

Influência de doses de cádmio na emergência e no crescimento do feijoeiro

Influence of doses of cadmium in emergency and growth of beans

Ana Paula dos Santos¹; Evandro Binotto Fagan²; Walquíria Fernanda Teixeira³; Luis Henrique Soares⁴; Marina Rodrigues dos Reis⁵; Louranny Tavares Corrêia⁵

¹ Graduanda do curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG

² D. Sc., Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: evbinotto@yahoo.com.br

³ Doutoranda em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), SP. e-mail: walquiria_bio@yahoo.com.br

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

⁵ Graduandas do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG. e-mail: louranny_tavares@hotmail.com

Resumo: A contaminação do solo por metais pesados, como o cádmio, vem causando danos em diversas culturas. Nesse sentido, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses de cádmio na emergência e no crescimento inicial do feijoeiro. O estudo foi realizado em câmara de crescimento localizada no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), utilizando plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) que foram cultivadas em vasos de 10 litros, preenchidos com substrato areia lavada. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0, 50, 100, 150 e 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de Cádmio) e quatro repetições. Foram avaliados a percentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência, a fitomassa seca de raiz, o caule, as folhas e o índice SPAD. Os resultados mostraram que o aumento de doses de cádmio provoca a diminuição da fitomassa seca de plantas de feijão e no índice SPAD. Além disso, o cádmio afetou de forma negativa a emergência e o índice de velocidade de emergência dessas plantas. Concluiu-se que o cádmio diminui o crescimento, o teor de clorofila e a emergência em *Phaseolus vulgaris* L.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Cd. Crescimento.

Abstract: Soil contamination by heavy metals, such as cadmium, has caused damage in the cultures. In this sense, the present work aimed to evaluate the effect of different doses of cad-

mium on emergence and early growth of bean plants. The study was conducted in a growth chamber located at the Núcleo de Pesquisas em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP) at the Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), using bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). We used a completely randomized design with five treatments (0, 50, 100, 150 and 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ Cadmium) and four replications. We evaluated the percentage of emergence, the speed of emergence index, the dry weight of root, the stem, the leaves and the SPAD. The results show that increasing doses of cadmium causes the decrease of the dry weight of bean plants and the SPAD. Moreover, the cadmium negatively affected emergence and emergence rate index of these plants. It was concluded that cadmium reduces the growth, the chlorophyll content and the emergence in *Phaseolus vulgaris* L.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L. Cd. Growth.

Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é considerado a espécie mais cultivada entre as demais do gênero *Phaseolus*, envolvendo cerca de 107 países produtores em todo o mundo, sendo que o Brasil se destaca como maior produtor desta cultura, seguido pelo México (EMBRAPA, 2010).

Diante do aumento da população ao longo das últimas décadas, de forma desorganizada e com falta de infraestrutura adequada, ocorreram intensas mudanças no meio ambiente. Dentre essas mudanças destacam-se a degradação de áreas florestais e a poluição do solo e principalmente das águas por resíduos que podem conter grandes quantidades de metais pesados (MPs) (IBGE, 2006).

A contaminação do solo por metais pesados frequentemente é resultado de atividades humanas, especialmente aquelas relacionadas com mineração, vazamento de resíduos industriais, fertilizantes e pesticidas no meio agrícola (MALAVOLTA, 1994).

O cádmio (Cd) é o metal pesado que apresenta as mais expressivas taxas de aumento no ambiente, principalmente durante as duas últimas décadas (ALLOWAY, 1990). Este metal pode alterar a absorção de minerais pelas plantas por meio dos seus efeitos sobre a disponibilidade dos mesmos no solo, ou por meio de uma redução na população de microrganismos benéficos (MORENO *et al.*, 1999).

Segundo Ramos *et al* (2002), a concentração de Cd em plantas é na maioria das vezes maior nas raízes do que nos tecidos sob o solo. O Cd é absorvido pelas raízes através do tecido cortical, sendo transportado até o xilema através da via apoplástica ou simplástica. Pequenas quantidades atingem a parte aérea, uma vez que a maior parte de seus íons fica retida nas raízes (CATALDO *et al.*, 1983). Sendo assim, o teor de Cd em plantas diminui das raízes até as sementes respectivamente (BLUM, 1997).

O efeito tóxico do Cd em plantas pode ser ocasionado por diversos fatores. Fordor (1995) verificou que plantas de trigo (*Triticum* spp) e girassol (*Helianthus annuus*) tratadas com cádmio apresentam alterações na funcionalidade das membranas, resultando na peroxidação lipídica. Nesses experimentos, o estresse oxidativo proporcionou uma senescência acelerada das plantas. A absorção de íons de Cd parece estar em competição com a membrana transportadora mesmo na presença de nutrientes como Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro, Manganês, Cobre, Zinco e Níquel (HIRSCH *et al.*, 1998).

Porém, ainda são necessários estudos que comprovem a ação deste metal em plantas, como é o caso do feijoeiro. Neste contexto, o presente estudo tem por intuito avaliar o efeito de diferentes doses de cádmio na espécie *Phaseolus vulgaris* L. cultivadas em câmara de crescimento.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento localizada no Núcleo de Pesquisa em Fisiologia e Estresse de Plantas (NUFEP), do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Minas Gerais, no ano de 2010.

A espécie utilizada foi o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivada em câmara de crescimento, que apresentava prateleiras de ardósia de 1m de altura por 5m de comprimento. Nessas, o estrato superior das plantas permanecia a uma altura de 0,15m do sistema de lâmpadas fluorescentes. Estas são fixadas em suportes colocados nas pedras de ardósia de 0,40m de largura e 5m de comprimento. As lâmpadas foram acionadas por um temporizador ("Timer"), simulando um fotoperíodo de 12 horas e uma radiação solar incidente de aproximadamente 1000 W m^{-2} . A câmara de crescimento foi mantida na temperatura noturna de aproximadamente 18°C e diurna de 30°C .

O sistema de cultivo foi constituído por vasos plásticos, de cor preta, e estes foram preenchidos com substrato areia lavada com malha de 5 mm, sendo a massa inicial de cada vaso mais o substrato aferida para o controle da quantidade de água pelo método gravimétrico. A nutrição das plantas foi realizada por meio da aplicação da solução nutritiva proposta por Johnson *et al.* (1957), de acordo com a necessidade da cultura ao longo do ciclo. A dose de água aplicada diariamente se manteve em torno de 250 mL por planta.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos constituídos por doses de cádmio (Tabela 1), com quatro repetições totalizando 20 parcelas experimentais, sendo que as doses de cádmio foram aplicadas em uma única vez, antes da semeadura.

Tabela 1. Tratamentos (doses de cádmio) usados no experimento com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em câmara de crescimento. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

Tratamentos	Doses de Cádmio ($\mu\text{mol L}^{-1}$)
T ₁	0
T ₂	50
T ₃	100
T ₄	150
T ₅	200

A determinação de fitomassa seca de raiz, caule e folha foi realizada aos 15 dias, após a emergência. Para isto, 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 65°C, até massa constante. As pesagens foram realizadas em balança digital com precisão de 0,001 gramas (FAGAN, 2005).

Para determinar a quantidade de clorofila nas folhas, foi utilizado medidor portátil de clorofila (clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502), que permite leituras instantâneas do teor indiretamente relativo de clorofila na folha sem destruí-la, sendo que esta análise também foi realizada 15 dias após a emergência das plântulas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Os dados obtidos evidenciam que o aumento nas doses de cádmio afetam a percentagem de emergência (%E) e o índice de velocidade de emergência das plantas (Figura 1A e 1B, respectivamente).

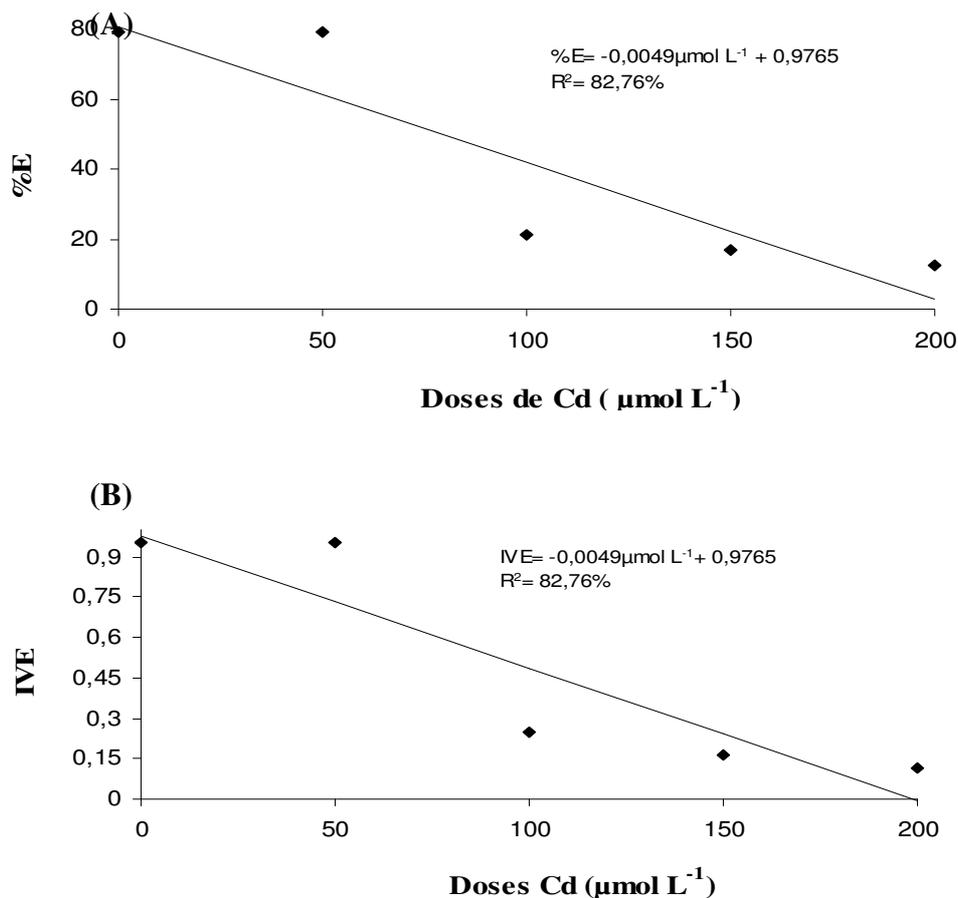


Figura 1. A- Percentagem de Emergência (%E); B- Índice de velocidade de emergência (IVE) em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. submetidas a diferentes concentrações de cádmio (Cd). Patos de Minas, UNIPAM 2010.

Na figura 1A é possível constatar que, conforme ocorre um aumento das doses de cádmio, existe uma diminuição na taxa de emergência, sendo que este foi em média de 0,20 e, no índice de velocidade de emergência, foi em média de 16,56 (Figura 1B). De acordo com Rossi e Lima (2001), o cádmio causa efeito fitotóxico nas plantas, levando a desarranjos no desenvolvimento, na diferenciação celular e no crescimento por meio de alterações na atividade da enzima peroxidase, o que mostra que o cádmio provoca estresse na germinação de sementes de feijão.

De acordo com a (Figura 1B), houve uma diminuição na velocidade de emergência, em que nos tratamentos com 0 e 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cádmio, as sementes germinaram normalmente, enquanto que nos tratamentos com 100, 150 e 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ praticamente não houve germinação, mostrando assim que quanto maior é a dosagem de cádmio presente no solo menor será a taxa de germinação.

Os sintomas de toxicidade observados em plantas submetidas a quantidades excessivas de metais pesados podem ser devido a uma série de interações em nível celular (BENAVIDES, 2005). A toxicidade pode resultar da ligação de metais para grupos sulfídricos de proteínas, levando à inibição da atividade ou à ruptura de estruturas destas (ROSSI; LIMA, 2001).

Analisando a Figura 2, nota-se um decréscimo linear no índice de SPAD com o aumento das doses de Cd. Na testemunha, o valor observado foi de 40,78, enquanto que nas plantas submetidas a maior dose (200 $\mu\text{mol L}^{-1}$), o valor observado foi de 40,1. De acordo com Santos (2006), o índice SPAD é uma ferramenta que possibilita o diagnóstico do teor de clorofila foliar de várias culturas, caracterizando assim a eficiência de adubação, bem como possíveis efeitos de fitotoxicidade, como o observado neste trabalho.

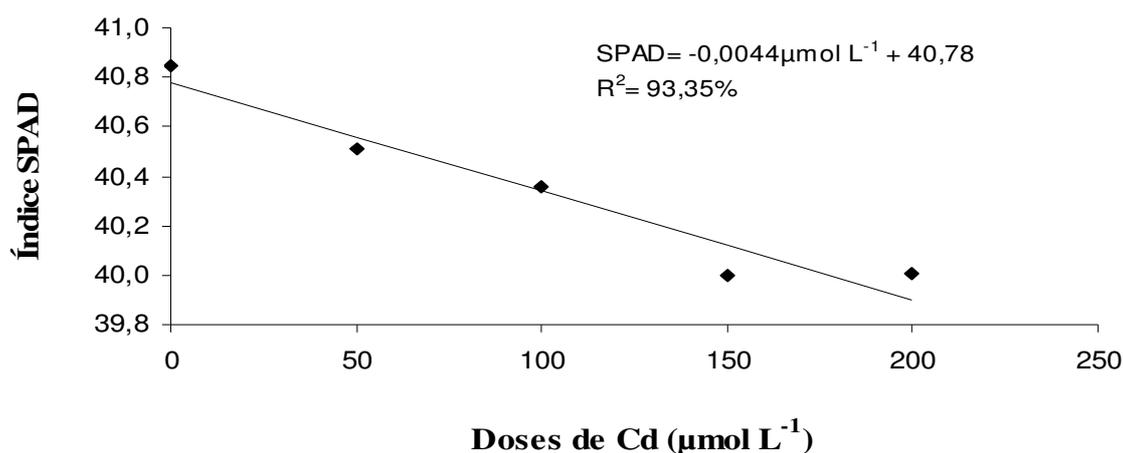
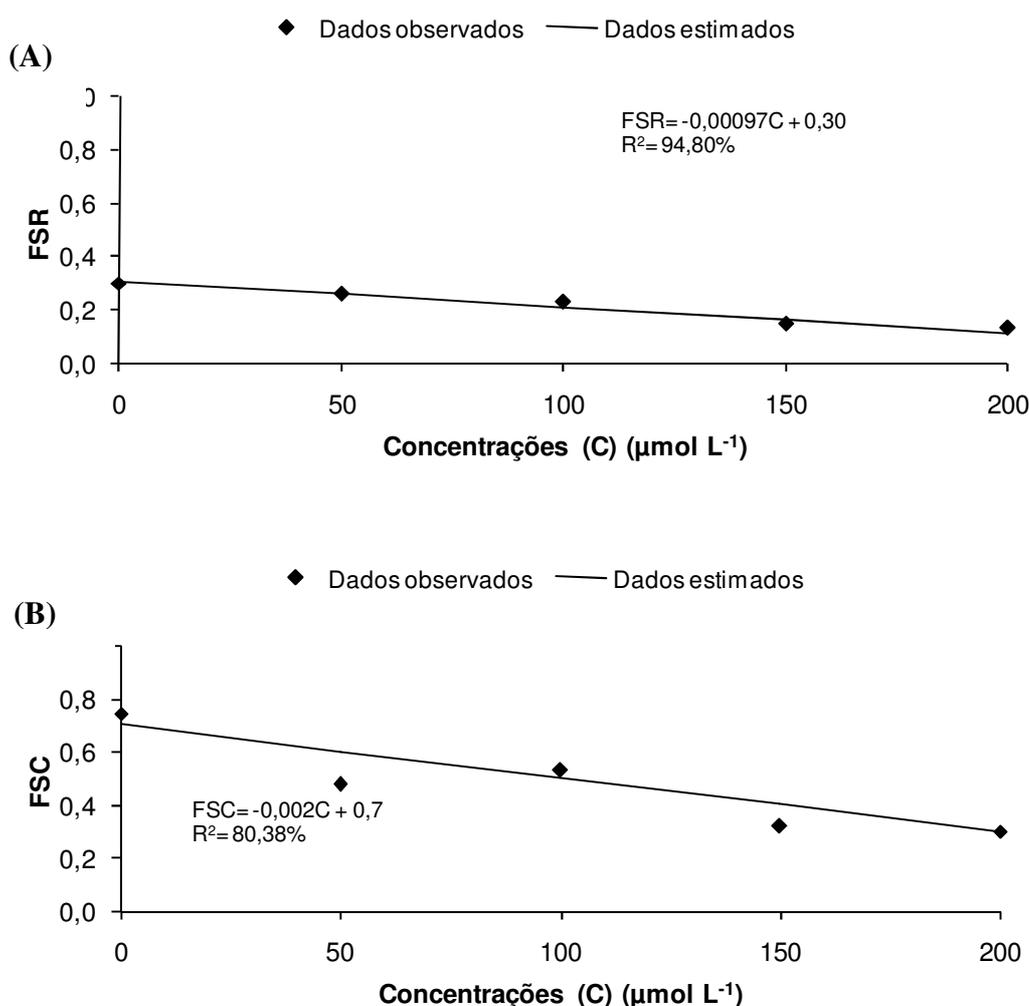


Figura 2. Valores de Índice SPAD em *Phaseolus vulgaris* L. mantido sobre diferentes concentrações de cádmio aos 15 dias após o término da aplicação dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

O decréscimo no teor de clorofila ocasionado pelo Cd visualizado através do índice de SPAD pode diminuir a taxa fotossintética, e consequentemente a produção de sacarose, que é transportada para os diversos órgãos como raiz, caule e frutos. Além disso, o cádmio também pode afetar a abertura estomática, o que acarreta menor disponibilidade de carbono para a fotossíntese, ocasionando redução das taxas de crescimento (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Com relação ao acúmulo de fitomassa seca de raiz, caule e folhas, observa-se que o aumento nas concentrações de Cd ocasiona um decréscimo linear (Figura 3A, 3B e 3C, respectivamente). A média do decréscimo de raiz, de caule e de folhas foi de 0,04. Isso demonstra que o efeito fitotóxico é mais acentuado com a aplicação de 50 $\mu\text{mol L}^{-1}$, mantendo-se com o incremento dessas doses. O decréscimo no crescimento provavelmente está ligado a alterações ocasionadas na produção de clorofila, uma vez que o decréscimo no teor de clorofila (Figura 2) proporciona uma menor taxa fotossintética, e consequentemente, um decréscimo na produção e translocação de açúcar para os órgãos (raiz, caule e folhas), resultando assim na diminuição no crescimento dos órgãos.



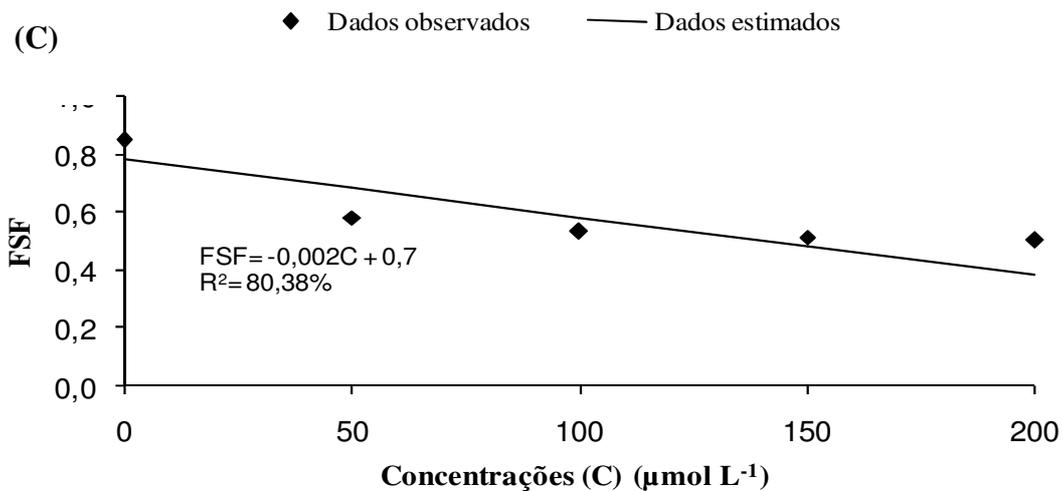


Figura 3. Efeito de diferentes concentrações de cádmio sobre as fitomassas secas de caules (A), folhas (B) e raízes (C) em *Phaseolus vulgaris* L aos 15 dias após o término da aplicação dos tratamentos. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2010.

Segundo Rossi *et al* (1998), a absorção de cádmio pode causar diminuição do crescimento da folhas e raízes em feijoeiro, o que é ocasionado pela inibição de processos fisiológicos importantes, tais como a fotossíntese, a translocação de açúcares no floema e a transpiração, causados pela presença de metais pesados.

Conclusões

A partir do estudo realizado, foi possível constatar que aplicações de 50 a 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cádmio em plantas de *Phaseolus vulgaris* L. diminuem a emergência, o índice de velocidade de emergência e o crescimento, além de reduzir o teor de clorofila.

Referências

ALLOWAY, B.J. Cadmium. In: Alloway, B.J. (ed). **Heavy metals in soils**. New York: J. Willery, p. 100-120, 1990.

BENAVIDES, M. P.; GALLEGOS, S. M.; TOMARO, M. L. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 17, p. 131-136, 2005.

BLUM, W.H. Cadmium uptake by higher plants. In: **Proceedings of extend abstracts from the Fourth International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements**, Berkeley, USA. University of California, p. 109-110, 1997.

CATALDO D.A; GALAND, T.R; WILDUNG, R.E. Cadmium uptake kinetics in intact soybean plants. **Plant Physiolog**, v. 73 p. 844-848, 1983.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao>. Acesso em 06 de agosto de 2010.

FAGAN, EB. **Regime de irrigação e densidade de frutos na produção do melão hidropônico**. 2005.60f. Dissertação de Mestrado em Agronomia Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FORDOR, A; SZABÓ, N.A; ERDEI, L. The effects of cadmium on the fluidity and activity of plasma membrane from sunflower and wheat roots. **Journal of Plant Physiology**, v. 14, p. 787-792, 1995.

GUIMARÃES, M.A.; SANTANA, T.A.; SILVA, E.V.; ZENZEN, I.L.; LOUREIRO, M.E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, n. 3, pag. 58, 2008.

HIRSCH R.E; LEWIS D.B; SPALDING, E.P; SUSSMAM, M.R. A role for the AKT1 potassium channel in plant nutrition. **Science**, v. 280, p. 918-921, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.com.br/>. Acesso em 06 de agosto de 2010.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C.; CARLTON, A.B. Comparative chlorine requirement of different plant species. **Plant and Soil**, v. 8, n. 3, p. 337-353, 1957.

MALAVOLTA, E. **Fertilizantes e seu impacto ambiental: micronutrientes e metais pesados – mitos, mistificação e fatos**. São Paulo: Petroquímica, 1994. 153p.

