha ⁻¹ -----				
1,6-1,8	39025 *ns	13625 *ns	2441 *ns	6417 *ns	61508 *ns
1,81-2,0	33457	18949	1430	6231	60066
2,01-2,2	34631	15496	4290	6870	61278
2,21-2,4	38688	14473	4034	6801	63995
CV%	7,08	19,3	17,2	12,28	4,31

*ns Não significativo na coluna a 5% de probabilidade de erro pelo Teste de F.

Dessa forma não se justifica a utilização de sementes maiores, por estas apresentarem custo maior em relação às menores, o que não reflete em maior produtividade. No caso deste trabalho, a utilização de sementes com tamanho entre 1,8-2,0 mm torna-se importante, pois estas apresentam maior potencial fisiológico, o que garante tolerância maior em caso de condições adversas no campo.

Conclusão

Sementes com tamanho entre 1,8-2,0 mm apresentaram maiores valores de primeira contagem de germinação; entretanto, as outras variáveis analisadas (massa seca de raízes e parte aérea, produtividade e classificação) não foram influenciadas pelo tamanho das sementes.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – peso de mil sementes, in: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009.

CEAGESP. **Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo**. Disponível em: <www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/anexos/ficha_cenoura.pdf>. Acesso em 13 de mar. de 2012.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.

GRAY, D.; STECKEL, J. R. A. "Some Effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability and seedling performance", **Journal of Horticultural Science**, v. 58, p. 73-82, 1983.

HARGREAVES, G.H. **Potential Evapotranspiration and Irrigation Requirements for Northeast Brazil**. Logan, 1974.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. "Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo", **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 44-51, 2006.

NASCIMENTO, W. M. "Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura", **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 131-133, 1991.

PEREIRA R. S.; NASCIMENTO W. M.; VIEIRA J. V. "Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas", **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 215-219, 2007.

PEREIRA R. S.; NASCIMENTO W. M.; VIEIRA J. V. "Carrot seed germination and vigor to response temperature and umbel order", **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 2, p. 145-150, 2008.

RODO, A. B.; PERLEBERG, C. S.; TORRES, S. B.; GENTIL, D. F. O.; NETO, J. T. "Qualidade fisiológica e tamanho de sementes de cenoura", **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 201-204, 2001.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. "Onion seed vigor in relation to plant growth and yield", **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 220-226, abril/junho, 2003.

SANTOS, V. J.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; EICHELBERGER, L. "Qualidade fisiológica de sementes de cenoura classificadas por tamanho", **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 9, 2010.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; MAIA, M. S.; ASSIS, F. N. "Vigor de sementes e adubação nitrogenada em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.)", **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n. 2, p. 127-134, 1999.

SCHUCH, L.O.B.; LIN, S.S. "Efeito do envelhecimento rápido sobre o desempenho de sementes e plantas de trigo", **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n. 8, p. 1163-1170, 1982.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. "Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows", **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOARES, F. H. **Revestimento, qualidade física e fisiológica de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) cv.** Brasília. 2009. 85f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, UNESP, Jaboticabal, 2009.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant Physiology.** Sinauer Assoc. Inc, Sunderland Ma, USA, 3 ed., 782 p, 2004.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; WICKHAM, D.A. “Corn seed vigor on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield”, **Crop Science**, v. 29, p. 1528-1531, 1989.

THOMAS, T.H.; GRAY, D.; BIDDINGTON, N.L. “The influence of the position of the seed on the mother plant on seed and seedling performance”, **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 83, p. 57-66. 1978.