MORENO, J.L, HERNANDEZ, T, GARCIA, C. Effects of a cadmium-containing sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in an arid soils. **Biol. Fert. Soils**, v. 28 p. 230-237, 1999.

RAMOS, I; ESTEBAN, E; KUCENA, J.J; GARATE, A. Cadmium uptake and subcellular distribution in plants of *Lactuca* sp. **Plant Science**, v. 162, p. 761-767, 2002.

ROSSI, C; LIMA, G.P.P. Cádmio e a atividade de peroxidase durante a germinação de sementes de feijoeiro. **Scientia Agricola**, v. 58 n. 1. Piracicaba jan./mar. 2001.

ROSSI, C.; PADILHA, P.M.; PADILHA, C.C.F. Absorção de cádmio e crescimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. carioca. **Scientia Agricola**, v. 55, p. 332-337, 1998.

SANTOS, D. M. A. **Adubação nitrogenada e recomendação com medidor portátil de clorofila em algodão**. Dissertação (Mestrado em Sistema de produção) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 54p. 2006.

Fitossociologia de plantas daninhas em cafezal intercalado com leguminosas perenes

Weed phytosociology on coffee intercropping perennial legumes

*Aquiles Junior da Cunha*¹, *Benjamim de Melo*²; *Julio Cesar Freitas Santos*³

¹ Professor do Centro Universitário do Cerrado de Patrocínio (UNICERP), Patrocínio-MG.
e-mail: aquiles@unipam.edu.br.

² Prof. Dsc. Instituto de Ciências Agrárias (UFU), Uberlândia-MG.

³Dsc. Pesquisador Fitotecnista, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Resumo: A cobertura vegetal das plantas daninhas nas entrelinhas dos cafeeiros em produção pode variar consideravelmente em função das condições climáticas, de épocas do ano e do manejo da lavoura. Objetivou-se com este trabalho avaliar a fitossociologia de plantas daninhas em cafezal submetido ao cultivo intercalar do amendoim-forrageiro e da soja-perene. O estudo foi conduzido em Patrocínio/MG, durante o período de fevereiro/2009 a abril/2010 em uma lavoura de café, cultivar catuaí vermelho IAC-99, com 11 anos de idade e espaçamento de 3,80 x 0,70 m. A identificação e contagem das espécies de plantas daninhas foram feitas nas parcelas compostas pelas duas espécies de leguminosas, utilizando-se o método do lançamento de um quadro de madeira de 1 m², em quatro avaliações durante o período chuvoso. O picão-preto (*Bidens pilosa*) e a erva-quente (*Spermacoce latifolia*) foram as espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância no cafezal submetido ao cultivo intercalar de amendoim-forrageiro e soja-perene.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Adubação verde. Cobertura do solo.

Abstract: Weed coverage between the rows on coffee producing can vary considerably in function of the climatic conditions, of the year time and of the crop management. This study evaluated weed phytosociology on coffee intercropping at perennial-soybean and forage-peanuts. The experiment was done in Patrocínio/MG, in an 11 year-old producing coffee orchard, cultivar Catuaí Vermelho IAC-99, spaced by 3.80 x 0.70 m. The identification and counting of weed species were made in plots composed by two legumes species, using the method of the release of a picture of wood of 1 m², in four evaluations during the rainy period. *Bidens pilosa* and *Spermacoce latifolia* were the weed species with the greatest index of importance value on coffee intercropping at perennial-soybean and forage-peanuts.

Keywords: *Coffea Arabica*. Green manure. Soil coverage.

Introdução

Os adubos verdes utilizados como cobertura de solo no cafezal, principalmente as leguminosas, além de proporcionarem melhorias nas propriedades químicas e físicas do solo, aumentam o rendimento das culturas, diminuindo os custos de produção pela redução do uso de herbicidas e da adubação química nitrogenada (ESPÍNDOLA *et al.*, 2000).

O amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*, Krap. e Greg.) é nativo do cerrado e apresenta potencial para uso como forrageira em pastagem, como cobertura verde em culturas perenes e também como planta ornamental. Segundo Nascimento (2006), é uma leguminosa herbácea perene e de crescimento prostrado, apresentando estolões que se fixam ao solo por meio de raízes abundantes brotadas dos nós. O crescimento inicial é lento, porém, depois de estabelecido, exerce uma dominância sobre a vegetação espontânea além de ser pouco agressivo com as culturas consorciadas (SANTOS, 2011).

A soja perene (*Glycine wightii*, Verdc.) é uma leguminosa perene originária da África com hábito de crescimento trepador, produzindo em média 20 a 30 t ha⁻¹ de massa verde e 6 a 8 t ha⁻¹ de massa seca ao ano. A quantidade de N absorvida por fixação do ar e por absorção do solo fica entre 150 a 300 kg ha⁻¹ ao ano. Essa espécie possui um sistema radicular muito vigoroso e profundo e pode competir por água e nutrientes com as culturas consorciadas, necessitando observar o período adequado de manejo com roçadas. O crescimento inicial dessa leguminosa é lento e por isto exige uma capina inicial das plantas daninhas (FORMENTINI, 2008).

Erasmus *et al.* (2004) relatam que estudos fitossociológicos de plantas daninhas permitem avaliar a composição florística das espécies da vegetação infestante de cobertura, constituindo-se em uma importante ferramenta utilizada na inferência sobre a comunidade. A cobertura vegetal das plantas daninhas nas entrelinhas dos cafeeiros em produção pode variar consideravelmente em função das condições climáticas, de épocas do ano e do manejo da lavoura.

Em trabalho utilizando leguminosas herbáceas como adubos verdes, Monquero *et al.* (2009) registraram o potencial dessas espécies em reduzir a população das plantas daninhas *Ipomoea grandifolia*, *Panicum maximum* e *Brachiaria decumbens*. Segundo Araújo *et al.* (2007), a rotação cultivo em sistemas agroecológicos com leguminosas anuais exerce efeitos supressivos distintos sobre diversas espécies de plantas daninhas. No estudo de modificações na população de plantas daninhas na presença de adubos verdes, observou-se que as leguminosas podem favorecer a germinação e o desenvolvimento de outras plantas daninhas, promovendo variações na dinâmica de sucessão dessas espécies (FAVERO *et al.*, 2001).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a fitossociologia de plantas daninhas em cafezal submetido ao cultivo intercalar do amendoim-forrageiro e da soja-perene, no município de Patrocínio/MG.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido durante o período de fevereiro/2009 a abril/2010 na Fazenda Serra Negra, localizada no município de Patrocínio/MG, a uma altitude de 972 m e coordenadas geográficas 18°53' latitude sul e 46°56' longitude oeste. Utilizou-se uma lavoura experimental de café em produção da cultivar catuaí vermelho, linhagem IAC-99, tendo espaçamento de 3,80 x 0,70 m, com 11 anos de idade.

O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico textura argilosa (EMBRAPA, 2006), cujos resultados de análise química e física na profundidade de 0-20 cm, na ocasião da instalação do experimento, estão consolidados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química e física do solo do experimento com leguminosas na cultura do café em Patrocínio/MG, 2009.

M.O.	p.H.	P-Meh	P-rem	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	T	Argila	Silte	Areia
%	H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmolc dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----			
3,13	5,30	2,20	6,70	106,1	1,10	0,30	0,20	3,70	5,37	561	215	224

Cada parcela foi composta por três linhas de café com sete plantas. As duas espécies de leguminosas, amendoim-forrageiro e soja-perene, foram semeadas em fevereiro/2009 nas entrelinhas centrais de cada parcela, em duas linhas espaçadas de 50 cm com densidade de 20 sementes m⁻¹, tendo adubação equivalente a 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅. No período de fevereiro a setembro de 2009, considerada a fase de estabelecimento, realizaram-se duas capinas manuais para a supressão das plantas daninhas. As duas espécies de leguminosas foram submetidas a quatro tipos de manejo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições.

As avaliações fitossociológicas das plantas daninhas foram efetuadas nas duas entrelinhas de cada parcela, durante o período chuvoso de outubro/2009 a abril/2010, aos 8, 10, 12 e 14 meses após a semeadura das leguminosas. De acordo com Alvarenga (1993), utilizou-se o método do quadro de madeira de 1 m², lançado aleatoriamente em cada entrelinha da parcela, para se proceder à identificação e à contagem das espécies de plantas daninhas, segundo Lorenzi (2006). Posteriormente, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974):

- (i) Frequência = N^o de quadrados da espécie / n^o total de quadrados
- (ii) Densidade = N^o total de indivíduos da espécie / n^o total de quadrados
- (iii) Abundância = N^o total de indivíduos da espécie / n^o de quadrados da espécie
- (iv) Frequência relativa = Frequência da espécie x 100 / Frequência total
- (v) Densidade relativa = Densidade da espécie x 100 / Densidade total
- (vi) Abundância relativa = Abundância da espécie x 100 / Abundância total
- (vii) Índice de valor de importância = Freq. relativa + Dens. relativa + Abund. relativa

Resultados e discussão

Nas avaliações realizadas aos 8 meses (outubro/2009) e 14 meses (abril/2010), o picão-preto (*Bidens pilosa*) foi a espécie de planta daninha com maior índice de valor de importância (Tabelas 2 e 5).

Tabela 2. Fitossociologia de plantas daninhas aos 8 meses (outubro/2009) no cafezal em produção submetido ao manejo e cultivo intercalar com leguminosas perenes.

ESPÉCIES	FREQ.	DENS.	ABUND.	FREQ. REL.	DENS. REL.	ABUND. REL.	I.V.I.
<i>Bidens pilosa</i>	0,53	0,89	1,68	36,54	38,09	12,84	87,48
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,39	0,69	1,79	26,92	29,76	13,62	70,30
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,19	0,22	1,14	13,46	9,52	8,72	31,69
<i>Synedrellopsis grisebachii</i>	0,11	0,19	1,75	7,69	8,33	13,35	29,36
<i>Mimosa pudica</i>	0,03	0,08	3,00	1,92	3,57	22,88	28,37
<i>Amaranthus hybridus</i>	0,11	0,14	1,25	7,69	5,95	9,53	23,18
<i>Tridax procumbens</i>	0,06	0,08	1,50	3,85	3,57	11,44	18,86
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,03	0,03	1,00	1,92	1,19	7,63	10,74
TOTAIS	1,44	2,33	13,11	100,00	100,00	100,00	300,00

FREQ: frequência; DENS: densidade; ABUND: abundância; FREQ. REL: frequência relativa; DENS. REL: densidade relativa; ABUND. REL: abundância relativa; I.V.I: índice de valor de importância.

Nas avaliações realizadas aos 10 meses (dezembro/2009) e 12 meses (fevereiro/2010), a espécie *Bidens pilosa* foi a segunda em índice de valor de importância (Tabelas 3 e 4). Christoffoleti *et al.* (2007) também relatam que o picão-preto é uma das espécies de plantas daninhas de maior importância em lavouras cafeeiras.

Tabela 3. Fitossociologia de plantas daninhas aos 10 meses (dezembro/2009) no cafezal em produção submetido ao manejo e cultivo intercalar com leguminosas perenes.

ESPÉCIES	FREQ.	DENS.	ABUND.	FREQ. REL.	DENS. REL.	ABUND. REL.	I.V.I.
<i>Spermacoce latifolia</i>	0,81	1,42	1,76	37,18	38,46	16,57	92,22
<i>Bidens pilosa</i>	0,50	1,00	2,00	23,08	27,15	18,85	69,07
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,28	0,39	1,17	12,82	10,56	11,00	34,38
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,19	0,35	1,29	8,97	9,50	12,12	30,59
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,11	0,19	1,75	5,13	5,28	16,49	26,90
<i>Eleusine indica</i>	0,17	0,19	1,40	7,69	5,28	13,19	26,16
<i>Commelina benghalensis</i>	0,11	0,14	1,25	5,13	3,77	11,78	20,68
TOTAIS	2,17	3,68	10,61	100,00	100,00	100,00	300,00

FREQ: frequência; DENS: densidade; ABUND: abundância; FREQ. REL: frequência relativa; DENS. REL: densidade relativa; ABUND. REL: abundância relativa; I.V.I: índice de valor de importância.

A erva-quente (*Spermacoce latifolia*) foi a espécie de planta daninha que apresentou o maior índice de valor de importância aos 10 e 12 meses (Tabelas 3 e 4). Os resultados estão de acordo com os obtidos por Santos *et al.* (2010), em estudo fitossociológico das plantas daninhas no cafeeiro intercalado com leguminosas perenes, na região do cerrado mineiro. No primeiro ano ao final do período chuvoso, esses pesquisadores identificaram nove espécies de plantas daninhas, tendo destaque a espécie *Bidens pilosa*, por apresentar maior índice de valor de importância. No ano seguinte foram identificadas, durante o período chuvoso, oito espécies de plantas daninhas, tendo destaque, mais uma vez, a espécie *Bidens pilosa*, seguida pelas espécies *Digitaria horizontalis* e *Spermacoce latifolia*, por apresentarem maiores valores de importância.

Tabela 4. Fitossociologia de plantas daninhas aos 12 meses (fevereiro/2010) no cafezal em produção submetido ao manejo e cultivo intercalar com leguminosas perenes.

ESPÉCIES	FREQ.	DENS.	ABUND.	FREQ.	DENS	ABUND.	I.V.I.
				REL.	REL.	REL.	
<i>Spermacoce latifolia</i>	0,69	1,14	1,64	29,07	29,08	13,78	71,92
<i>Bidens pilosa</i>	0,61	1,11	1,82	25,58	28,37	15,28	69,23
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,42	0,72	1,73	17,44	18,44	14,56	50,44
<i>Eleusine indica</i>	0,36	0,53	1,46	15,12	13,48	12,28	40,87
<i>Amaranthus hybridus</i>	0,08	0,14	1,67	3,49	3,55	14,00	21,04
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,11	0,14	1,25	4,65	3,55	10,50	18,70
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,08	0,11	1,33	3,49	2,84	11,20	17,53
<i>Tridax procumbens</i>	0,03	0,03	1,00	1,16	0,71	8,40	10,28
TOTAIS	2,39	3,92	11,90	100,00	100,00	100,00	300,00

FREQ: frequência; DENS: densidade; ABUND: abundância; FREQ. REL: frequência relativa; DENS. REL: densidade relativa; ABUND. REL: abundância relativa; I.V.I: índice de valor de importância.

Tabela 5. Fitossociologia de plantas daninhas aos 14 meses (abril/2010) no cafezal em produção submetido ao manejo e cultivo intercalar com leguminosas perenes.

ESPÉCIES	FREQ.	DENS.	ABUND.	FREQ.	DENS	ABUND.	I.V.I.
				REL.	REL.	REL.	
<i>Bidens pilosa</i>	0,47	1,00	2,12	32,69	40,91	14,20	87,80
<i>Eleusine indica</i>	0,25	0,33	1,33	17,31	13,63	8,94	39,89
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,17	0,31	1,83	11,54	12,50	12,30	36,34
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,22	0,25	1,13	15,38	10,23	7,55	33,16
<i>Ageratum conyzoides</i>	0,08	0,17	2,00	5,77	6,82	13,41	26,00
<i>Spermacoce latifolia</i>	0,08	0,14	1,67	5,77	5,68	11,18	22,63
<i>Commelina benghalensis</i>	0,08	0,11	1,33	5,77	4,54	8,94	19,25
<i>Synedrellopsys grisebachii</i>	0,03	0,06	2,00	1,92	2,27	13,41	17,61
<i>Amaranthus hybridus</i>	0,06	0,08	1,50	3,85	3,41	10,06	17,32
TOTAIS	1,44	2,44	14,91	100,00	100,00	100,00	300,00

FREQ: frequência; DENS: densidade; ABUND: abundância; FREQ. REL: frequência relativa; DENS. REL: densidade relativa; ABUND. REL: abundância relativa; I.V.I: índice de valor de importância.

Com base em estudo fitossociológico de plantas daninhas em cafeeiro intercalado com leguminosas, na zona da mata de Minas Gerais, a trapoeraba, o picão-preto e a buva foram as espécies com maior índice de valor de importância (SANTOS *et al.*, 2010b).

Ronchi (2002) relata o picão-preto (*Bidens pilosa*) como uma das espécies de planta daninha mais importantes em lavouras de café, e que extraem grande quantidade de nutrientes, causando reduções de todas as características avaliadas na parte aérea dos cafeeiros. Felipe *et al.* (2003) verificaram que as espécies *Brachiaria plantaginea*, *Bidens pilosa*, *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis* foram as espécies predominantes em cafeeiro recepado no estado de Goiás.

Pelas características das espécies de plantas daninhas, de uma maneira geral, no cafezal submetido ao cultivo intercalar de leguminosas perenes, pode-se observar maior predominância de plantas de ciclo anual, de crescimento ereto, prevalecendo o destaque maior para a classe das dicotiledôneas, o que também corrobora com os resultados obtidos por Santos *et al.* (2010).

Conclusões

O picão-preto (*Bidens pilosa*) e a erva-quente (*Spermacoce latifolia*) foram as espécies de plantas daninhas com maior índice de valor de importância no cafezal submetido ao cultivo intercalar de amendoim-forrageiro e soja-perene.

Referências

ALVARENGA, R. C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. 1993. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

ARAÚJO, J.C. *et al.* Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007.

CHRISTOFFOLETI, P.J. *et al.* Manejo de plantas daninhas na cultura do café. In: THOMAZI-ELO, R.A.; FAZUOLI, L.C. (coord.). **Curso de atualização em café: 7**. Campinas: IAC, 2007. p. 1-35. (Documentos IAC, 80).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A.; COSTA, N.V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

ESPÍNDOLA, J.A. *et al.* **Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. 8p. (Comunicado Técnico, 47).

FAVERO, C. *et al.* Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov., 2001.

FELIPE, C.R.P. *et al.* Efeito de três espaçamentos de cafeeiro recepado sobre a incidência e predominância das plantas daninhas. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3. 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: Embrapa café, 2003.

FORMENTINI, E.A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem.** Vitória: INCAPER, 2008. 27p.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional.** 6 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339p.

MONQUERO, P.A. *et al.* Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas, **Planta Daninha.** Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H.A. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley, 1974. 547p.

NASCIMENTO, I. S. O cultivo do amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Agrociência.** Pelotas, v. 12, n. 4, p. 387-393, out-dez, 2006.

RONCHI, C.P. **Interferência e controle de plantas daninhas na cultura do café (*Coffea arabica*, L.).** 2002. 115p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

SANTOS, J.C.F. **Manejo de plantas daninhas usando leguminosas herbáceas consorciadas com a cultura do café.** 2011. 95p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SANTOS, J.C.F. *et al.* Efeito da cobertura verde na supressão de plantas daninhas do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010a, p. 2747-2751.

SANTOS, J.C.F. *et al.* Influência da cobertura com leguminosa sobre plantas daninhas do café da zona da mata mineira. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2010, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: Programa de pós-graduação em solos e nutrição de plantas, 2010b. (CD-ROM).

Avaliação de impactos ambientais em uma área de preservação permanente no bairro Céu Azul, em Patos de Minas-MG

Environmental impact assessment in a permanent preservation area
in the neighborhood of Céu Azul, in Patos de Minas-MG

*Eni Aparecida do Amaral¹; Saulo Gonçalves Pereira²;
Daniela Cristina Silva Borges²*

¹ Especialista em Gestão Ambiental. Bióloga da Prefeitura Municipal de Patos de Minas, MG.
e-mail: eniamaral_bio@yahoo.com.br

² Mestrandos em Saúde Animal pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU).
e-mails: saulobiologo@yahoo.com.br; danybio@hotmail.com.

Resumo: As áreas de preservação permanente constituem importantes elementos nos espaços urbanos, uma vez que contribuem para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, e para a estabilidade geológica, aumentando a biodiversidade urbana. Este estudo visou diagnosticar os impactos ambientais em uma Área de Preservação Permanente (APP), localizada no bairro Céu Azul em Patos de Minas-MG, e propor medidas que estabeleçam a recuperação da mesma. Os dados foram levantados a partir de visitas de campo e registro fotográfico. Também se fez uso de imagens do Google Earth, de mapas disponibilizados pela Prefeitura Municipal e da legislação ambiental. Os resultados obtidos neste estudo permitem inferir que a APP do bairro Céu Azul encontra-se degradada, apresentando diversos impactos ambientais negativos relevantes no meio físico, biótico e antrópico, o que justifica a necessidade de sua recuperação, vista a importância dessa área na conservação das nascentes e consequentemente na manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental.

Palavras-chave: Meio Ambiente; Matriz de Impacto; Impactos Ambientais; Recuperação.

Abstract: The Permanent Preservation Areas are important elements in urban spaces, since they contribute to the quality and quantity of water resources, to geological stability, allowing the increase of urban biodiversity. This study aimed to diagnose the environmental impacts of a Permanent Preservation area, located in Céu azul, a district of Patos de Minas-MG, and propose measures to establish its recovery. The data were collected mainly from field visits and photographic record. We also made use of Google Earth images, of maps provided by the city government, and of the environmental law. The results of this study allow us to infer that the Permanent Preservation Area of the Céu Azul district, in the city of Patos de Minas, is degraded, with many negative environmental impacts relevant to the physical, biotic and anthropic envi-

ronment, which justifies the need for recovery, considering the importance of this area in the conservation of water sources and consequently the maintenance of the hydrological and environmental balance.

Keywords: Environment; Impact Matrix; Environmental Impacts; Recovery.

Introdução

As Áreas de Preservação Permanente (APP) constituem importantes elementos nos espaços urbanos, uma vez que contribuem para a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, permitem a estabilidade geológica e aumentam a biodiversidade urbana. Como exemplo de APP, estão as áreas de mananciais, as encostas com mais de 45° de declividade, os manguezais e as matas ciliares (TERRES *et al.*, 2008).

Entretanto, as formas de ocupação do solo vêm comprometendo cada vez mais a integridade dessas áreas (NECKEL *et al.*, 2009), uma vez que o crescimento urbano no Brasil vem ocorrendo de forma desordenada, sem considerar os aspectos ambientais, o que é visto também em Patos de Minas.

Tal ocupação, aliada à falta de planejamento e infraestrutura, ocasiona inúmeros impactos negativos para a qualidade de vida do meio urbano e para a destruição dos recursos naturais, principalmente em áreas próximas a nascentes e cursos d'água, que deveriam ser preservadas para manter o equilíbrio ecológico e hidrológico de uma microbacia.

A falta de áreas verdes, juntamente com a impermeabilização do solo associada à ausência ou ineficiência de sistema de drenagem, reduz a área de infiltração, aumentando o escoamento superficial, que pode se tornar um agente impactante.

O município de Patos de Minas localiza-se na região do Alto Paranaíba, contando com uma área de 3.336 Km², com uma população de 139.841 habitantes, de acordo com o último anuário estatístico do IBGE 2010. O perímetro urbano do município é de 6.840 hectares (IBGE, 2010). A cidade atualmente conta com 75 bairros e em vários destes existe a implantação de novos loteamentos. No que diz respeito à infraestrutura, o município conta com legislação específica, que exige dos empreendimentos imobiliários (loteamentos) a implantação de toda infraestrutura, ou seja, rede de água, esgoto, drenagem, asfalto e luz (PATOS DE MINAS, 2004).

Os métodos de avaliação de impactos ambientais são instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas sobre os impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente (SANTANA, 2011).

O estudo de caso refere-se a uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada, quando procuramos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores (ARAUJO *et al.*, 2008). Tal estudo envolve o estudo profundo de um ou poucos objetos, de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (HENCKELS, 2002).

Diante desse contexto, objetivou-se diagnosticar os impactos ambientais em

uma APP, atualmente degradada, localizada no bairro Céu Azul, no município de Patos de Minas-MG, e propor medidas que estabeleçam a recuperação da mesma, considerando-se que as APPs inseridas em meio urbano são alvo de inúmeras irregularidades que comprometem significativamente a conservação da biodiversidade e da qualidade de vida das pessoas.

Material e métodos

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso de forma qualitativa (MINAYO, 1983). A área de estudo conta com 16.279 m² e está localizada na zona urbana de Patos de Minas, Bairro Céu Azul (18.6127482 S; 46.5012353W), sendo limitada por áreas urbanizadas. Nela, encontram-se uma vereda, várias nascentes e ressurgências d'água, formadoras de pequenos cursos d'água, pertencentes à microbacia do córrego Canavial, constituindo, portanto, uma APP. O bairro Céu Azul foi urbanizado no ano de 1998. É um bairro que apresenta sistema de drenagem deficiente, o que resulta em um grande escoamento superficial nos períodos chuvosos (PATOS DE MINAS, 2012).

Com o intuito de identificar os impactos ambientais no local, foi realizada uma avaliação preliminar, através de visitas na área de estudo com registro fotográfico. Esta etapa do trabalho ocorreu no período de abril de 2012, e para tanto, realizaram-se três visitas de campo. Também se fez uso de imagens do Google Earth® (2012), de consultas autorizadas em mapas disponibilizados pela Prefeitura Municipal, de legislação ambiental (Código Florestal) e da legislação municipal.

Para melhor avaliação dos impactos, foi utilizado o método de matriz de impacto ambiental (ROCHA, 2005) e foram adotadas várias categorias de parâmetros e intensidades desses efeitos, sendo: Natureza: Negativo (NE) ou positivo (POS); Forma: Direto (DIR) ou Indireto (IND); Abrangência: local (LO) ou Regional (REG); Reversibilidade: Reversível (REV) ou Irreversível (IRR); Magnitude: Pequeno (PEQ); Médio (MED); Grande (GRA); Significância: Pouco Significante (POS), Significante (S) e Muito significativa (MS).

Após a listagem dos impactos sobre os diferentes componentes do ambiente, separados aqui em meio físico, meio biótico e meio antrópico, foi feita uma breve discussão, destacando-se os impactos de maior relevância.

Resultados e discussão

O processo de ocupação do Brasil caracterizou-se pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais. Ao longo da história do país, a cobertura florestal nativa, representada pelos diferentes biomas, foi sendo fragmentada, cedendo espaço para agricultura, pastagens e urbanização, causando um conjunto de problemas ambientais, como a extinção da fauna e da flora, as mudanças climáticas locais, a erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água (MARTINS, 2001).

De acordo com Kobayama, (2001), o aumento da concentração populacional

tem sido uma das preocupações constantes na sustentabilidade dos centros urbanos, sendo que a construção de uma cidade causa inúmeras consequências sobre o equilíbrio do meio ambiente.

As agressões ao meio ambiente em áreas urbanas ocorrem devido a um somatório de fatores ligados basicamente ao uso e ocupação desordenados do solo, ao crescimento da malha urbana sem o acompanhamento adequado de recursos de infraestrutura e à expansão imobiliária (NECKEL, 2009).

Verifica-se, conforme Moraes *et al.*, (2009), que em áreas urbanas o ciclo hidrológico sofre fortes alterações em detrimento de alteração da superfície; canalização dos cursos d'água; aumento do escoamento superficial; retirada das matas ciliares; e aumento do material sólido disposto pela população. Desta forma, além da intensa degradação dos recursos hídricos e ocupação irregular em áreas de preservação, observa-se que as mesmas sofrem uma retração de seu espaço legal. Assim, as áreas verdes, ao serem historicamente manejadas de forma inadequada, deixam de cumprir seu papel no contexto urbano e ambiental.

A resolução CONAMA n.º 303/2002 dispõe, no artigo 3, que as veredas constituem área de preservação permanente, estando presente no inciso IV: “[...] em vereda e faixa marginal, e projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado” (BRASIL, 2002, p. 71).

É importante ressaltar que para ser considerada de preservação permanente, a área não tem que necessariamente estar em pleno desenvolvimento das funções ambientais previstas no conceito de APP. Todas as áreas localizadas nas margens de cursos d'água, de nascentes, de acumulações naturais ou artificiais de água, no topo de morros e montanhas, encostas, chapadas, tabuleiros, dunas, restingas, etc., por si só, pelo simples efeito de estarem tuteladas por lei federal, são tidas como de preservação permanente, estejam ou não executando suas funções ecológicas, pois estão sujeitas a ações antrópicas momentâneas a serem sanadas (JELINEK, 2007).

Áreas degradadas são “[...] aquelas que não possuem mais a capacidade de repor as perdas de matéria orgânica do solo, nutrientes, biomassa e estoque de propágulos” (ROTH *et al.*, 2009 p. 117). Isso significa que a degradação é verificada quando elementos naturais como fauna, flora, solo e corpos d' água sofrem alterações, juntamente com as características biológicas, físicas e químicas do local explorado (ROTH; GARCIAS, 2009).

Conforme a Resolução CONAMA 001/86, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

A Avaliação de impacto ambiental (AIA) é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, de grande importância para a gestão institucional de planos, programas e projetos, em nível federal, estadual e municipal (ABSY, 1995). No processo AIA, são caracterizadas todas as atividades impactantes e os fatores ambientais que podem sofrer impactos dessas atividades, os quais podem ser agrupados nos meios físico, biótico e antrópico (ROCHA; GARCIAS, 2005). A avaliação de impacto ambiental

serve como subsídio para o planejamento ambiental, sendo este um conjunto de programas que propõem ações (medidas) ambientais mitigadoras, compensatórias, preventivas e de monitoramento para os impactos ambientais identificados (STAMM, 2003).

Ainda de acordo com Stamm (2003), medidas mitigadoras são aquelas capazes de diminuir o impacto negativo ou reduzir a sua magnitude. No caso da impossibilidade ou insuficiência da mitigação de determinados impactos, devem ser adotadas medidas compensatórias. Os principais impactos ambientais constatados na área estão listados na Tabela 1. Cabe ressaltar que foi feita uma adaptação metodológica no item Meio Antrópico, em que foram citadas características de avaliação no meio urbano de áreas de preservação. Na observação do levantamento bibliográfico, esta avaliação ainda é pouco utilizada e pode ser uma ferramenta de grande importância.

Tabela 1. Impactos ambientais na área de estudo.

Meio	Impactos	Caracterização dos impactos
Meio físico	Erosão e instabilidade das margens	NEG; DIR; LOC; GRA; REV; MS.
	Assoreamento de nascentes e cursos d'água	NEG; DIR; LOC; GRA; REV; MS.
	Diminuição da recarga de águas	NEG; DIR; REG; GRA; REV; MS.
Meio biológico	Diminuição ou perda de habitats naturais.	NEG; DIR e IND; REG; GRA; IRR; MS.
	Diminuição ou perda de biodiversidade.	NEG; DIR e IND; REG; GRA; IRR; MS.
	Alteração do ecossistema natural.	NEG; DIR e IND; REG; GRA; IRR; MS.
	Introdução de animais domésticos.	NEG; IND; LOC; MED; REV; S.
	Estabelecimento de espécies vegetais exóticas	NEG; DIR; LOC; GRA; REV; MS.
	Ameaça às espécies raras	NEG; DIR; LOC; GRA; REV; MS.
Meio antrópico	Alteração na qualidade de vida da população	NEG; IND; REG; GRA; REV; MS.
	Diminuição da qualidade estética e Paisagística.	NEG; IND; LOC; GRA; REV; S.
	Aumento de pressão antrópica sobre os recursos naturais dos remanescentes/áreas de preservação	NEG; DIR; LOC; GRA; REV; MS.
	Ocupação irregular	NEG; DIR; LOC; MED; REV; S.

Impactos ao meio físico

Em relação aos aspectos físicos, notou-se que a área de estudo não se encontrava totalmente isolada e preservada. Em relação aos impactos ambientais, foram observados um avançado processo erosivo e um assoreamento de nascentes e cursos d'água, o que pode ter ocorrido em função dos efeitos do escoamento superficial e de um deficiente sistema de drenagem pluvial (Figura 1).

Figura 1. Erosão das margens e assoreamento de curso d'água



Fonte: Acervo particular, 2012.

Foi detectado um ponto de lançamento no interior da área, sem nenhum tipo de dissipador para amenizar o impacto da água. Conforme expõem Ciccarelli *et al.* (2005), com o desenvolvimento da urbanização, ocorre um aumento da impermeabilização da superfície, que diminui drasticamente a taxa de infiltração do solo e aumenta a velocidade e o volume do escoamento superficial.

Segundo os autores supracitados, na maioria das cidades brasileiras, as redes de drenagem são dimensionadas com previsão inferior à real densidade populacional, o que aumenta o escoamento superficial, causando problemas como inundações, erosão e assoreamento de corpos d'água (CICCARELLI, 2005).

As águas receptoras do meio urbano sofrem com os impactos advindos da ausência de considerações ambientais na ocupação do espaço. Dentre seus agentes impactantes mais significativos, encontra-se o escoamento superficial, produzido em grandes quantidades nos ambientes urbanos, em razão do alto grau de impermeabilização de

suas superfícies. Soma-se a estes fatores a alta densidade populacional das cidades, conduzindo a um aumento da demanda pelos usos múltiplos da água e elevando a poluição de origem difusa que atinge seus corpos hídricos (PIZELLA, 2010).

Impactos ao meio biótico

Considerando os aspectos biológicos (meio biótico), foi constatada visualmente uma significativa alteração do ecossistema natural, com grande prevalência de plantas exóticas invasoras, como a *Leucena* (*Leucena sp*), o capim colônio (*Panicum maximum*), várias espécies trepadeiras, bananeiras (*Musa sp*), bambus, dentre outros que tiram o espaço das espécies, favorecem a competição interespecífica com as espécies nativas e alteram o funcionamento dos ecossistemas (Figura 2).

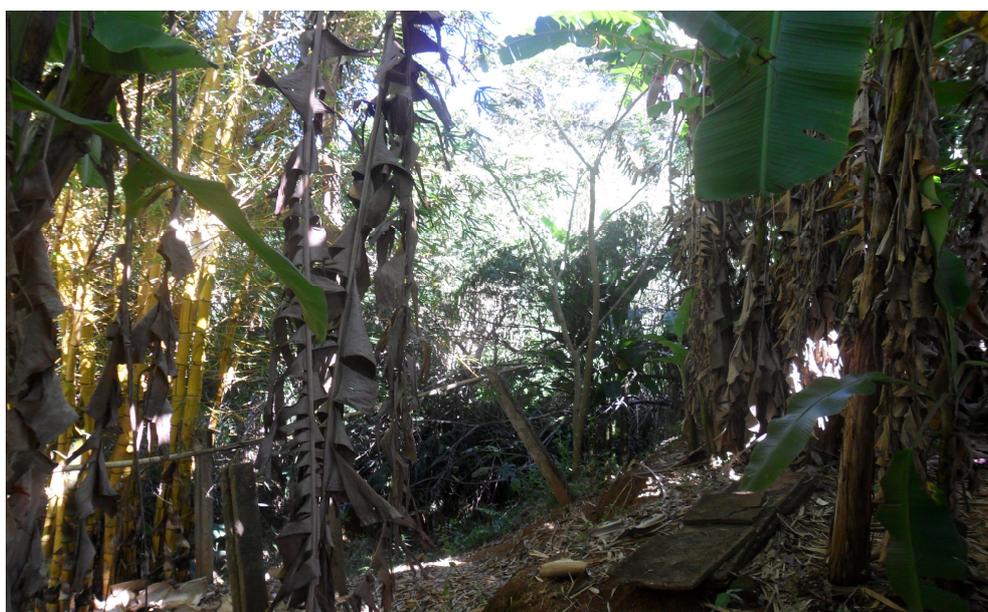


Figura 2. *Musa sp* (bananeira): espécie exótica com alta prevalência na área.

Fonte: Acervo particular, 2012.

Santana (2011), ao avaliar os impactos ambientais em uma Área de Preservação Permanente em Aparecida de Goiânia-GO, constatou que na maioria das APPs localizadas em áreas urbanizadas, a presença de espécies exóticas como bananeiras, mangueiras, bambus, mamonas, entre outras, eram mais comum do que a presença de espécies nativas. A autora ainda ressalta que a ausência da vegetação nativa na área contribui muito com o processo de degradação tanto da flora quanto da fauna, principalmente o bambu, por causa das suas raízes superficiais e não ficção no solo.

De acordo com Terres (2008), a ocorrência de espécies invasoras, principalmente gramíneas exóticas e trepadeiras, pode inibir a regeneração natural das espécies arbóreas, mesmo que estejam presentes no banco de sementes ou que cheguem até a área, via dispersão. Nestas situações, é recomendada uma intervenção no sentido de controlar as populações invasoras agressivas e estimular a regeneração natural.

Foi detectada ainda a presença isolada de dois exemplares de buritis (*Mauritia vinifera* M) (Figura 3), indício de existência de vereda, o que ressalta ainda mais a necessidade de recuperação e preservação da área, uma vez que se trata de espécie rara no perímetro urbano, não tendo sido encontrada a presença de outros indivíduos dessa espécie no perímetro urbano de Patos de Minas. A legislação aponta para áreas de vereda uma faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado.



Figura 3. Exemplares de buritis presentes na área de estudo.

Fonte: Acervo particular, 2012.

Impactos ao meio antrópico

Considerando os aspectos antrópicos, foi observado que moradores utilizam a área para criação de animais domésticos (Figuras 4 e 5). E ainda foi verificada a existência de uma ocupação irregular no local, com extensão do fundo de um lote para dentro da área de APP.

Foi apurado que a obra é clandestina, ou seja, sem prévia aprovação do projeto ou sem alvará de licença, devendo a Administração Municipal, por intermédio de seu poder de polícia, efetivar a demolição. Cabe ao poder público a responsabilidade

de fiscalizar e inibir ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente urbanas.

Foi ainda verificado, junto ao Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (CODEMA) e à Prefeitura Municipal, que nas atuais diretrizes ambientais de loteamento, deliberadas pelo referido órgão ambiental, é exigido nos projetos de loteamentos que Áreas de Preservação Permanente e áreas de proteção ambiental sejam isoladas e que façam limite com ruas, o que ajuda a prevenir a extensão irregular de fundos de imóveis. Tal exigência não ocorria em loteamentos mais antigos. Considerando os impactos ambientais observados na Área de Preservação Permanente no Bairro Céu Azul, verifica-se a necessidade de ações no sentido de recuperá-la e minimizar tais impactos ambientais.

Segundo Lima (2004), a recuperação ambiental é a reconstrução de um ambiente que sofreu diferentes graus de alteração, com ou sem intervenção humana, visando à reativação da dinâmica natural da comunidade local, similar àquela preexistente. Nos ambientes altamente degradados, onde as condições do solo e outros elementos naturais ultrapassaram o limite de sua capacidade de autorrecuperação, é necessária a intervenção humana para a sua recuperação, já que nestas condições não mais existem ou são escassos os propágulos que permitirão o surgimento de nova vegetação.

Para tanto, será necessário realizar um isolamento da área; fazer um retaludamento onde houve erosão e carreamento de solo, o que deve ser feito com técnicas da engenharia de reforço de solo, revegetando inicialmente por gramíneas, e posteriormente árvores nativas; fazer projetos de melhoria da drenagem pluvial do bairro; estabelecer uma recomposição vegetal, com controle das espécies invasoras e plantio de espécies nativas regionais, recomendando-se modelos que sejam similares à sucessão natural, e escolhendo-se diferentes grupos ecológicos, como pioneiras, secundárias e clímax (LIMA, 2004); considerar a necessidade de levantamento fitossociológico prévio e de uso de espécies regionais mais importantes, recomendando-se modelos que sejam similares à sucessão natural (LIMA, 2004); e por fim, propor a educação ambiental, no sentido de conscientizar a população do bairro a colaborar com a recuperação e conservação da área.

Considerações finais

Os resultados obtidos neste estudo permitem inferir que a APP do Bairro Céu Azul, no município de Patos de Minas/MG, encontra-se degradada, apresentando diversos impactos ambientais negativos relevantes no meio físico, biótico e antrópico, o que justifica a necessidade de sua recuperação, vista a importância dessa área na conservação das nascentes e conseqüentemente na manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental. Dessa maneira é de grande importância o reconhecimento dos impactos ambientais, quantificando-os e corrigindo-os para se tentar recuperar estas áreas. É importante associar a população com ações de educação ambiental.

Referências

ABSY, M. L.; ASSUNÇÃO, F. N. A.; FARIA, S. C. *Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas, coordenação e adaptação de Miriam*. Versão de Paula Yone Stroh et al. Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. 136p.

ARAÚJO, C. et al. *Estudo de caso*. Minho: Universidade do Minho/ Instituto de Educação e Psicologia, 2008.

BRASIL. *Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1986.

BRASIL. *RESOLUÇÃO nº 303, de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2002.

CICCARELLI, A.; KIPGEN, I.; PEDROLI, K. D. *Drenagem urbana sustentável*. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2005.

GOOGLE EARTH MAPAS, 2011. Disponível em: <<http://maps.google.com>. Acesso em: 01 maio. 2012.

HENKELS, C. *Identificação de aspectos e impactos ambientais: proposta de método de aplicação*. 2002. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. Disponível em: <http://www.observaotiodolitoral.ufsc.br/branco_dados/ufsc/engproducao/04.pdf>. Acesso em: 26 maio. 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico brasileiro, 2010.

JELINEK, R. *Áreas de Preservação Permanente como espaços ecológicos protegidos pelo ordenamento jurídico*, 2007. Ministério Público de Goiás. Disponível em: http://www.mp.go.gov.br/potalweb/hp/9/docs/doutrinaparc_18.pdf. Acesso em: 12 jun. 2012.

KOBYAMA, M.; MINELLA, J. P. G.; FABRIS, R. *Áreas degradadas e sua recuperação*. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, v. 22, n. 210, p. 10-17, maio/jun. 2001.

MORAES, I. C. et al. *Expansão urbana e degradação de áreas de proteção permanente em zonas urbanas: o caso do córrego /conduta - Rio Claro/SP*. 2009. Universidade Estadual Paulista – UNESP/CEAPLA. Disponível em: <<http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-130.pdf>>. Acesso em: 20 maio. 2012.

LIMA, P. C. F. *Áreas degradadas: métodos de recuperação no semi-árido brasileiro*. XXVII Reunião Nordestina de Botânica. Petrolina, 22 a 25 de março de 2004.

MARTINS, S. V. *Recuperação de matas ciliares*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001.

MINAYO, M. C. S. e SANCHES, O. (1983) Quantitativo-Qualitativo: oposição ou complementaridade. *Cadernos de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, pp. 239-262.

NECKEL, A.; FANTON, G.; BORTOLUZZI, E. C. Recuperação ambiental de área verde urbana degradada Loteamento Cidade Universitária – Passo Fundo-RS. *BGG: Boletim Gaúcho de Geografia*, n. 35, Porto Alegre, p. 163-180, maio 2009.

PATOS DE MINAS. *Lei Complementar nº 216, de 04 de agosto de 2004*. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no município de Patos de Minas e dá outras providências, 2004.

PATOS DE MINAS. Prefeitura Municipal. Cadastro Municipal de Imóveis, *Arquivo público*, Patos de Minas, 2012.

PATOS DE MINAS. Prefeitura Municipal. *Planta de Loteamento n. 263/1998*, *Arquivo público*, Patos de Minas, 2012.

PIZELLA, D. G.; SOUZA, M. P. *Impactos ambientais e o escoamento superficial urbano sobre as águas doces superficiais, 2010*. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP. Disponível em: <<http://www.sebecologia.org.br/viiceb/resumos/366a.pdf>>. Acesso em: 19 maio. 2012.

ROCHA, E. C; CANTO, J. L; PEREIRA, P. C. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo, v. 8, n. 2, p. 148-160, jul./dez. 2005.

ROTH, C.; GARCÍAS, C. M. Construção Civil e a Degradação Ambiental. *Desenvolvimento em Questão*. Ijuí, v. 7, n. 13, p. 111-128, jan./jun., 2009.

SANTANA, M. N. R. *Identificação dos impactos ambientais da ocupação irregular na área de preservação permanente (APP) do Córrego Tamanduá em Aparecida de Goiânia*. Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental 06 a 09 de novembro de 2011. Londrina – PR.

STAMM, H. R. *Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica*. 2003. 284 p. Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC. Disponível em: <<http://www.universoambiental.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

TERRES, C. A.; MULLER, M. M. L. Proposta de recuperação de áreas degradadas às margens do arroio do engenho na Vila da Concórdia, Guarapuava-PR. *Revista Eletrônica Lato Senso*. Universidade Estadual do Centro Oeste, 5 ed., 2008. Disponível em: <http://web03.unicentro.br/especializacao/Revista_Pos/E5_CAP.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2012.

Tratamentos pré-germinativos para superação de dormência em sementes de Angico

Pre-germination treatments for breaking dormancy in seeds of Angico

*Jailson Silva Machado*¹; *Welyton Martins de Freitas Souza*¹;
*Ivan Medeiros Lustosa Júnior*¹; *Luana Martins dos Santos*¹;
*Séfora Gil Gomes de Farias*²

¹ Graduando do curso de Engenharia Florestal; Universidade Federal do Piauí – Campus CPCE; (UFPI/CPCE).

² Professora do Departamento de Engenharia Florestal; Universidade Federal do Piauí – Campus CPCE; (UFPI/CPCE).

Resumo: Na constante busca por metodologias para a quebra de dormência de espécies florestais, o presente trabalho teve por objetivo testar a influência de tratamentos pré-germinativos na superação da dormência de sementes de Angico. Os tratamentos testados foram: testemunha (T₁); escarificação mecânica com lixa (T₂); escarificação mecânica com lixa e imersão em água por 24 horas (T₃); imersão em água por 24 horas (T₄); imersão em água a 70° C (T₅); imersão em água a 80° C (T₆); imersão em água a 90° C (T₇); imersão em água a 100° C (T₈). Foram avaliados os parâmetros de primeira contagem; o índice de velocidade de germinação; a porcentagem de germinação; o comprimento da parte aérea; o comprimento radicular; a massa seca da parte aérea e a massa seca radicular. Conclui-se que os tratamentos T₂, T₃ e T₇ foram os que mais se destacaram, porém o T₇ foi mais eficiente.

Palavras-chave: Produção de mudas. Quebra de dormência. *Piptadenis moniliformis* Benth.

Abstract: In constant search for methods to break dormancy of forest species, the present study aimed to test the influence of pre-germination treatments to overcome seed dormancy in Angico. The treatments were: control (T₁); mechanical scarification with sandpaper (T₂); mechanical scarification with sandpaper and water immersion for 24 hours (T₃), immersion in water for 24 hours (T₄); immersion in water at 70 ° C (T₅); immersion in water at 80 ° C (T₆); immersion in water at 90 ° C (T₇); immersion in water at 100 ° C (T₈). The parameters evaluated were the first count, the index of germination speed, the germination percentage, the shoot length, the root length, the dry weight of shoot and the root dry mass. We conclude that the treatments T₂, T₃ and T₇ were the most outstanding, but the T₇ was more efficient.

Keywords: Production of seedlings. Breaking dormancy. *Piptadenis moniliformis* Benth.

Introdução

A catanduva, ou angico-de-bezerra (*Piptadenia moniliformis* Benth), é uma árvore de 4 a 9 metros de altura, pertencente à família das Leguminosas, possui madeira pesada de textura média, grã-reversa, boa durabilidade e de média resistência mecânica. É uma espécie rústica e de rápido crescimento, o que favorece sua utilização para fins preservacionistas (LORENZI, 2002).

Porém, uma das dificuldades de propagação dessa espécie é a dormência, causada pelo tegumento que impossibilita a entrada de água. A presença de um tegumento espesso dificulta o processo de absorção de água pela semente, o que restringe os processos físicos e as reações metabólicas básicas para germinação (BORGES *et al.*, 2004).

A dormência constitui uma estratégia benéfica, possibilitando a germinação ao longo do tempo, e aumentando a probabilidade de sobrevivência das espécies (FOWLER e BIANCHETTI, 2000). Porém, dependendo da finalidade de uso, a dormência pode ser tida como um mecanismo que dificulta o processo de logística na produção de mudas, além de gerar problemas como desuniformidade das plântulas; maior tempo de exposição às condições adversas, como a ação de pássaros, insetos e doenças; e maior risco de perda de sementes por deterioração (EIRA, 1993; FLORIANO, 2004).

A busca por metodologias alternativas são indispensáveis para uma produção homogênea, sendo uma alternativa o uso de germinador do tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.). Este equipamento promove maior eficiência nos resultados de germinação. Alguns pesquisadores vêm utilizando esta técnica na superação de dormência para sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.) (ALBUQUERQUE *et al.*, 2007), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) (BRUNO *et al.*, 2001) e faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) (SILVA, 2004).

Mediante o exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos pré-germinativos em câmara B.O.D., visando a identificar o mais indicado para a superação de dormência da semente de angico.

Material e métodos

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de sementes florestais da Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Bom Jesus/PI. Foram utilizadas sementes, coletadas em área de vegetação nativa próxima ao campus, e colhidas manualmente. Em seguida, procedeu-se à seleção das sementes sadias, levando-se em consideração tamanho, coloração e ausência de danos. Foi adotado Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com oito tratamentos, quatro repetições de 25 sementes, totalizando um total de 100 sementes por tratamento.

Os tratamentos utilizados foram: T₁ – Testemunha; T₂ – Escarificação Mecânica com lixa para massa 120; T₃ – Escarificação Mecânica com lixa para massa 120 e imersão em água por 24 horas; T₄ – Imersão em água destilada por 24 horas; T₅ – Imersão em água a 70° C; T₆ – Imersão em água a 80° C; T₇ – Imersão em água a 90° C; T₈ – Imersão em água a 100° C. Os tratamentos térmicos T₅, T₆, T₇ e T₈ tiveram tempos de

imersão variados, em que as sementes ficavam submersas até a água atingir temperatura ambiente.

Após submeter as sementes aos devidos tratamentos, estas foram distribuídas em caixas tipo gerbox, com papel mata-borrão previamente submetido à autoclave. Cada caixa passou a receber uma dose diária de 2,5 ml de água destilada. Em seguida, as caixas foram levadas a germinadores tipo B.O.D. com temperatura constante de 25° C, média da temperatura anual da região de estudo.

O experimento foi conduzido durante 45 dias, e neste período foram avaliados: os parâmetros de Primeira Contagem (PC), utilizando como base as sementes que emitiram a protrusão da raiz primária no primeiro dia de contagem da germinação; o Índice de Velocidade de Emergência (IVE), calculado de acordo com Maguire (1962); e a Porcentagem de Germinação (%G), soma das sementes germinadas em porcentagem por tratamento ao final do experimento.

Ao término do experimento, foi realizada a avaliação dos parâmetros de Comprimento da Parte Aérea (CPA) e de Comprimento Radicular (CR) em centímetros, determinados com auxílio de uma régua milimetrada; bem como da Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e da Massa Seca Radicular (MSR) em gramas, previamente levados à estufa a 80°C por 24 horas e depois pesados em balança de precisão.

Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa ASSISTAT® e aplicando-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, para diagnóstico do efeito significativo.

Resultados e discussão

Quanto à porcentagem de germinação, as sementes em que não se realizaram tratamentos pré-germinativos (T₁ - Testemunha) e imersão em água destilada por 24 horas (T₄) obtiveram resultados inferiores (7% e 10%, respectivamente), quando comparadas aos demais tratamentos (Figura 1). Esses resultados concordam com os de Ribas (1996) que, utilizando o tratamento de imersão em água à temperatura ambiente por 24 horas, percebeu que este tratamento não foi eficiente, apresentando junto à testemunha baixos valores de germinação.

Os resultados de germinação para o T₈ (Imersão em água a 100° C) também não foram satisfatórios quando comparados aos demais, uma vez que obtiveram 27% de germinação. Esses resultados contrariam os estudos de Benedito *et al.*, (2008), que utilizaram tratamentos de água a 100° C, por 10 e 15 minutos, em sementes de angico e obtiveram aumento de 44% para 70 e 76%, respectivamente, quando comparada a testemunha. Tal fato pode ter ocorrido porque o tempo de exposição das sementes neste estudo é superior, o que pode ter provocado a morte de alguns embriões.

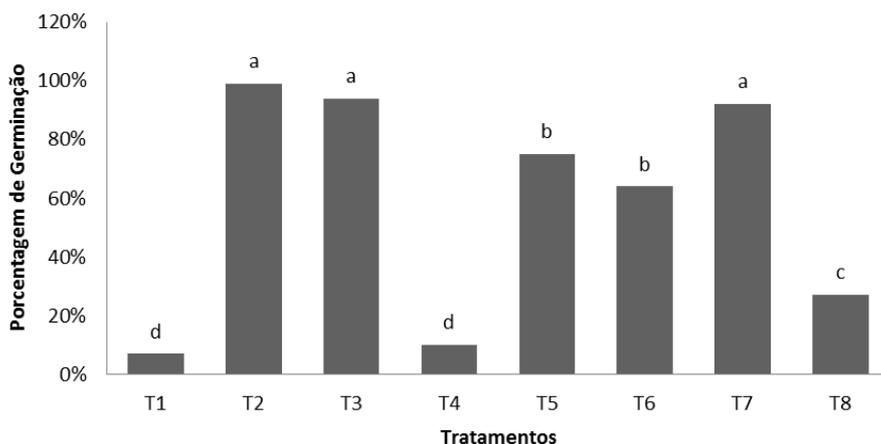


Figura 1. Porcentagem de germinação (%) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Os tratamentos T₂ (escarificação mecânica com lixa para massa 120), T₃ (escarificação mecânica com lixa para massa 120 e imersão em água por 24 horas) e T₇ (imersão em água a 90° C) apresentaram melhores resultados e não diferiram estatisticamente (Figura 1): estes obtiveram resultados de 99%, 94% e 92%, respectivamente. Tais resultados estão de acordo com os de Cardoso *et al.* (2012), que estudaram métodos de superação de dormência em leucena e obtiveram maiores percentuais, quando utilizada a escarificação mecânica com lixa, no qual obtiveram valores de 98%, quando lixada em um dos lados ou em ambos os lados da semente.

Com relação ao parâmetro de primeira contagem (PC) demonstrado na Figura 2, observa-se que o tratamento T₃ destacou-se dos demais tratamentos. A escarificação com lixa tem sido utilizada por vários pesquisadores e demonstrado bons resultados, como pode ser observado nos estudos realizados por Alves *et al.* (2000), Piroli *et al.* (2005). Porém, o método de escarificação com lixa e posterior imersão em água destilada oferece excelentes resultados para algumas espécies.

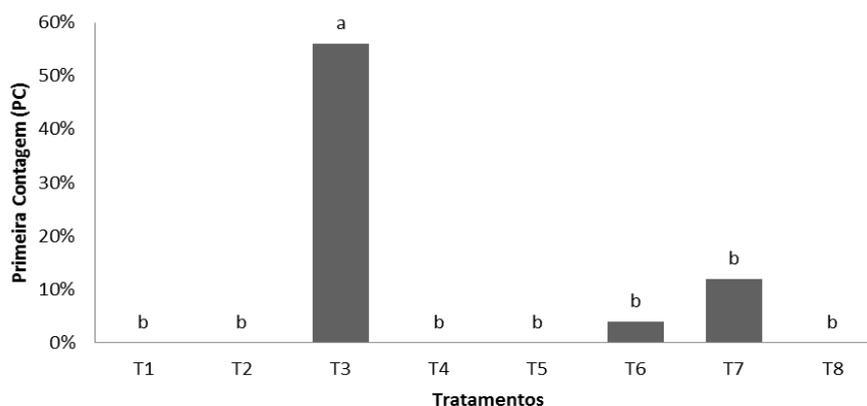


Figura 2. Primeira Contagem (PC) em porcentagem das sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Estes resultados são congruentes aos estudos de Santos (2004), que testou escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.) e recomenda escarificação com lixa nº 40 em um lado da semente por 3 minutos, seguida de embebição em água por 24 horas. Adicionalmente, Medeiros Filho (2002) relata que a escarificação mecânica pode ocasionar injúrias nas sementes pela fricção ou diferença de constituição de seus tegumentos em função da espécie, pois a utilização de material abrasivo exige cuidados quanto à intensidade e à forma de aplicação, para não comprometer a qualidade das sementes.

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG) demonstrado na Figura 3, os tratamentos T₂, T₃ e T₇ demonstraram-se superiores aos demais, não havendo diferença significativa entre eles. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Smiderle e Sousa (2003), que constataram que a técnica de escarificação mecânica com lixa mostrou-se mais eficiente para a germinação e IVG para a espécie *Bowdichia virgilioides* Kunth, quando comparada às técnicas de escarificação química.

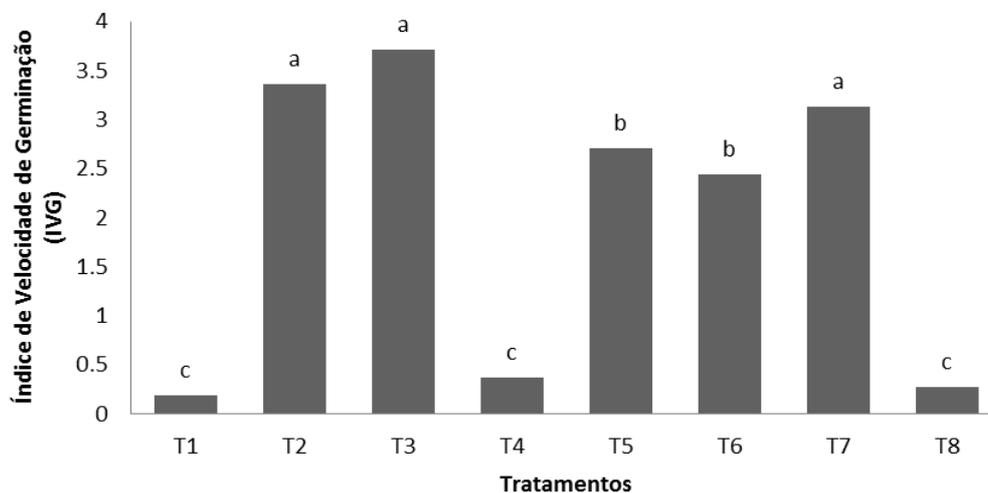


Figura 3. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Segundo Martins (1992), tratamentos de imersão em água a temperaturas menores a 100° C podem ter maior sucesso, o que ocorreu no presente trabalho. O T₇ foi superior quando relacionado ao T₈, sendo que a diferença entre os tratamentos foi de apenas 10°C. De acordo com Mayer & Poljakoff-Mayber (1989 *apud* BRUNO *et al.*, 2001), “a água fervente pode desnaturar as proteínas do tegumento e aumentar a capacidade de absorção de água”, o que também pode acarretar a morte do embrião.

Para a variável CPA (Tabela 1), os tratamentos não diferiram estatisticamente, com exceção do T₈, sendo que neste tratamento, a maior parte das sementes germinadas estava com algum tipo de deficiência e incapacidade de crescimento. Esses resultados contrariam os estudos de Benedito *et al.* (2008), que utilizaram imersão em água 100°C como tratamento de quebra de dormência em sementes de angico e obtiveram resultados satisfatórios.

Tabela 1. Comprimento da Parte Aérea (CPA), Comprimento Radicular (CR), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) e Massa Seca Radicular (MSR) nos diferentes tratamentos.

TRATAMENTO	AP —cm—	CR —cm—	MSPA —g—	MSR —g—
T ₁	3.00 a	0.90 b	0.02593 c	0.002 c
T ₂	4.47 a	1.85 a	0.31953 a	0.043 b
T ₃	4.42 a	2.42 a	0.31260 a	0.050 a
T ₄	3.77 a	2.10 a	0.03788 c	0.005 c
T ₅	4.02 a	2.37 a	0.23118 b	0.039 b
T ₆	3.40 a	2.37 a	0.20133 b	0.034 b
T ₇	3.82 a	2.62 a	0.29088 a	0.050 a
T ₈	0.75 b	0.17 c	0.00460 c	0.000 c

Em cada coluna, para cada fator testado, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Este mesmo fato ocorreu também com relação ao parâmetro do CR, em que os tratamentos obtiveram valores estatisticamente iguais, com exceção do T₁ e do T₈. O T₁ não obteve crescimento nem germinação satisfatória, demonstrando novamente a dormência existente na espécie, porém o T₈ obteve valores inferiores até mesmo ao T₁ testemunha.

Os parâmetros de MSPA e MSR obtiveram resultados parecidos, demonstrando que os tratamentos T₂, T₃ e T₇ foram sempre superiores aos demais. Segundo os dados de Santos (2004), em sementes de Chichá, a escarificação mecânica seguida de embebição originou plântulas com maior massa seca da parte aérea, o que também ocorreu neste trabalho, como é o caso do T₃. Porém, o T₂ e o T₇ diferiram neste parâmetro, embora o tratamento T₂ tenha sido inferior com relação ao parâmetro de MSR. Os piores tratamentos para estas variáveis foram o T₁, T₄ e o T₈, o que já vinha sendo demonstrado nas outras variáveis estudadas.

Conclusão

Dentre os tratamentos analisados, os que obtiveram os melhores resultados foram T₂ – Escarificação Mecânica com lixa para massa 120; T₃ – Escarificação Mecânica com lixa para massa 120 e imersão em água por 24 horas; e T₇ – Imersão em água a 90° C. Porém, pode-se concluir que, entre os tratamentos testados, o T₇ é o mais eficiente para superação da dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth, além de apresentar melhor trabalhabilidade.

Referências

- ALBUQUERQUE, K. S.; GUIMARÃES, R. M.; ALMEIDA, I. F.; CLEMENTE, A. C. S. Métodos para a superação da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31(6), p. 1716-1721, 2007.
- ALVES, M. C. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E. M. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia Monandra* Britt e *Bauhinia Ungulata* L. - Caesalpinoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22(2), p. 139-144, 2000.
- BENEDITO, C. P.; TORRES, S. B.; RIBEIRO, M. C. C.; NUNES, T. A. Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia Moniliformis* Benth.). **Rev. Ciên. Agron. Fortaleza**, v. 39(01), p. 90-93, 2008.
- BORGES, E. E. L.; RIBEIRO-JUNIOR, J. I.; REZENDE, S. T.; PEREZ, S. C. J. G. A. Alterações fisiológicas em sementes de *Tachigalia multijuga* Benth. (mamoneira) relacionadas aos métodos de superação de dormência. **Revista Árvore**, v. 28(3), p. 317-325, 2004.
- BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; PAULA, R. C. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23(2), p. 136-143, 2001.
- CARDOSO, E. A.; ALVES, A. U.; CAVALCANTE, Í. H. L.; FARIAS, S. G.; SANTIAGO, F. E. M. Métodos para superação de dormência em sementes de leucina. **Rev. Cienc. Agrárias**, v. 55(3), p. 220-224, 2012.
- EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. – Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15(2), p. 177-181, 1993.
- FLORIANO, E. P. **Germinação e dormência de sementes florestais**. Disponível em: <http://d.yimg.com/kq/groups/14430160/310876073/name/germinacaodormenciaemflorestais.pdf>. Acesso em 20 jan. 2013.
- FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. Colombo. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>. Acesso em 20 jan. 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. São Paulo: Nova Odessa, 2002.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination: aid in selection and evaluating or seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v. 2, p. 176-177, 1962.
- MARTINS, C. C.; CARVALHO, N. M.; OLIVEIRA, A. P. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* BENTH.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 14(1), p. 5-8, 1992.

MEDEIROS FILHO, S; FRANÇA, E. A; INNECCO, R. Germinação de sementes de *Operculina acrocarpa* (L.) Farwel e *Operculina alata* (Ham.) Urban. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24(2), p. 102-107, 2002.

PIROLI, E. L.; CUSTÓDIO, C. C.; ROCHA, M. R. V.; UDENAL, J. L. Germinação de sementes de Canafístula *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. tratadas para superação da dormência, **Colloquium Agrariae**, v. 1(1), p. 13-18, 2005.

RIBAS, L. L. F.; FOSSATI, L. C.; NOGUEIRA, A. C. Superação da Dormência de Sementes De *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze (MARICÁ). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 18(1), p. 98-101, 1996.

SANTOS, T. O; OLIVEIRA, T. G. M; MATOS, V. P. Escarificação mecânica em sementes de chichá (*Sterculia foetida* L.). **Revista Árvore**, v. 28(1), p. 1-6, 2004.

SILVA, L. M. M; AGUIAR, I. B. Efeito dos substratos e temperaturas na germinação de sementes de *Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm. (FAVELEIRA). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26(1), p. 9-14, 2004.

SMIDERLE, O. J; SOUZA, R. C. P. Dormência em sementes de paricarana (*Bowdichia virgilioides* Kunth - Fabaceae - Papilionidae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25(2), 2003.

Avaliação do desenvolvimento de mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) em diferentes fontes de fósforo

Evaluation of the jatobá-do-cerrado seedlings development (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) in different sources of phosphorus

Jérrsica Nogueira Soares¹; Janaine Myrna Rodrigues Reis²; Isabella Sabrina Pereira³; Marina Rodrigues dos Reis³ & Rafael Gonçalves Gontijo³

¹ Engenheira Agrônoma; Pós-graduanda em Manejo da fertilidade dos solos do Cerrado, Centro Universitário de Patos de Minas-MG (UNIPAM); e em Proteção de Plantas, Universidade Federal de Viçosa-MG (UFV). e-mail de contato: jessica.nogueira.agro@hotmail.com

² Professora do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas-MG.

³ Aluna (o) do Curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM)

Resumo: O presente trabalho foi realizado em Casa de Vegetação do Centro Universitário de Patos de Minas - MG, e teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de Jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) com diferentes fontes de fósforo. As mudas foram cultivadas em sacos de polietileno de 1,5kg preenchidos com solo de barranco. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, constituído de seis tratamentos e quatro repetições, com seis plantas cada. Os tratamentos utilizados foram: T₁ – testemunha 1 (sementes pré-germinadas); T₂ – testemunha 2 (sementes não pré-germinadas); T₃ – sementes não pré-germinadas com super simples; T₄ sementes pré-germinadas com super simples; T₅ – sementes pré-germinadas com super triplo; e T₆ – sementes não pré-germinadas com super triplo. Foram avaliados, após 90 dias, o diâmetro, a altura do caule, o número de folhas, a fitomassa seca de parte aérea e a fitomassa seca de raiz. Verificou-se diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey apenas para o número de folhas em que os tratamentos 1 e 4 mostraram-se superiores aos demais.

Palavras-chave: Super simples; Sementes; Fitomassa; Espécies nativas.

Abstract: This study was accomplished at the Centro Universitário de Patos de Minas Greenhouse and aimed to evaluate the development of Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) using different sources of phosphorus. The seedlings were grown in polythene bags filed with 1.5 kg of embankment soil. A randomized block trial design was used, consisting of six treatments and four replications, with six plants each. The treatments were: T₁ – witness 1 (pre-germinated seeds); T₂ – witness 2 (not pre-germinated seeds); T₃ – not pre-germinated seeds with simples super phosphate;; T₄ – pre-germinated seeds with simples super phosphate; T₅ – pre-germinated seeds with triple super; and T₆ – not pre-germinated seeds with triple super. After 9 days some aspects were evaluated, such as the diameter, the stem height, the number of leaves, the aerial dry weight and the root dry phytomass. There was a significant difference at a probability of 5% by Tukey test only to the number of leaves whereupon the treatments 1 and 4 proved superior to the others.

Key words: Simples super phosphate; Seeds; Phytomass; Native species.

Introdução

As árvores nativas do Brasil estão intimamente ligadas à história e ao desenvolvimento econômico e social do país. Nos últimos quarenta anos, os recursos florestais envolvendo espécies arbóreas nativas vêm sendo amplamente explorados, gerando divisas e riquezas para o País. Entretanto, ao longo desse período, poucos foram os plantios conduzidos com essas espécies. Mesmo no período em que houve o incentivo florestal, os plantios foram direcionados para espécies exóticas, principalmente as do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* (EMBRAPA, 1978). Por outro lado, as espécies nativas continuaram sendo exploradas de forma extrativista. Entretanto, muitas dessas espécies foram plantadas no nosso continente e/ou em outras partes do mundo (EMBRAPA, 1978).

O Brasil possui a flora arbórea mais diversificada do mundo. A falta de direcionamento técnico e de conscientização ecológica na exploração de nossos recursos florestais tem acarretado prejuízos irreparáveis (LORENZI, 2002). Algumas espécies estão em processo de extinção e, dentre elas, podemos citar o jatobá, que já não é mais encontrado com a facilidade que tínhamos em anos passados.

O jatobá é uma espécie arbórea muito vistosa, pertencente à família Leguminosae (Fabaceae), subfamília Caesalpinoideae e ao gênero *Hymenaea*, e é encontrado por toda a América. O jatobá, além da importância ecológica, apresenta potencial agrônomo para utilização do caule e dos frutos. Porém esta espécie está ameaçada de extinção devido à exploração da sua madeira e ao desmatamento do seu ecossistema. Com um crescimento vegetativo muito lento e sementes duras de tegumento impermeável à água que dificultam e retardam a germinação, este fato dificulta a reprodução da espécie em sementeiras (MOREIRA *et al.*, 2005).

Segundo a Embrapa Florestas, ocorrem cerca de quinze espécies no gênero *Hymenaea* Linnaeus, espalhadas pelo México e pelas partes tropicais da América

Central e do Sul. Uma espécie ocorre na costa leste da África, Madagascar e Ilha Mascarenhas. Dessas espécies, treze ocorrem no Brasil.

Entre as espécies do gênero *Hymenaea*, podemos destacar o Jatobá-do-cerrado, *Hymenaea stigonocarpa* Mart., que ocorre nos Biomas Cerrado e Cerradão com maior frequência. O bioma cerrado contém mais de 6.000 plantas vasculares, muitas delas com valor alimentício e medicinal (SOUZA; FELFILI, 2006).

O *H. stigonocarpa* é a espécie de jatobá que apresenta menor altura, podendo chegar até a 10 metros, enquanto as outras espécies podem chegar a ter árvores com até 40 metros. Produz madeira de ótima qualidade, dura e resistente, por isso é utilizada na construção civil e naval. Seus frutos possuem alto teor de fibra alimentar e são utilizados na alimentação humana e animal. Tem uma produção de resina que é utilizada pela indústria farmacêutica. Também são utilizadas na arborização urbana.

Mesmo com tantos benefícios que as espécies nativas nos proporcionam, poucos estudos são realizados na área, e pouco se sabe das exigências de cada espécie. E com o jatobá não é diferente: o pouco que se sabe apresenta muita controvérsia.

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes de que as plantas precisam para um adequado crescimento. As características e a quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais das espécies florestais, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica. As recomendações de adubação devem ser definidas em nível regional para as espécies e tipos de solo mais representativos, envolvendo experimentação de campo, que devem ter por objetivo estabelecer classes de fertilidade do solo e de resposta às adubações. Tão importante quanto tudo isso, a determinação de recomendações de adubação deve permitir a otimização dos retornos financeiros (GONÇALVES, 1995).

Com o avanço de áreas degradadas, o reflorestamento com espécies nativas pode diminuir o impacto provocado. Mas pouco se sabe das exigências nutricionais de tais espécies. Com isso, uma das alternativas é realizar experimentos para melhor contribuir na formação de mudas de espécies nativas.

O objeto do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento do Jatobá-do-cerrado (*H. stigonocarpa*) em diferentes fontes de fósforo.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado na Casa de Vegetação do Bloco H do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), em Patos de Minas-MG, situada na região do Alto Paranaíba, com altitude de 815 m, 18° 34'S e 46° 31'O.

Foram utilizadas 144 sementes de jatobá, da espécie *Hymenaea stigonocarpa* Mart., colhidas na serrapilheira do município de Guimarães-MG. Todas as sementes foram escarificadas com lixa na parte oposta ao hilo e 72 colocadas para pré-germinação em bandejas com areia, onde permaneceram até o surgimento da radícula (15 dias), depois transplantadas para os sacos plásticos. As outras 72 sementes foram colocadas para germinação diretamente no solo.

Utilizaram-se sacos plásticos de 1,5 kg preenchidos com solo de Barranco, e o solo foi corrigido com 150g de calcário dolomítico FILLER, 108g KCl (cloreto de potássio), 80g de super triplo e 108g de super simples de acordo com a análise do solo.

Tabela 1. Tratamentos realizados com Jatobá-do-cerrado (*H. stigonocarpa* Mart.)

Tratamentos	Especificações
T ₁	Testemunha 1-semente pré-germinada
T ₂	Testemunha 2- semente não pré-germinada
T ₃	Semente não pré-germinada com SS*
T ₄	Semente pré-germinada com SS
T ₅	Semente pré-germinada com ST**
T ₆	Semente não pré-germinada com ST

*SS-Superfosfato simples; ** ST-superfosfato triplo.

O experimento foi conduzido entre os meses de abril e agosto de 2012. Para obtenção dos resultados, avaliaram-se número de folhas; fitomassa seca das raízes (g); fitomassa seca da parte aérea (g); altura (cm), sendo tomada do colo até a emissão do primeiro par de folhas; e diâmetro (cm) do caule, sendo medido no colo. O material secou-se em estufa de circulação forçada a 60°, até atingir peso constante (72 horas), e depois foi pesado em balança analítica. O diâmetro do caule foi medido por meio de paquímetro digital medido a 2 cm do colo da planta.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), constituído de seis tratamentos e quatro repetições, cada repetição com seis saquinhos, num total de vinte e quatro parcelas. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey, com probabilidade de 5%, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Com base nos resultados, observou-se que houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade apenas para o número de folhas (NF) em que os tratamentos 1 e 4 mostraram-se superiores aos demais (Tabela 2). Esse efeito pode ter sido encontrado pelo fato de o Jatobá-do-cerrado ser uma espécie típica de solos ácidos, de crescimento lento e pouco exigente em nutrientes para o seu desenvolvimento.

Tabela 2. Crescimento em altura do caule (HC), diâmetro do caule (DC), crescimento em altura do caule (HC), fitomassa seca de raiz (FMSR), fitomassa seca de parte aérea (FMSPA) e número de folhas (NF) de Jatobá-do-cerrado (*H. stigonocarpa* Mart.)

Tratamentos	DC(cm)	HC(cm)	FMSR(g)	FMSPA(g)	NF
1	2.67 a	9,83 a	2,67 a	3,33 a	3,00 a*
2	2.83 a	9,83 a	3,167a	3,33 a	2,33 b a
3	3.00 a	9,83 a	3,00 a	3,33 a	2,50 b a
4	3.00 a	9,67 a	3,50 a	4,00 a	3,00 a
5	2.83 a	9,33 a	3,50 a	4,33 a	2,50 b a
6	3.00 a	9,83 a	3,33 a	3,83 a	2,167 b

*Valores seguidos de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação aos tratamentos realizados, o diâmetro de caule (DC) não teve diferença significativa (Tabela 2), apresentando uma média geral de 2.89 cm.

Em relação ao presente trabalho, os resultados de Fernandes *et al.* (2000) se diferem possivelmente por terem sido conduzidos em regiões, doses de P e espécies diferentes.

Conforme Daniel *et al.* (1997, *apud* Ceconi *et al.* 2006), em um estudo de aplicação de fósforo, em plantas de *Acacia mangium* Willd com doses de 200, 400, 600 e 800 mgdm³ de P₂O₅, foi verificado que a partir da dose de 400 mgdm³ ocorreu um certo equilíbrio entre a rápida aceleração inicial do crescimento e o seu decréscimo.

Com relação à fitomassa seca, tanto a de raiz quanto a de parte aérea, não foi obtida diferença significativa. Fernandes *et al.* (2000) verificaram que, com o aumento do fornecimento de P, ocorre um sensível aumento na produção de MSPA (matéria seca de parte aérea) em relação à MSRA (matéria seca de raiz) em todas as espécies estudadas (aroeirinha, paineira e jambolão), uma vez que o P é um dos nutrientes que mais afetam o crescimento das raízes (CLARKSON, 1985 *apud* FERNANDES *et al.*, 2000).

Fernandes *et al.*, (2000) obtiveram uma grande produção de biomassa radicular pelas plantas de paineira, em todas as doses de P (0, 150, 300 e 600 mg vaso¹). Sob limitado suprimento de P, as raízes das plantas de aroeirinha, de jambolão e principalmente de paineira mostraram-se drenos preferenciais de fotossintatos, se comparadas com a parte aérea. O crescimento radicular é favorecido em solos deficientes em nutrientes, notadamente em N e em P (MARSHNER *et al.*, 1996 *apud* FERNANDES *et al.*, 2000) como estratégia para extrair o máximo do nutriente.

As diferentes concentrações de fósforo nos adubos utilizados não afetaram a altura das mudas (Tabela 2) de Jatobá-do-cerrado, que apresentaram uma média de 9.72 cm de altura de caule. Resultados diferentes foram encontrados por Fernandes *et al.*, (2000) estudando jambolão, aroeirinha e paineira. O melhor desenvolvimento das

plantas se deu na dose de 300 mg vaso¹ de P, sendo que a paineira se sobressaiu entre as espécies em questão.

Em relação ao P, Costa *et al.*, (2007) estudando Fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth) relataram que a ausência do nutriente reduziu o desenvolvimento de altura do caule, o diâmetro e conseqüentemente a produção de fitomassa seca de parte aérea e de raiz.

Em relação às doses de fósforo em Pinhão-manso, Martins *et al.* (2010) verificaram que, para o número de folhas pequenas, a dose 22,96g vaso⁻¹ apresentou resultado superior às doses 5,74 e 11,48g vaso⁻¹ de super fosfato simples, não diferindo das demais doses.

Os solos brasileiros, em sua maioria solos oxídicos, devido ao material de origem pobre e ao elevado grau de intemperismo, possuem uma capacidade máxima de adsorção de fósforo muito alta; assim, o solo adquire características de dreno de P. Esta característica diminui o P-solução, diminuindo assim a absorção do nutriente pela planta (MARTINS *et al.*, 2010).

Mesmo o P sendo um fator limitante para o desenvolvimento das plantas, ele não influenciou de forma significativa o desenvolvimento das plantas de Jatobá-do-cerrado. Já em relação ao número de folhas, este foi o único parâmetro a apresentar significância, destacando-se em relação aos tratamentos 1 e 4, sendo que os mesmos apresentavam menores concentrações de fósforo.

Apesar da importância da espécie, ainda existem poucos estudos que discorrem a respeito do Jatobá-do-cerrado, principalmente em relação à adubação e à produção de mudas, fato este que pode estar associado à maior predominância da espécie no bioma Cerrado. Além disso, entre o pequeno número de estudos a respeito da espécie, existem muitas divergências em relação às necessidades nutricionais do Jatobá-do-cerrado.

Conclusão

Dentro das condições de realização do trabalho, as plantas Jatobá-do-cerrado não apresentaram diferenças em relação à aplicação dos tratamentos por adubação fosfatada com e sem enxofre.

Referências

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; BRUN, E. J.; LOVATO, T. Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Revista Cerne**. Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, jul./set. 2006.

COSTA, C. A.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, R.; SOUZA, I. G. B; SAMPAIO, R. A.; LOPES, P. S. N. Nutrição mineral da fava d'anta. **Hortic. Bras.**, v. 25, n. 1, jan.-mar. 2007.

ESPÉCIES ARBÓREAS BRASILEIRAS. Disponível em:

www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/index_especies.htm. Acesso em: 14 mai. 2012.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; FONSECA, F. C.; VALE, F. R. Crescimento inicial, níveis críticos de fósforo e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v. 35, n. 6, p. 1191-1198, jun. 2000.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: Sistema de análise de variância para balanceados, versão 4.3. Lavras: DEX-UFLA, 2000. Disponível em: <http://www.dex.ufla.br>. Acesso em: 11 set. 2012.

GONCALVES, J. L. M. Recomendações de Adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos florestais**. Piracicaba (15): 1–23, 1995.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa, SP: Plantarum, 2002, vol. I. 352 p.

MARTINS, L. D.; TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; LAVIOLA, B. G.; BORCARTE, M. Desenvolvimento inicial de mamona e pinhão-manso em solo submetido a diferentes corretivos e doses de fósforo. **Revista Verde**. Mossoró-RN, v. 5, n. 1, p. 143-150, jan./março de 2010. Disponível em: <http://revista.gvaa.com.br>. Acesso em 10 set. 2012.

MOREIRA, M. A. T.; PAIVA SOBRINHO, S.; SILVA, S. J.; SIQUEIRA, A. G. **Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.)**. Disponível em: http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inic-cien/eventos/sic2005/arquivos/biologicas/superacao_dormencia.pdf. Acesso em 18 jun. 2012.

SOUZA, C. D.; FELFILL, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás-GO. **Revista Acta Bot. Bras.** 20(1): 135-142. 2006.

Resposta fisiológica de mudas de café à aplicação foliar de estrobilurina-piraclostrobina e silício

Physiological response of plants of coffee to the foliar application of the strobilurin pyraclostrobin and silicon

João Paulo Júnior¹; Evandro Binotto Fagan²; Louranne Tavares Corrêa³; Jérssica Nogueira Soares¹; Isabella Sabrina Pereira³; Leidyenne Godinho Silva⁴

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

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
email: evbinotto@yahoo.com.br

³ Alunas do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

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

Resumo: O experimento foi conduzido em viveiro de maio de 2008 a janeiro de 2009 com o objetivo de avaliar respostas fisiológicas de mudas de café Catuaí Vermelho 144 à aplicação da estrobilurina piraclostrobina. O delineamento adotado foi o de blocos ao acaso com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: testemunha (T₁), piraclostrobina+metiram (T₂), piraclostrobina+metiram + silício (T₃), piraclostrobina (T₄), piraclostrobina + silício (T₅), piraclostrobina+ metiram + boscalida (T₆), hidróxido de cobre (T₇). Foram realizadas avaliações fenométricas de massa seca e taxa de crescimento de plantas. A massa seca de caule, folhas e raiz aumentou significativamente após o terceiro par de folhas para os tratamentos que receberam aplicação da estrobilurina piraclostrobina, contribuindo para o aumento da matéria seca total nestes tratamentos. Nestes tratamentos também se observou o aumento da área foliar a partir do terceiro par de folhas, onde se verifica um acréscimo superior a 25% nos tratamentos com a estrobilurina em relação à testemunha, e de 15% em relação ao hidróxido de cobre. Novamente a aplicação da piraclostrobina favoreceu as plantas na sua intensidade de cor verde (índice SPAD), o que representa, conseqüentemente, aumento nos teores de clorofila total foliar. As avaliações de taxa de crescimento absoluto e taxa de crescimento relativo mostram que a estrobilurina piraclostrobina incrementou a massa seca nos tratamentos, principalmente após o terceiro par de folhas. Também se observa que a taxa de assimilação líquida foi 18% maior em

relação ao hidróxido de cobre, e 30% maior em relação à testemunha, sugerindo uma maior capacidade fotossintética. Porém as análises de área foliar específica demonstram que apesar do maior crescimento e desenvolvimento, as folhas perderam em espessura para os tratamentos com a estrobilurina piraclostrobina. A partir destes resultados conclui-se que a estrobilurina piraclostrobina atua na fisiologia da planta de café, permitindo um maior crescimento e desenvolvimento da muda.

Palavras-chave: *Coffea arabica*; Fungicida; Efeito fisiológico; Análise de crescimento.

Abstract: The experiment was conducted in a greenhouse from May 2008 to January 2009 with the objective of evaluating physiological responses of seedlings of coffee Catuaí 144 to the application of pyraclostrobin. The study was conducted in randomized block design with seven treatments and four replications. The treatments were: control (T₁), pyraclostrobin + metiram (T₂), pyraclostrobin + metiram + silicon (T₃), pyraclostrobin (T₄), pyraclostrobin + silicon (T₅), pyraclostrobin + metiram + boscalida (T₆), copper hydroxide (T₇). Were evaluated dry mass and growth rate of plants. The dry weight of stem, leaves and roots increased significantly after the third pair of leaves to the treatments that received application of pyraclostrobin, contributing to the increase in total dry matter in these treatments. Was also observed in leaf area an increase from the third leaf, where there is an increase of over 25% to the strobilurin treatments compared to the control, and 15 % in relation to copper hydroxide. The application of pyraclostrobin favored plants in intensity of green color (SPAD), which is, consequently, an increase in leaf chlorophyll levels. Evaluations of absolute growth rate and relative growth rate showed that pyraclostrobin increased dry weight in treatments, especially after the third pair of leaves. It is also observed that the net assimilation rate was 18% higher compared to copper hydroxide and 30% higher compared to the control, suggesting a higher photosynthetic capacity. But the analysis of specific leaf area shows that despite the increased growth and development, the leaves lost in thick sheets for treatments with pyraclostrobin. The conclusion is that pyraclostrobin acts in the physiology of the coffee plant, allowing further growth and development of the seedling.

Key words: *Coffea arabica*; Fungicide; Physiological effect; Growth analysis.

Introdução

O café é uma cultura perene, explorada continuamente por longos períodos, de vinte anos ou mais, em que o plantio de mudas de boa qualidade é essencial, pois condiciona ao cafeeiro uma maior expressão do potencial genético influenciando decisivamente na formação da estrutura do sistema radicular e da parte aérea da planta. Por isso, comenta-se que um bom cafezal depende de uma boa muda (MATIELLO *et al.*, 2002).

Para Matiello *et al.* (2002), as mudas de café arábica podem ser produzidas por sementes, já que ocorre a autofecundação, reduzindo a variação e originando plantas semelhantes às plantas-mãe. Segundo Rena *et al.* (1986), o café germina lentamente, e a emergência das plantas ocorre 50 a 60 dias após a semeadura (MAESTRI; VIEIRA, 1961). Porém, segundo Rena e Maestri (1986) e Franco (1946), pode ocorrer com taxas bastante variáveis dependendo da temperatura e da remoção do pergaminho. Também para

Carvalho e Alvarenga (1979), depende da maturação do fruto e ainda da presença de partes do fruto na semente (FRANCO, 1946; MAESTRI; VIEIRA, 1961; CARVALHO; ALVARENGA, 1979).

Para Matiello *et al.* (1987), o cafeeiro é susceptível a um grande número de pragas e doenças. Segundo Matiello *et al.* (2006), as pragas e doenças são parte importante na viabilização da lavoura de café, e sem o seu devido controle, elas provocam perdas no desenvolvimento e na produtividade das lavouras.

O controle das doenças deve iniciar-se com a escolha adequada do local para instalação do viveiro, evitando baixadas úmidas e mal drenadas. O substrato utilizado no enchimento dos recipientes, a irrigação e o sombreamento, devem seguir as técnicas para a formação de mudas. O controle químico deve ser de preferência preventivo (RENA *et al.*, 1986).

Dentre os produtos utilizados para o controle químico tem se destacado o fungicida estrobilurina piraclostrobina. Como relatado por Grossmann e Retzlaff, (1997), esse produto tem proporcionado vários efeitos fisiológicos em diversas culturas como soja (*Glycine max*, L. Merrill), trigo (*Triticum aestivum* L.) e milho (*Zea mays* L.). O fungicida aumentou a atividade da enzima Nitrato-Redutase de acordo com Dourado Neto e Oliveira (2005) com conseqüente aumento da produtividade (FAGAN, 2007).

Além do uso da Piraclostrobina, a aplicação de silício é uma técnica promissora na agricultura brasileira por proporcionar o controle de doenças. O silício é um elemento que se concentra na epiderme das folhas de algumas culturas. Ele forma uma barreira física promovendo resistência ao ataque de fungos nas células e também dificulta o ataque de insetos sugadores e mastigadores, podendo diminuir os danos causados às plantas (KORNDORFER *et al.*, 2001; YOSHIDA, 1975).

Portanto, fatores que afetam a atividade da enzima nitrato redutase e na taxa assimilatória líquida em plantas jovens de café podem afetar o crescimento radicular e conseqüentemente da planta (RENA *et al.*, 1986).

Contudo, estudos sobre crescimento e desenvolvimento das mudas tratadas com esses produtos são necessários, tendo em vista que mudas mais vigorosas, com sistema radicular mais desenvolvido e com maior eficiência na utilização de nutrientes, poderiam aumentar o desempenho destas após o plantio e reduzir as perdas provocadas por estresses bióticos e abióticos.

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e o desenvolvimento de mudas de café tratadas com o fungicida piraclostrobina e silício em aplicações foliares.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em viveiro de mudas na Fazenda Dona Neném, em Presidente Olegário-MG, situada na região intermediária às regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com 1050 m de altitude, em solo classificado como Latossolo Vermelho.

A espécie utilizada foi *Coffea arabica* variedade Catuaí vermelho 144, origem IAC. Essa variedade apresenta como características porte baixo; internódios curtos; ramificação secundária abundante; frutos vermelhos de maturação média a tardia; sementes de tamanho médio; e suscetibilidade à ferrugem. Indicada também para plantios adensados e/ou em renque, é uma das cultivares mais plantadas no Brasil.

A semeadura foi realizada manualmente no dia 10 de maio de 2008, com sementes coletadas de plantas vigorosas e produtivas da variedade Catuaí 144, do parque cafeeiro da Fazenda Dona Neném, no município de Presidente Olegário-MG, e preparadas na própria fazenda. Os recipientes utilizados foram sacolas plásticas com medida 15x25 cm e 0,06mm de espessura, com volume de 1,8 litros de substrato. Foram semeadas duas sementes por recipiente para posterior desbaste.

O substrato foi preparado com 75% de terra peneirada de horizonte B do perfil de um latossolo vermelho e 25% de composto orgânico proveniente de confinamento de gado de corte. Também foi acrescido Calcário Dolomítico (0,2%) Cloreto de Potássio (0,1%), Superfosfato simples (0,5%) e termofosfato magnésiano Yoorin Máster II (0,2%).

Os recipientes foram colocados em canteiros cobertos com palha seca para garantir uma boa umidade e condição de temperatura e luminosidade para a germinação das sementes. Aproximadamente 70 dias após semeadura, os canteiros foram descobertos e o viveiro coberto com sombrite de 50% de transmissão de luz, para garantir a luminosidade ideal para crescimentos das mudas. Para o controle de pragas, foram utilizados os inseticidas cartap e novaluron. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente.

O experimento foi constituído de 20 parcelas. Cada parcela apresentou 220 sacolas, dispostas em canteiro de 1,2 m de largura por 2,0 m de comprimento, contabilizando uma área total de 2,4 m². Cada canteiro apresentou espaçamento de 0,4 m entre si. A área total do experimento foi de 84 m². O experimento foi disposto em delineamento de blocos ao acaso (DBC) e constituído por sete tratamentos (fungicidas + controle) e quatro repetições (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos aplicados em mudas de café cultivar Catuaí Vermelho 144. Patos de Minas, MG, 2008.

Tratamentos	Produto	i.a.*	Dosagem**
T ₁	Testemunha	Água	200 L ha ⁻¹
T ₂	Cabrio Top	Piraclostrobina+ Metiram	0,3%
T ₃	Cabrio Top + Sili K	Piraclostrobina +Metiram + Silício	0,3% + 0,5%
T ₄	Comet	Piraclostrobina	0,15% + 0,5%
T ₅	Comet + Sili K	Piraclostrobina + Silício	0,15% + 0,5%
T ₆	Cabrio Top + Cantus	Piraclostrobina +Metiram +Boscalida	0,3% + 0,03%
T ₇	Kocide	Hidróxido de cobre	0,15%

* Ingrediente Ativo ** Dosagem de produto comercial

Foram realizadas aplicações sequenciais dos tratamentos compreendidas nos estádios orelha-de-onça, primeiro par definitivo de folhas, segundo par definitivo de folhas e terceiro par definitivo de folhas, segundo escala fenológica proposta por Santinato e Silva (2001) e Matiello *et al.* (2005), coincidindo vinte dias de intervalo entre cada aplicação e totalizando quatro aplicações em cada tratamento.

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado um pulverizador costal mecânico, com ponta de aplicação do tipo cone vazio conejet 0,3 e pressão de 3 kgf/cm² na barra de pulverização.

Para determinação de fitomassa seca de folha, raiz e caule foram realizadas coletas quinzenais após cada aplicação, sendo retiradas duas plantas por parcela, totalizando oito plantas por tratamento. No momento da coleta, 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 65°C, até massa constante. O somatório de todos os órgãos resultou na fitomassa seca total (FST).

A área foliar foi determinada, retirando-se discos das folhas das mudas levados à estufa até massa constante. Correlacionando-se a massa dos discos de área conhecida com a massa total das folhas, foi possível determinar a área foliar de cada planta.

Foi determinado o índice SPAD em folhas, utilizando-se um medidor portátil de clorofila (clorofilômetro marca Minolta, modelo SPAD-502), que permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la. Os valores de SPAD refletem os teores relativos de clorofila e são calculados a partir de certa quantidade de luz emitida pelo instrumento e refletida pela folha (SALLA *et al.*, 2007).

As avaliações da taxa de crescimento absoluto (TCA) foram realizadas utilizando-se a metodologia de Benincasa (2003) definida pela expressão: $[TCA = (P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)]$, em que P_2 e P_1 são as biomassas secas de duas amostragens sucessivas, e t_2 e t_1 são os dias decorridos entre as duas observações.

A taxa de crescimento relativo $[TCR = (LnP_2 - LnP_1)/(t_2 - t_1)]$; taxa de assimilação líquida $[TAL = [(P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)] * [LnA_2 - LnA_1] / (A_2 - A_1)]$, em que A_2 e A_1 são as áreas foliares de duas amostragens consecutivas; razão de área foliar $[RAF = (\text{área foliar} / \text{biomassa total})]$; área foliar específica $[AFE = (\text{área foliar} / \text{biomassa das folhas})]$ (BENINCASA, 2003).

Os dados analisados foram submetidos à análise de variância e as médias analisadas foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

Resultados e discussão

Os parâmetros fenométricos analisados apresentaram melhores resultados nos tratamentos que receberam a aplicação da estrobilurina piraclostrobina (T_2 , T_3 , T_4 , T_5 , T_6) após a terceira aplicação (Figuras 2 a 9).

Quanto ao crescimento radicular, as plantas tratadas com piraclostrobina foram superiores às demais após a terceira aplicação, demonstrado pela maior quantidade de matéria seca acumulada (Figura 2B e 2D). A adição de silício no tratamento T₃ e T₅ e boscalida no tratamento T₆ não influenciou significativamente a fitomassa seca de raiz (FSR) em comparação com o tratamento T₄, sugerindo que este aumento é resultado da aplicação da estrobilurina. A diferença entre os tratamentos foi mais acentuada aos 15 dias após a quarta aplicação com superioridade média de 30 e 100% (Tratamentos T₂ a T₆) em relação aos tratamentos T₇ e T₁, respectivamente (Figura 2D).

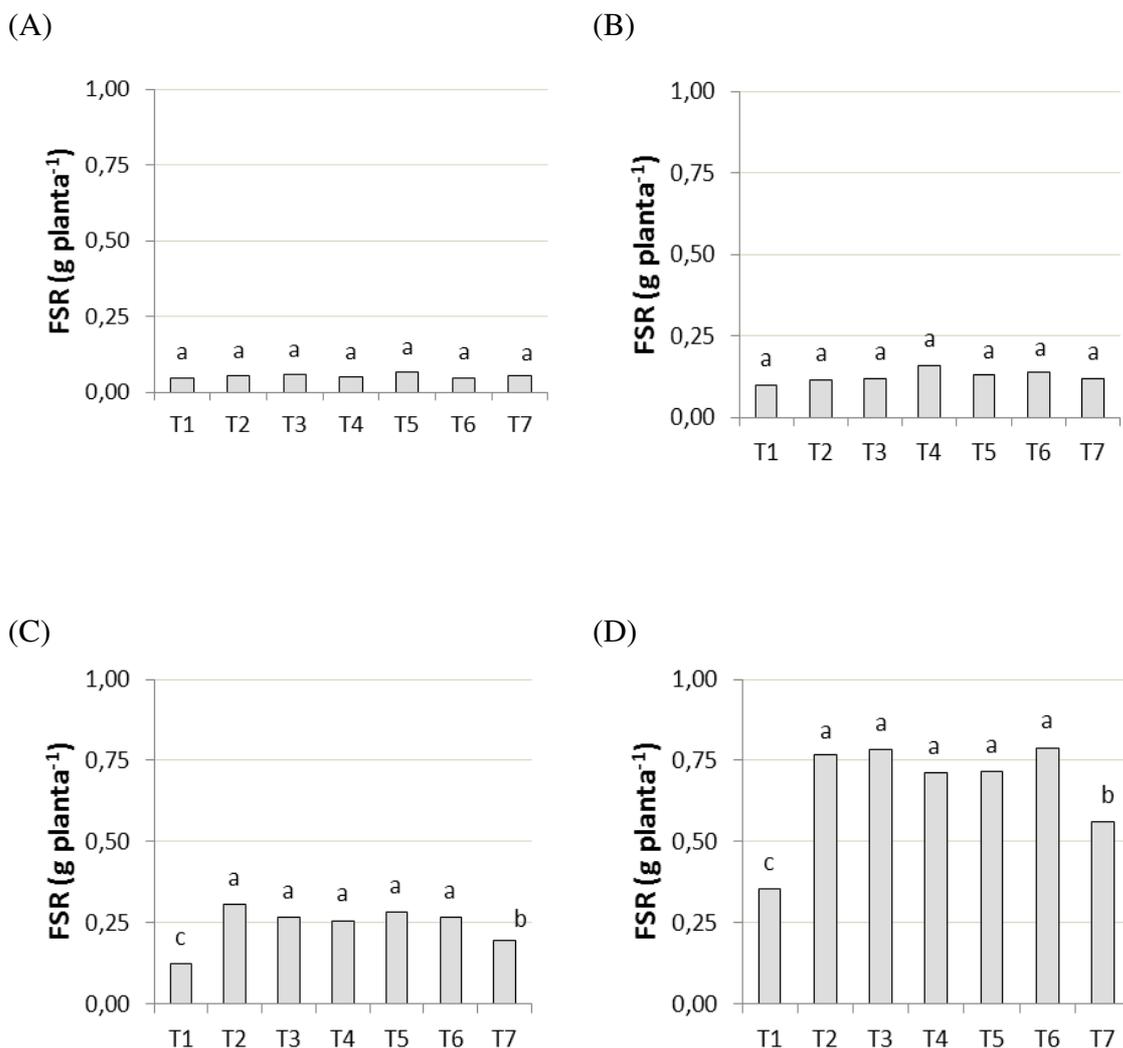
Esses resultados são relevantes, pois quando o teor de carboidratos é maior do que as exigências do crescimento, as raízes armazenam estas substâncias sob a forma de amido (NUTMAN, 1933; BECKLEY, 1935 apud Rena *et al.*, 1986).

Analisando o crescimento de caule, nota-se comportamento similar ao observado para fitomassa seca de raízes (Figura 3). Nesta última, a média dos tratamentos com piraclostrobina foi 50% superior aos demais.

Para culturas em geral, o acúmulo de fitomassa seca no caule pode ser uma importante característica, pois parte desta fitomassa pode ser remobilizada, principalmente em períodos de estresse (VAN KEULER; WOLF, 1986; CHAVES, 2002). Para mudas de café, este acúmulo pode ser importante para a sustentação da planta e formação de ramos produtivos.

Com relação à fitomassa seca em folhas (FSF), esta também foi influenciada pelo tratamento com piraclostrobina. Estas mudas apresentaram folhas maiores e, portanto, com maior capacidade fotossintética, contribuindo para o desenvolvimento inicial das mudas. No momento do plantio, estas mudas apresentaram média de FSF 40% superior à média dos demais tratamentos (Figura 4).

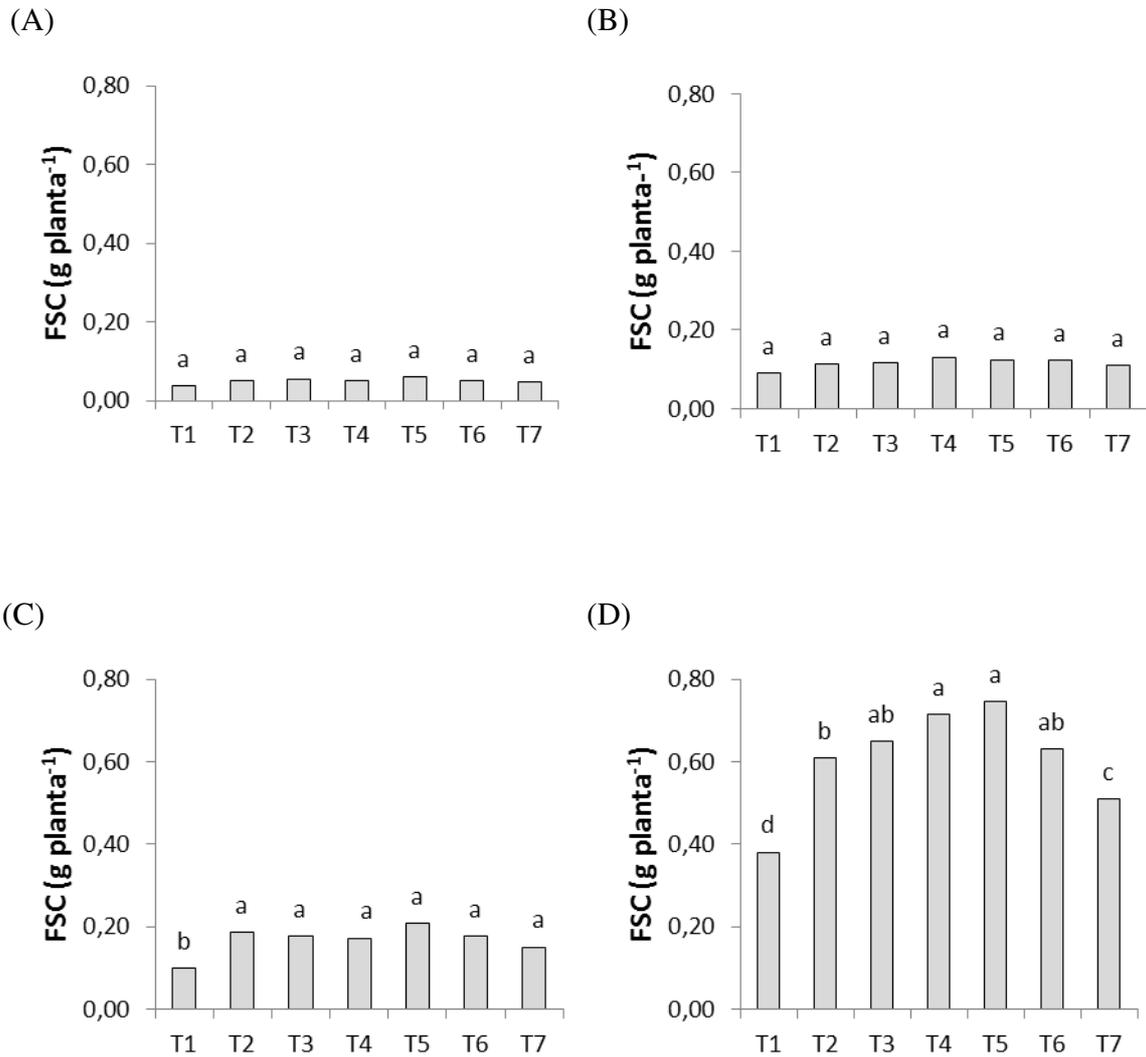
Esse efeito tem sido atribuído às alterações fisiológicas ocasionadas pelo fungicida, a qual tem favorecido o crescimento e desenvolvimento de várias culturas (GROSSMANN; RETZLAFF, 1997; BRYSON *et al.*, 2000). Devido à inibição na cadeia transportadora de elétrons, ocorre acidificação no citoplasma, aumentando assim a atividade da enzima nitrato redutase e, conseqüentemente, a assimilação de nitrogênio (GLAAB; KAISER, 1999).



cv. 12,83%

Figura 2. Fitomassa seca de raiz (FSR) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

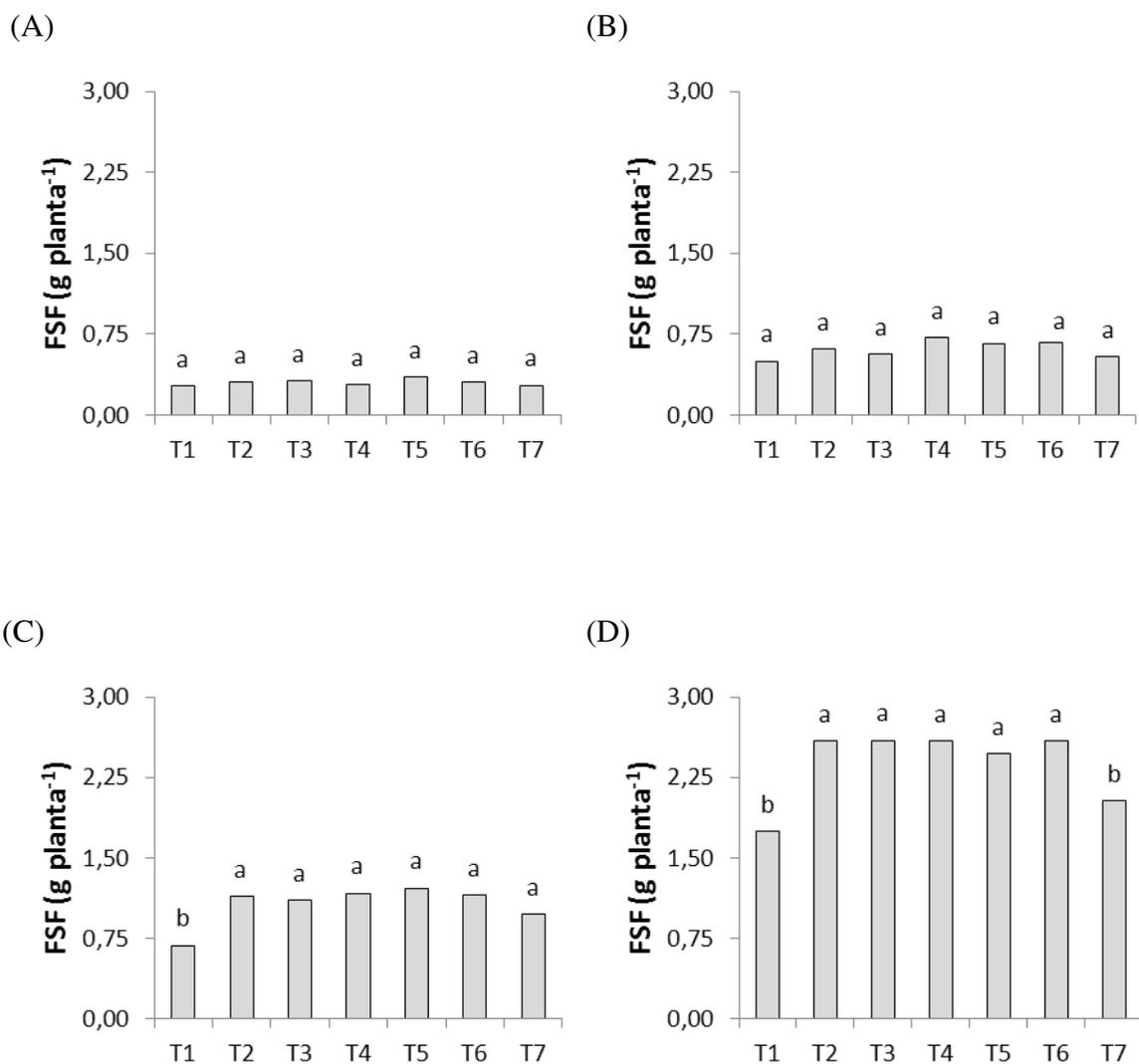
* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro



cv. 11,63%

Figura 3. Fitomassa seca de caule (FSC) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

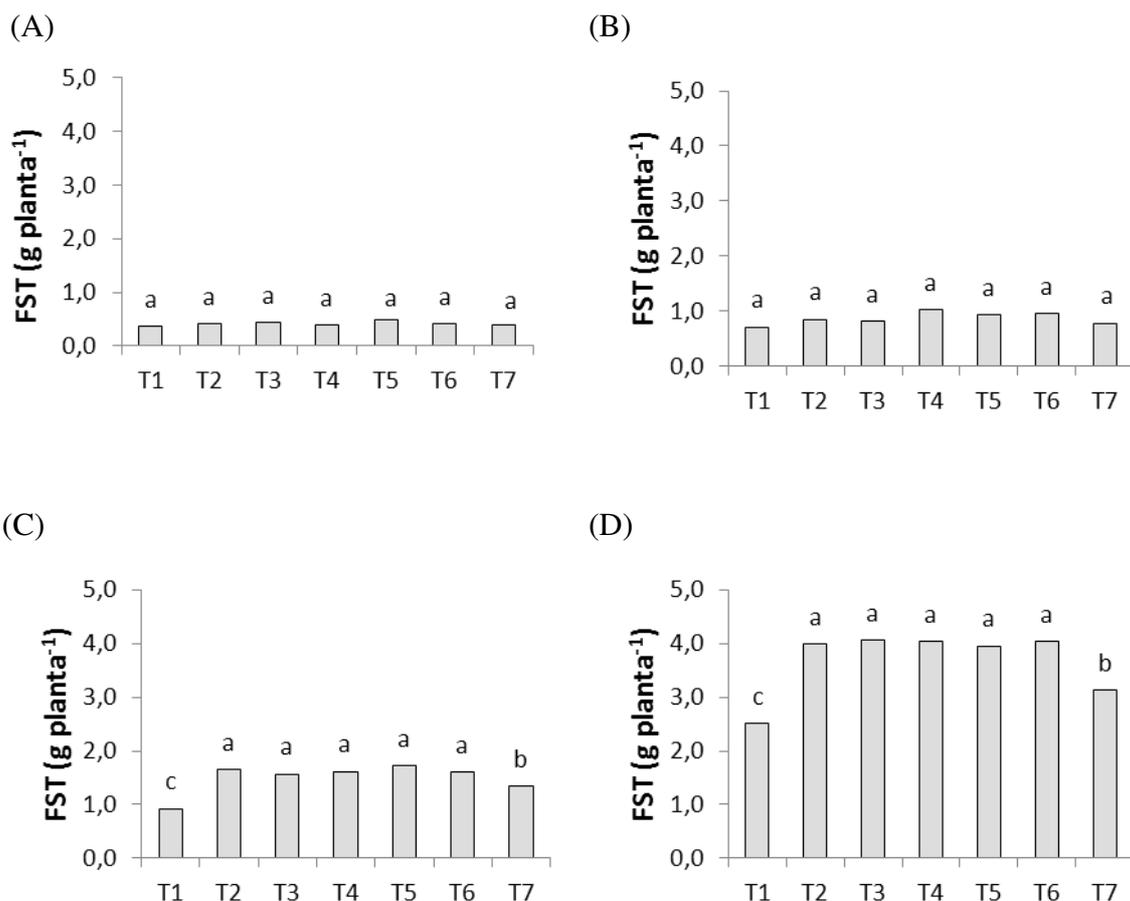


cv. 11,2%

Figura 4. Fitomassa seca de folhas (FSF) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

A fitomassa seca total (FST), observada para os tratamentos com a piraclostrobina, aumentou significativamente (Figura 5). Na quarta avaliação, a média de FST nestes tratamentos foi 60% superior em relação à testemunha tratamento T1 e aproximadamente 25% superior à aplicação de hidróxido de cobre tratamento T7. Os valores corroboram com os resultados obtidos por Fagan (2007), que diz que a piraclostrobina atua principalmente na taxa de assimilação de carbono e nitrogênio e na partição de fitomassa seca em soja (*Glycine max*, L. Merrill).



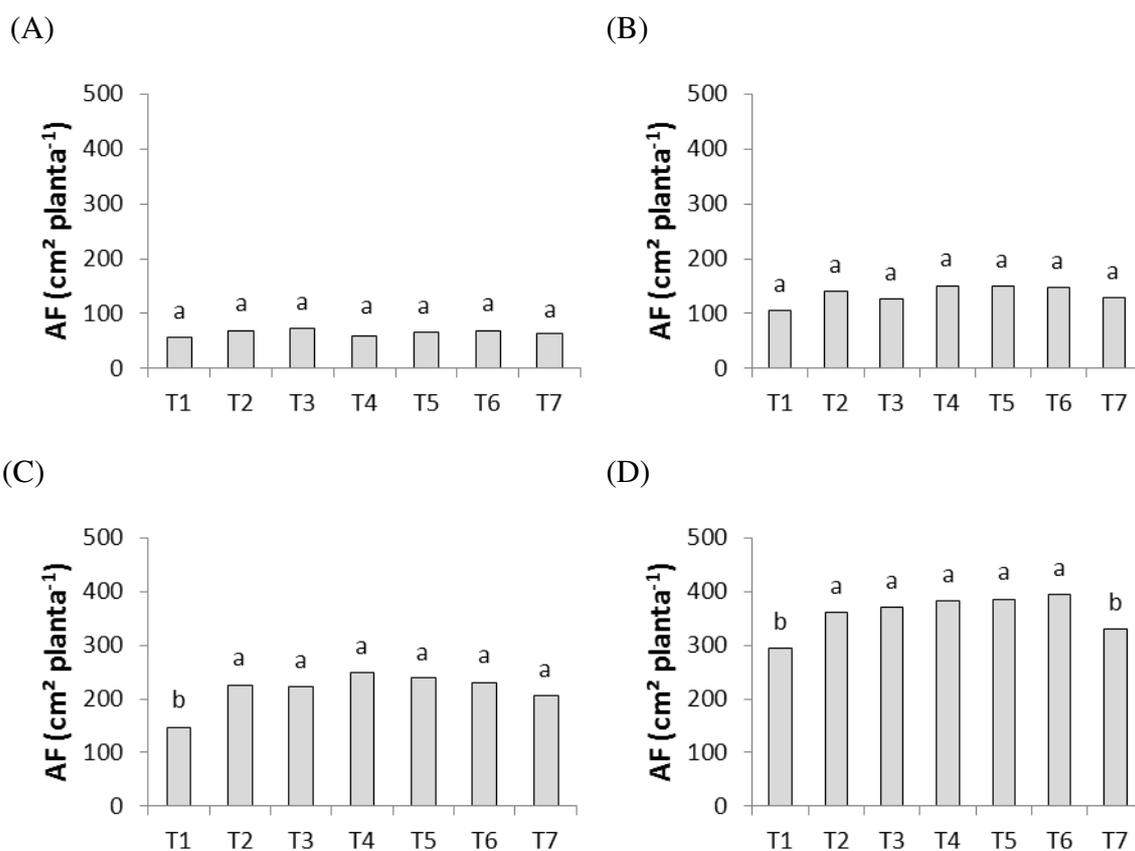
cv. 8,85%

Figura 5. Fitomassa seca de total (FST) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T1), Piraclostrobina+Metiram (T2), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T3), Piraclostrobina (T4), Piraclostrobina + Silício (T5), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T6), Hidróxido de cobre (T7), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

O aumento da matéria seca em folhas (Figura 4D) pode ser observado proporcionalmente com relação ao aumento da área foliar (Figura 6D). A piraclostrobina proporcionou um aumento médio de 30% da área foliar em relação à testemunha e de 15% em relação ao hidróxido de cobre.

Segundo Ibarra (1985) e Jorge, e Gonzalez (1997), a área foliar é um índice importante em estudos sobre crescimento vegetal, pois uma vez que o metabolismo da planta é ativado, ocorre o crescimento das folhas, incrementando o acúmulo de matéria seca, aumentando a capacidade fotossintética potencial e consequentemente os rendimentos da cultura.



cv. 15,02%

Figura 6. Área foliar (AF) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇), aos quinze dias após a primeira aplicação (A), quinze dias após a segunda aplicação (B), quinze dias após a terceira aplicação (C) e aos quinze dias após a quarta aplicação (D). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

Os tratamentos à base da estrobilurina piraclostribina também ocasionaram aumento no índice SPAD. Plantas que recebem este fungicida aumentam a produção de citocininas, o que conseqüentemente incrementaria o efeito verde e possivelmente aumentaria a força drenó da planta, devido à ação da citocinina na invertase extracelular.

De acordo com Bertelsen *et al.* (2001 *apud* Fagan, 2007), a retenção da área foliar é um dos principais efeitos das plantas tratadas com estrobilurinas, devido ao aumento na produção de citocininas. As citocininas atuam na distribuição de fotoassimilados por regular a enzima invertase ligada à parede celular (NAGEL *et al.*, 2001 *apud* FAGAN, 2007). Concentrações maiores de citocina provocam a menor degradação de clorofilas e carotenóides (QUIRINO *et al.*, 2000).

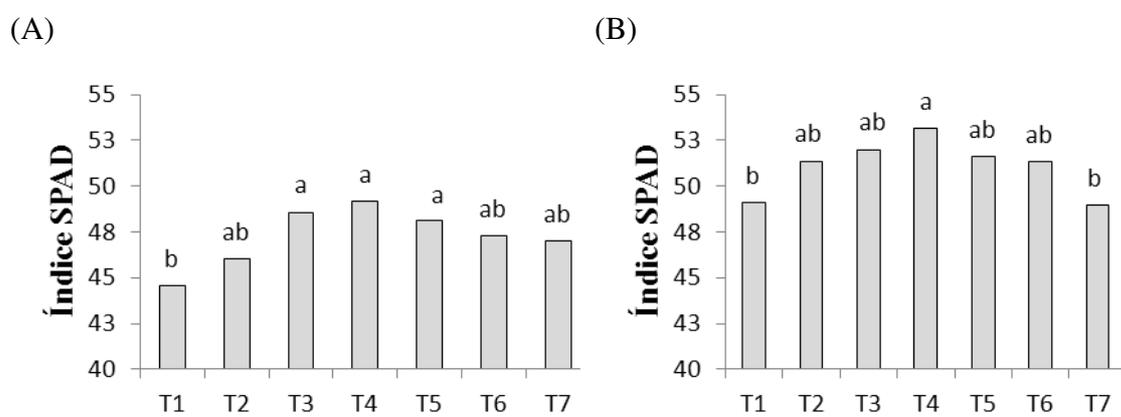


Figura 7. Índice SPAD de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇), aos quinze dias após a primeira aplicação (A) e quinze dias após a segunda aplicação (B). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

O aumento da fitomassa seca de folhas (Figura 4D) da área foliar (Figura 6D) e do índice SPAD (Figura 7) nos tratamentos com estrobilurina refletem diretamente o aumento da taxa de assimilação líquida (TAL) das plantas, que é o incremento de material vegetal por unidade de área foliar e de tempo. A TAL foi 18% maior para os tratamentos com piraclostrobina em relação ao hidróxido de cobre e 30% maior em relação à testemunha (Figura 8B).

Fujise e Tsuno (1962) dizem que a atividade fotossintética por unidade de área foliar é a principal contribuidora para a TAL; por este aspecto é importante manter uma alta atividade fotossintética pelo maior período de tempo possível.

Devido aos incrementos provocados pelo tratamento com fungicida nas variáveis mencionadas acima, pode-se dizer que a piraclostrobina influenciou diretamente a taxa de crescimento absoluto (TCA) das plantas de café (Figura 8A). Os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina tiveram em geral valores de TCA 25% maiores que o tratamento com hidróxido de cobre e 42% maiores que a testemunha.

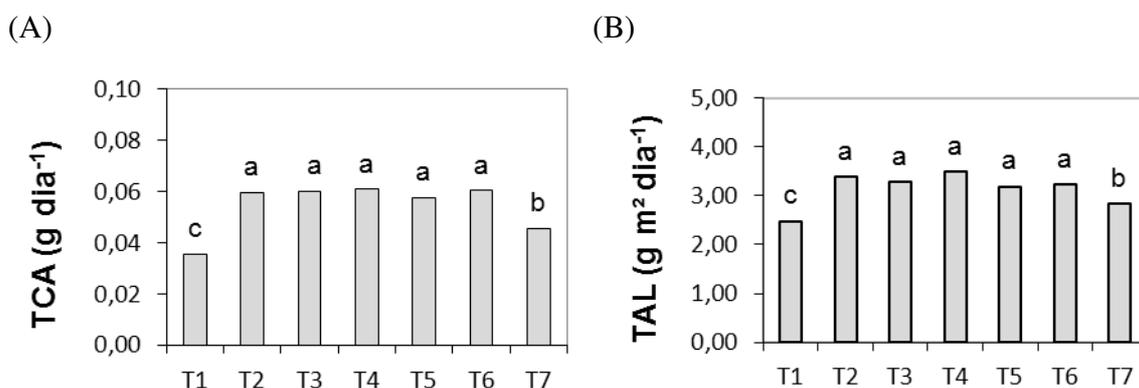


Figura 8. (A) Taxa de Crescimento absoluto (TCA) e (B) taxa de assimilação líquida (TAL) de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: Testemunha (T₁), Piraclostrobina+Metiram (T₂), Piraclostrobina+Metiram + Silício (T₃), Piraclostrobina (T₄), Piraclostrobina + Silício (T₅), Piraclostrobina+ Metiram + Boscalida (T₆), Hidróxido de cobre (T₇). UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

Os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina apresentaram uma menor área foliar por unidade de matéria seca acumulada, indicando uma maior eficiência na utilização da área foliar e expressando o maior crescimento da planta (Figura 9A). A razão de área foliar (RAF) é um componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total, ou a área foliar útil para fotossíntese. Na verdade, indica a área foliar que está sendo usada pela planta para produzir um grama de matéria seca (BENINCASA, 2003).

Na a figura 9B, verifica-se que a área foliar específica (AFE) foi menor para os tratamentos que receberam a aplicação da piraclostrobina. A AFE indica a espessura foliar, e segundo Scott e Batchelor (1979), as folhas não expandem as mesmas taxas em que o crescimento progride, principalmente sobre um estímulo de crescimento.

A mistura de silício junto à piraclostrobina não influenciou a espessura da folha, sugerindo que plantas de café não acumulam silício na parede celular. Bursleim *et al.* (1996) dizem que a aplicação de silício em plantas acumuladoras deste elemento age mais positivamente sobre a produção de biomassa do que no tamanho da folha. Porém Miyake e Takahashi (1985) dizem que plantas não acumuladoras de silício caracteri-

zam-se por um baixo teor do elemento, mesmo com altos níveis de Si no meio, indicando um mecanismo de exclusão.

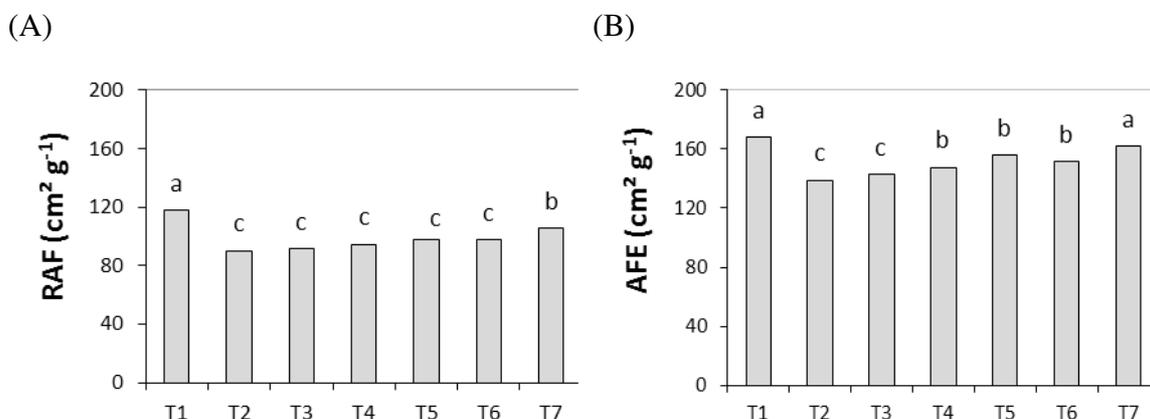


Figura 9. (A) Razão de área foliar (RAF) e (B) área foliar específica de mudas do cafeeiro Catuaí 144 em resposta à aplicação dos tratamentos: vide Tabela 1. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2009.

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

Conclusões

As mudas de café Catuaí 144 tratadas com piraclostrobina apresentaram maior atividade fisiológica, permitindo um maior crescimento e desenvolvimento da muda, além do aumento do sistema radicular.

A piraclostrobina se mostrou eficiente, quando usada em separado com o produto Comet e em mistura pronta através do produto Cabrio Top e também nas misturas com Cantus e Sili K.

O silício não proporcionou alterações fisiológicas e morfológicas nas mudas de café.

Referências

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BRYSON, R.J.; LEANDRO, L.; JONES, D.R. The physiological effects of kresoxim-methyl on wheat leaf greenness and the implication for crop yield. In: **Proceedings of the Bright-**

on **Crop Protection Conference: Pests and Diseases**, 2000, Farnham. Proceedings Farnham: British Crop Protection Council, p. 739-747, 2000.

BURSLEIM, D.F.R.; GRUBB, P.J.; TURNER, I.M. Responses to stimulated drought and elevated nutrient supply among shade-tolerant tree seedlings of lowland tropical forests in Singapore. **Biotropica**. Switzerland, v. 28, p. 636–648, 1996.

CARVALHO, M. M.; ALVARENGA, G. Determinação do estágio de desenvolvimento mínimo do fruto do cafeeiro (*Coffea arabica*), para a germinação. In: **Congresso Brasileiro de pesquisas cafeeiras**, 7. Araxá, 1979. Resumos. Rio de Janeiro, IBC/gerca, p. 118-119. 1979.

CHAVES, M.M.; PEREIRA, J.S.; MAROCO, J.P.; RODRIGUES, M.L.; RICARDO, C.P.P.; OSÓRIO, M.L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field: photosynthesis and growth. **Annals of Botany**. London, v. 89, p. 907-916, 2002.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F. F500 em soja e milho – Efeitos fisiológicos comprovados. **Atualidades Agrícolas, BASF**. São Paulo, p. 12-16, 2005.

FRANCO, C. M. **Influência do pergaminho sobre a germinação de sementes de café**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1946. 7p. (Relatório da seção de fisiologia)

FUJISE, K.; TSUNO, Y. Study on the dry matter production of sweet potato. I. Photosynthesis in the sweet potato with special reference to measuring of intact leaves under natural conditions. **Proceedings Crop Science Society of Japan**. Tokio, v. 13, p. 145-149, 1962.

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

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim methyl in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Pesticide Science**. Oxford, v. 50, p. 11-20, 1997.

IBARRA R., W.E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero** (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Maracay, 1985. 112p. Tesis de grado – Facultad de Agronomía, U.C.V.

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**. Havana, v. 27, n. 1, p. 123-126, 1997.

KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G.H.; UCHOA, G.; DATNOFF, L.E. Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production. **Journal of Plant Nutrition**. New York, v. 24, p. 1071-104, 2001.

MAESTRI, M.; VIEIRA, C. Nota sobre a redução da porcentagem de germinação de sementes de café (*Coffea arabica* L. var. bourbon), por efeito do ácido giberélico. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 11, p. 247-249, 1961.

MATIELLO, J. B.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S.R. Adubos, corretivos e defensivos para a lavoura cafeeira. Varginha: MAPA/PROCAFÉ/EMBRAPA-Café, 2006. 89 p.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; CAMARGO, A.P.de *et al.* A moderna cafeicultura nos cerrados. Rio de Janeiro: IBC, 1987. 148p.

MATIELLO, J.B; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDEZ, D.R. **Cultura do café no Brasil**: novo manual de recomendações. Rio de Janeiro/ Varginha: MAPA/PROCAFÉ, 2002. 434p.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil**: novo manual de recomendações. Varginha: PROCAFÉ, 2005. 438p.

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

QUIRINO, B. F.; NOH, Y. S.; HIMELBLAU, E.; AMASINO, R. M. Molecular aspects of leaf senescence. **Trends Plant Science**. London, v. 5, n. 7, p. 278-282, July 2000.

RENA, A.B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do Cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba-SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.440p.

SALLA, L.; RODRIGUES, J.C.; MARENCO, R.A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Nota Científica RBB**, Vol. 5, n. S2, 2007 Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/174/163> > Acesso em: 10 jun. 2008.

SANTINATO, R.; SILVA, V.A. **Tecnologias para produção de mudas de café**. Belo Horizonte: O Lutador, 2001. 116p.

SCOTT, H. D., BATCHELOR, J. D. Dry weight and leaf area productions rates of irrigated determinate soybeans. **Agronomy Journal**, v. 17, n. 5, p. 776-7782, 1979.

SILVA, J. E. da; SANT'ANNA, R.; FERREIRA, L. G. R. Influência da temperatura sobre a translocação axial de fotoassimilados e na formação de lesões no caule de cafeeiros (*Coffea arabica* L.). **Revista Ceres**. Viçosa, v. 23, p. 209-221, 1976.

VAN KEULER, H.; WOLF, J. **Modelling of agricultural production**: weather, soils and crops. Pudoc: Wageningen, 1986, 478p.

YOSHIDA, S. The physiology of silicon in rice. In: Taipei: Food and Fertilization Technology Center, 1975. **Technical Bulletin**, 25.

Disponibilidade de P em latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros

Availability of P in clayish latosol after incubation of triple super phosphate coated with polymers

*Lucas Ferreira de Souza*¹; *Carlos Henrique Eiterer de Souza*²;
*Vanessa Junia Machado*²; *Cristiano Gonçalves Caixeta*¹;
*Vinícius José Ribeiro*³; *Jackeline de Siqueira Castro*⁴

¹ Engenheiro Agrônomo pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: cristiano.ag2009@hotmail.com.

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).
e-mail: carloshenrique@unipam.edu.br; vanessajm@unipam.edu.br.

³ Mestrando em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), ES.
e-mail: vj.ribeiro@yahoo.com.br.

⁴ Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG. e-mail: jackelinesiqueiracastro@yahoo.com.br.

Resumo: Os solos sob cerrado, devido ao intenso processo de intemperismo, principalmente os latossolos, promovem uma maior adsorção e fixação de fósforo, o que limita a produtividade das culturas nessas áreas. Para aumentar a eficiência de fertilizantes fosfatados tem-se empregado novas tecnologias, dentre elas, o revestimento dos fertilizantes com produtos à base de polímeros sintéticos ou naturais. O trabalho teve como objetivo avaliar a disponibilidade de P em latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros. O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Fertilidade do Solo do UNIPAM (CeFert), onde foi utilizado um latossolo vermelho de textura argilosa, coletado na profundidade de 0 – 20 cm. O delineamento em DBC com fatorial 2x7, sendo duas fontes (superfosfato triplo com e sem revestimento polimerizado) e sete tempos (60, 50, 40, 30, 20, 10 e 0 dias antes da semeadura), de incubação de fertilizante no solo, em 4 blocos. Ao final do período de incubação, foram cultivadas plantas de milho por 20 dias após a emergência. Em seguida, as plantas foram coletadas e avaliadas conforme o seguinte: altura de planta, SPAD, massa seca de raiz e parte aérea, P-disponível por Meh-1 e o teor de P na folha. Após a incubação, a fonte superfosfa-

to triplo com revestimento polimerizado (POL) foi superior à fonte superfosfato triplo não revestido com polímeros (SFT) para altura de planta, aos 50 e 60 dias. Não foi observado efeito das fontes para produção de matéria seca da parte aérea e raiz. Em SPAD houve diferença para os tempos de 0, 30, 40 e 60 dias; entretanto para fornecimento do POL houve maiores teores de P-disponível no solo após o cultivo, ou seja, obteve-se melhor residual de P no solo e no teor P foliar aos 20 dias após a incubação, quando a adubação de POL se apresentou superior à SFT.

Palavras-chaves: Fertilizantes de liberação lenta; Adubos fosfatados; P-disponível.

Abstract: The cerrado soils, due to intense weathering process, mainly oxisols, promote greater adsorption and fixation of phosphorus, which limits the crop productivity in these areas. To increase the efficiency of phosphate fertilizers, new technologies have been employed, among them, the coating of fertilizer products made from natural or synthetic polymers. The study aimed to assess the availability of P in oxisols after incubation of triple superphosphate coated with polymers. The experiment was conducted at the Analytical Laboratory of Soil Fertility of UNIPAM (CeFert), where we used a red clayey Oxisol collected from a depth of 0 - 20 cm. The randomized blocks design was a factorial 2x7 with two sources (triple superphosphate with and without coating polymerized) and seven times (60, 50, 40, 30, 20, 10, and 0 days before sowing) incubation of fertilizer in the soil, in 4 blocks. At the end of the incubation period, were cultivated maize plants for 20 days after emergence. Then, the plants were collected by performing the following ratings: plant height, SPAD, dry mass of roots and shoots, available P content by Meh-1 and P content in the leaf. After incubation, the source Triple superphosphate coated (POL) was superior to triple superphosphate source uncoated polymers (SFT) for plant height at 50 and 60 days. No effect was observed for sources of dry matter production of shoot and root. In SPAD, occurred difference for 0, 30, 40 and 60 days, however for providing POL showed higher levels of P-available in soil after cultivation, in other words, had the best residual P in soil P and P content in leaf 20 days after incubation.

Key-words: slow release fertilizers; phosphate fertilizers; P available.

Introdução

A maioria dos solos brasileiros é deficiente em fósforo e, portanto, responde à adubação fosfatada. Os estudos de Raij *et al.* (1982) revelam deficiência generalizada de P disponível nesses solos, ocorrendo casos em que não se consegue produção das culturas sem aplicação desse nutriente, como ocorre, por exemplo, nos cerrados da região Centro-Oeste.

Em condições tropicais, diferentes autores têm relatado o P como o nutriente mais limitante da produtividade em diversas culturas (NOVAIS; SMYTH, 1999; BASTOS *et al.*, 2008; BENEDITO *et al.*, 2010; SANTOS *et al.*, 2011). Esse fato é explicado pela carência de P nos solos, tanto em consequência do material de origem quanto da forte interação do P com o solo (RAIJ, 1991): menos de 0,1% desse nutriente encontra-se na solução do solo (FARDEAU, 1996).

Mesmo absorvido em menores quantidades, o P exerce função-chave no metabolismo das plantas, uma vez que tem atividade em processos como formação de proteínas, divisão celular, fotossíntese, armazenamento de energia, respiração e fornecimento de energia (TAIZ; ZEIGER, 2004). Segundo Marschner (1995), o nutriente é indis-

pensável para o completo ciclo das plantas, influenciando de modo particular no crescimento de raízes. Assim, é importante na formação do estande de plantas, posteriormente no suprimento iônico e hídrico, e no metabolismo envolvido nos fatores de produção, como enchimento de grãos e armazenamento de compostos de reserva nas plantas (KORNDÖRFER, 2004).

Em solos tropicais, principalmente os sob cerrado, geralmente as doses de P recomendadas são altas, em função da baixa eficiência dos fertilizantes, que varia entre 20% e 35% de aproveitamento desse nutriente pelas culturas (FINCK, 1992; NOVAIS; SMYTH, 1999; SOUSA; LOBATTO, 2002; NICOLINI, 2009; TRENKEL, 2010). Isso decorre da alta capacidade de fixação do P adicionado ao solo através de mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade para as plantas (NOVAIS *et al.*, 2007).

Para melhorar a eficiência da prática de fertilização, a pesquisa desenvolveu a tecnologia dos fertilizantes encapsulados, cuja liberação de nutrientes é gradual ou lenta (SHAVIV, 1999), ao contrário dos fertilizantes tradicionais, os quais são recobertos por substâncias orgânicas, inorgânicas ou resinas sintéticas. Além disto, o processo de encapsulamento dos fertilizantes influi diretamente no mecanismo e intensidade de liberação dos nutrientes (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2003), com a finalidade de disponibilizá-los para as culturas por maior período de tempo e otimizar a absorção pelas plantas, reduzindo perdas (ZAVASCHI, 2010).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a disponibilidade de P em latossolo argiloso após incubação de doses de superfosfato triplo revestido com polímeros.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Fertilidade do Solo (CeFert) e na casa de vegetação localizada no Campus do Centro Universitário de Patos Minas, MG (UNIPAM).

O solo foi coletado a uma profundidade de 0-20 cm localizado a 5 km da BR-365, no trecho entre Patos de Minas e Patrocínio – Km 418, nas seguintes coordenadas geográficas: 18°43'422" S e 46°32'606" W.

Depois de coletado o solo, este foi seco ao ar e peneirado em uma peneira de 0,2 mm. Após estes procedimentos foi realizada análise para caracterização química e física dos solos (Tabela 1 e 2), determinando os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Al^{3+} trocáveis; acidez potencial por acetato de cálcio; matéria orgânica total (MOS) por titulometria; P-assimilável por Mehlich-1, P-remanescente, e pH em água. Para análise física de textura do solo foi utilizado o método de Pipeta, conforme a metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Tabela 1. Caracterização química do solo utilizado para montagem do ensaio experimental. Patos de Minas, UNIPAM, MG, 2012.

pH	M.O.	P	K	P-rem	Ca	Mg	(H+Al)	SB	T
H ₂ O	dag dm ⁻³ mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³
5,84	3,41	1,36	153,0	5,98	1,79	0,75	2,74	2,93	5,67

pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial, matéria orgânica total (MOS) por titulometria, segundo metodologia Embrapa (1997).

Tabela 2. Caracterização física do solo utilizado para montagem do ensaio experimental. Patos de Minas, UNIPAM, MG, 2012.

Argila	Areia	Silte
..... g Kg ⁻¹		
658	112	230

Análise textural pelo Método da pipeta conforme metodologia proposta por Embrapa (1997).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em um esquema fatorial 2x7, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por 7 tempos (60, 50, 40, 30, 20, 10 e 0 dias após a incubação de 100 mg dm⁻³ P₂O₅) e duas fontes de superfosfato triplo (com e sem revestimento de polímeros).

Para o experimento, as amostras de solo foram colocadas em vasos de 0,5 dm³, realizando as aplicações dos fertilizantes fosfatados nos tempos determinados. Os vasos após a adubação foram mantidos próximos à umidade de capacidade de campo, determinada pelo método do torrão, conforme a metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Os fertilizantes foram peneirados em peneira de 2,0 mm para homogeneização antes da aplicação dos tratamentos, sendo a dose utilizada (100 mg dm⁻³ de P₂O₅) incorporada ao volume total de cada vaso.

Após o final do período de incubação dos fertilizantes, foram semeadas 3 sementes por vaso de um híbrido comercial de milho (STATUS VIP®). Após a emergência das plântulas, foi realizado o desbaste conduzindo uma planta por vaso.

As adubações para cultura do milho seguiram as recomendações propostas por CFSEMG (1999), aplicando-se todos os nutrientes necessários, menos o fósforo. As adubações foram realizadas com intervalo de 5 dias, divididas em 4 vezes, sendo a primeira realizada na ocasião da semeadura. A dose por vaso foi de 150 mgdm⁻³ de N e 120 mg dm⁻³ de K₂O, usando-se como fontes ureia (45% N) e cloreto de potássio (58% de

K₂O). Como fonte de micronutrientes, foram aplicados 30 mLdm⁻³, em períodos regulares de 5 dias de solução de micronutrientes com Fe EDTA (16,04% Fe), H₃BO₃ (17,48% B), MnSO₄ (36,39 % Mn), ZnSO₄ (22,73% Zn), CuSO₄ (25,44% Cu) e (NH₄)₆Mo₇O₂ (54,34% Mo) nas concentrações de 23,8; 1,3; 0,794; 0,106; 0,026 e 0,013 µg L⁻¹, respectivamente conforme proposição de Johnson et al. (1957).

Após 20 dias de emergência das plantas de milho, foi avaliada a altura de planta em cada vaso com auxílio de uma fita métrica graduada em centímetros. Em seguida seccionaram-se as plantas a 1 cm de altura da superfície do solo, separando parte aérea e raiz.

O teor de clorofila na parte aérea foi estimado por meio das leituras de SPAD, sendo empregado o Chlorophyll Meter SPAD-502 (MINOLTA, 1989), realizando-se uma leitura por planta, e fixando-se o clorofilômetro no terço-médio da lâmina foliar da primeira folha totalmente expandida (MATSUNAKA *et al.*, 1997).

Em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65-72^o C até peso constante, a fim de se obter a massa seca parte aérea (MSPA).

As raízes foram retiradas manualmente por peneiramento (2,0 mm) e lavadas em água corrente. Em seguida, foi realizada a determinação da massa seca de raiz (MSR), de modo semelhante à obtenção dos valores para parte aérea.

Após a separação das raízes, o solo de cada vaso foi seco ao ar, e coletadas amostras a fim de se determinarem os teores de P disponíveis extraídos por Mehlich-1. As amostras de MSPA foram trituradas em moinho de faca, tipo Willis, para quantificação dos teores de fósforo no tecido vegetal por espectrofotometria de UV com Amarelo de Vanadato, de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, ajustando modelos de regressão, em função do tempo de incubação, e teste de Tukey, em relação às fontes de fertilizantes, ambos a 5% de significância, utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Verificou-se que nos tempos de 0, 10, 20, 30 e 40 dias, o superfosfato triplo não revestido com polímeros (SFT) apresentou a mesma altura das plantas de milho quando comparados, e nos tempo de incubação de 50 e 60 dias, ocorreu redução em relação ao superfosfato triplo com revestimento polimerizado (POL) (Tabela 3). Após 50 e 60 dias de incubação das fontes, o POL foi superior ao SFT em 17,54% e 13,76%, respectivamente. O resultado demonstrou maior eficiência do POL quando incubado em maiores tempos sobre a altura das plantas de milho cultivadas. Conforme Pereira *et al.* (2003), fontes de liberação lenta apresentam efeito residual mais longo em relação as fontes convencionais.

Tabela 3. Valores médios de altura das plantas de milho com diferentes tempos de incubação, UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2012.

Dias de incubação de P ₂ O ₅	Altura de planta (cm)	
	Superfosfato Triplo Convencional	Superfosfato Triplo Polimerizado
0	34,05 a*	37,20 a
10	36,33 a	37,75 a
20	33,48 a	35,80 a
30	30,68 a	34,45 a
40	33,65 a	33,95 a
50	26,70 b	32,38 a
60	29,13 b	33,78 a
CV (%) = 8,39	DMS = 4,02	

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não se diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Zhanget *al.* (2006), na avaliação de trigo, observaram melhores resultados quanto à produtividade e altura de plantas, com o uso de adubos revestidos com diferentes polímeros, quando comparados com adubos convencionais.

Na avaliação da altura de plantas de milho, observou-se reposta linear e interação dos tempos de incubação e fontes de superfosfato triplo (Figura 1). Verificou-se um decréscimo na altura de 1,28 e 0,74 para cada 10 dias de incubação com SFT e POL, respectivamente. Esse resultado demonstra que o SFT apresentou 42% menor em relação ao POL ao longo do tempo.

Em trabalho realizado por Vila *et al.* (2010), os maiores valores de altura de plantas de milho foram em adubos fosfatados revestidos com polímeros, onde esse efeito é dependente da adequada correção de solos ácidos e intemperizados do Cerrado.

A massa seca de raiz (MSR) apresentou resposta quadrática para os dias de incubação, independentemente da fonte utilizada (Figura 2). A menor produção de massa seca de raiz foi de 0,30g no tempo de incubação de 40,5 dias.

Em trabalho realizado por Guareschi (2010), o emprego de fertilizantes revestidos por polímeros conferiu maior produção de massa seca, número de vagens por planta e produtividade de grãos de soja quando comparados aos fertilizantes convencionais.

Na avaliação da massa seca de parte aérea (MSPA) houve resposta linear para os dias de incubação, independentemente da fonte utilizada (Figura 3). Porém, pode-se perceber que quanto menor o tempo de incubação dos fertilizantes, maior a MSPA. A cada dia houve aumento do tempo de incubação, gerando valores menores de 2,3mg de MSPA, nas plantas de milho cultivadas.

Agostinho *et al.* (2010) não encontraram diferenças nas produções de massa da matéria seca da parte aérea de milho entre MAP convencional e revestido por polímeros, quando o solo encontrava-se com pH em torno de 4,6. Independentemente do pH do solo, o adubo revestido com polímero promoveu maior eficiência de utilização do fósforo pela cultura do açafrão, quando comparado com MAP convencional (JAGADEESWARAN *et al.*, 2005). Em solo com saturação por bases de 60%, Valderrama *et al.* (2009) não encontraram diferenças entre superfosfato simples convencional e polimerizado na cultura do feijão. Estes resultados contrastantes reforçam a necessidade de se considerar os valores de pH e saturação por bases nos estudos com fósforo revestido.

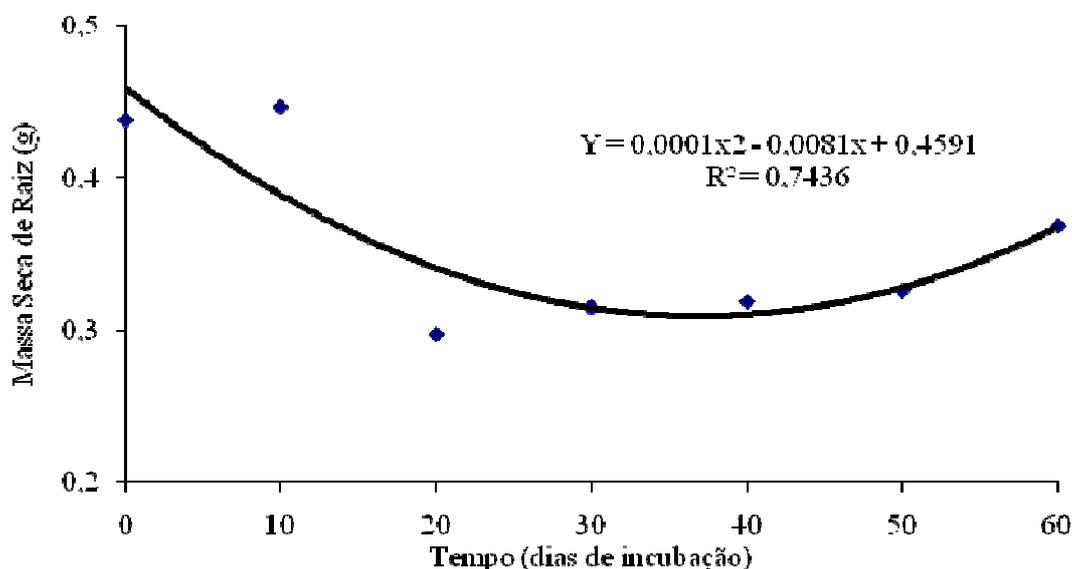


Figura 2. Modelos de regressão ajustado para massa seca de raiz de plantas de milho em função de tempos de incubação e fonte superfosfato triplo convencional e polimerizado, cultivadas em vaso em casa de vegetação. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2012.

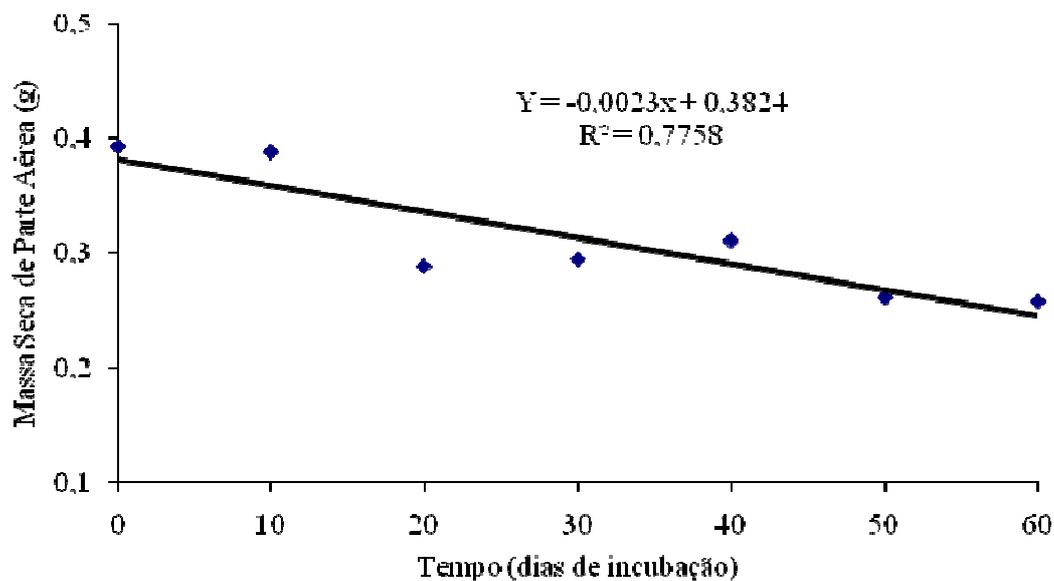


Figura 3. Modelos de regressão ajustado para massa seca de Parte Aérea de plantas de milho em função de tempos de incubação e fonte superfosfato triplo convencional e polimerizado, cultivadas em vaso em casa de vegetação. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2012.

Observando os resultados de P disponível por Mehlich⁻¹ nos vasos após o cultivo de milho, notou-se que o POL apresentou resultado superior de 6,6% em relação ao SFT (Tabela 5). A disponibilização demonstrada pela fonte com revestimento gera resultados em aumento na eficiência do fósforo no solo uma vez que, segundo Gonçalves (1988), mais de 90% do P aplicado como fonte solúvel são adsorvidos ou precipitados na primeira hora de contato com o solo.

No entanto, de acordo com Cunha (2006), adubos polimerizados podem reduzir pela metade a quantidade de fósforo utilizada na adubação no algodão, sendo uma alternativa viável para a rentabilidade da cultura, mantendo a produtividade e o estado nutricional das plantas.

Tabela 5. Fósforo disponível extraído por Mehlich-1 (mg dm^{-3}) após cultivo de milho em vasos em casa de vegetação. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2012.

Fertilizante	Fósforo disponível (mg dm^{-3})
Superfosfato Triplo Convencional	3,77 b*
Superfosfato Triplo Polimerizado	4,02 a
CV (%)= 11,29	DMS = 0,238

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Nos diferentes tempos de incubação de P_2O_5 nos teores de P foliar, houve significância nas fontes utilizadas, apenas para 20 dias após a incubação de P_2O_5 (Tabela 6),

quando foi observada uma diferença com POL78% superior em relação SFT. Também foi observado que os valores médios do teor de P foliar estão abaixo da faixa de suficiência desse nutriente para a cultura do milho, 2,0 a 4,0 g Kg⁻¹ (SILVA, 2009). Contudo, a faixa de suficiência foi padronizada em amostras de folhas coletadas no estágio de pendramento da cultura, diferentemente dos valores obtidos no presente trabalho.

Tabela 6. Valores médios de Teores P Foliar de milho com diferentes tempos de incubação, UNIPAM. Patos de Minas, MG, 2012

Dias de incubação de P ₂ O ₅	P Foliar (g Kg ⁻¹)	
	Superfosfato Triplo Convencional	Superfosfato Triplo Polimerizado
0	0,91 a*	0,94 a
10	0,64 a	0,79 a
20	0,69 b	1,23 a
30	0,93 a	0,69 a
40	0,73 a	0,94 a
50	1,15 a	0,97 a
60	0,98 a	0,67 a
CV (%) = 30,65	DMS = 0,38	

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não se diferem pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.

Em cultivo de milho em vaso com latossolos de textura argilosa e média, Souza *et al.* (2011) não observaram diferenças entre os teores foliares de P com o uso de fosfato monoamônio com e sem revestimento de polímeros. Semelhante a Valderrama *et al.* (2009), que em cultivo de feijão sob plantio direto, no município de Ilha Solteira (SP), também não observaram diferenças entre os tratamentos com superfosfato triplo com e sem revestimento de polímeros nos teores foliares de N, P e K, que variaram apenas em função das doses.

Conclusão

(i) A fonte do Superfosfato triplo com revestimento polimerizado gerou valores superiores ao superfosfato triplo convencional para altura de planta, aos 50 e 60 dias após a incubação; índice SPAD aos 0, 30, 40 e 60 dias após a incubação; P disponível no solo e para P no tecido foliar 20 dias após a incubação;

(ii) para a produção de massa seca da parte aérea e raiz não houve diferença entre as fontes.

Referências

AGOSTINHO, F. B. Efeito do uso de MAP revestido com polímeros de liberação gradual em atributos de solo e produtividade de matéria seca no milho. *In*: CONGRESSO NACIO-

NAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: ABMS, 2010. p. 6.

BASTOS, A. L.; COSTA, J.P.V.; SILVA, I.F.; RAPOSO, R.W.C.; SOUTO, J.S. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 136-142, 2008.

BENEDITO, D. S.; PROCHNOW, L.I.; SILVEROL, A.C.; TOLEDO, M.C.M. Eficiência agrônômica de compostos organominerais obtidos pelo Processo Humifert. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 191-199, 2010.

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

CUNHA, S. C. **Aspecto econômico sobre produção do algodoeiro em Mineiros–GO na safra 2005/2006**. Mineiros: Faculdades Integradas de Mineiros, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. In: SILVA, F.C. (ed. Técnico). 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Embrapa – SPI, Brasília. 1997. 212p.

FARDEAU, J.C. Dynamics of phosphate in soils: an isotopic outlook. **Fertility Research**. Lone Tree, v. 45, p. 91-100, 1996.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66p.

FINCK, A. Fertilizers and their efficient use. In: Halliday, D.J., Trenkel, M.E. and Wichmann, W. (ed.). **World Fertilizer Use Manual**. Paris: International Fertilizer Industry Association, 1992.

GIRARDI, E.A.; MOURÃO FILHO, F.A.A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. **Revista Laranja**. Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 507-518, 2003.

GONÇALVES, J. L. M. **Cinética de transformação de fósforo lábil em não lábil em amostras de solos de cerrado**. 1988. 62p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GUARESCHI, R. F. **Emprego de fertilizantes revestidos por polímeros nas culturas da soja e milho**. 2010. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde.

JAGADEESWARAN, R.; MURUGAPPAN, V.; GOVINDASWAMY, M. Effect of Slow Release NPK Fertilizer Sources on the Nutrient use Efficiency in Turmeric (*Curcuma longa* L.). **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 01, n. 01, p. 65-69, 2005.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C.; CARLTON, A.B. Comparative chlorine requirement of different plant species. **Plant and Soil**, v. 8, n. 3, p. 337-353, 1957.

KORNDORFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 290-306. 2004.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS. 1989, 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MATSUNAKA, T.; WATANABE, Y.; MIYAWAKIA, T.; ICHIKAWA, N. Prediction of grain protein content in winter wheat through leaf color measurements using a chlorophyll meter. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 43, p. 127-134, 1997.

MINOLTA CAMERA COMPANY. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka: Radiometric Instruments divisions, 1989. 22 p.

NICOLINI, K.P. **Produção de fertilizantes de liberação lenta a partir da torta de mamona (*Ricinus comunis*) e de ureia intercalada em caulins**. 2009. 126f. Doutorado em Química – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS). Viçosa, MG. 2007. 1017p.

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

PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G.H.; MOURA, W.F.; CORREA, G.F. Extratores de silício disponível em escórias e fertilizantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 265-274, 2003.

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

RAIJ, B. van.; ROSADO, P.C.; LOBATO, E. In: Oliveira, A.J. (ed.). **Adubação fosfatada no Brasil: Apreciação geral, conclusões e recomendações**. Brasília: Embrapa, 1982, pp. 10-28.

SANTOS, D.H.; SILVA, M.A.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; ECHER, F.R. Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Re-**

vista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 443-449, 2011.

SHAVIV, A. Preparation methods and release mechanisms of controlled release fertilizers: agronomic efficiency and environmental significance. **Proceedings of the Fertiliser Society**, York, v. 41, n. 3, p.1-35, 1999.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G. e LOBATO, E. (ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, p. 147-168. 2002.

SOUZA, C. H. E. Produção de matéria seca de plantas de milho cultivadas em vaso em função da aplicação de monofosfato de amônio polimerizado em Latossolo vermelho argiloso. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais...** Uberlândia, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Editora Artmed. 2004. 719 p.

TRENKEL, M.E. **Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture**. 2 ed. Paris; IFA, 2010.

VALDERRAMA, M.; BUZZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 03, p. 191-196, 2009.

VILA, E. J. P. Recomendação de fertilização com torta de filtro para a cultura do milho em latossolo arenoso no Noroeste Paranaense. In: FERTBIO. 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: SBCS. 1 CD-ROM.

ZHANG, F.; WANG, R.; XIAO, Q.; WANG, Y.; ZHANG, J. Effects of slow/controlled-release fertilizer cemented and coated by nano-materials on biology. **Nanoscience**, v. 11, n. 01, p. 18-26, 2006.

ZAVASCHI, E. **Volatilização de amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

Bem-estar animal: boas práticas de manejo na identificação de bezerros

Animal welfare: good management practice in identification of calves

Miguel Fernando dos Santos¹; Alice Pratas Glycerio de Freitas²; Adriano de Souza Guimarães³; Max Rossi Machado da Silva¹

¹ Graduando em Zootecnia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

² Coordenadora do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

³ Pesquisador EPAMIG, bolsista da FAPEMIG.

Resumo: Um dos grandes problemas dos criadores de gado na identificação de seus animais é o aparecimento de miíases. Com isso, este estudo tem o intuito de avaliar a viabilidade de um método alternativo na identificação bovina através da perfuração prévia da orelha com posterior brincagem, visando o bem-estar animal e propondo ao produtor uma melhora na prática desse manejo. Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Sertãozinho (FEST), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada na Rodovia MGT-354, entre os municípios de Patos de Minas e Presidente Olegário. O período experimental foi de cinco meses, de março a julho de 2012. Foram utilizados 28 bovinos lactantes “meio-sangue” Nelore x Gir, machos e fêmeas, com idade entre 50 e 60 dias, criados a pasto, submetidos ao mesmo tratamento nutricional e sanitário. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sendo: 14 animais para o tratamento A, identificação animal convencional, e 14 animais para o tratamento B identificação alternativa. Com base nos resultados obtidos, não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados para peso à desmama e ganho médio diário. O peso médio geral ao nascimento foi de $30,21 \pm 2,08$ kg, e o peso médio geral à desmama foi de $168,64 \pm 26,71$ kg. Importante frisar que os animais que receberam o tratamento alternativo de identificação, ou seja, perfuração prévia com assinalador de orelha, tiveram suas feridas cicatrizadas mais rapidamente e, de maneira geral, apresentaram comportamento mais calmo durante os procedimentos de pesagem, o que pode ser considerado indicativo de bem-estar animal. Pelos resultados do presente trabalho, não houve diferença entre o desempenho ponderal de bezerros “meio-sangue” Nelore x Gir quando submetidos aos distintos métodos de identificação.

Palavras-chave: Bovinos. Brincagem. Desempenho. Miíase.

Abstract: One of the major problems of breeders in identifying their animals is the appearance of myiasis. This way, this study aims to assess the feasibility of an alternative method for identifying cattle by drilling prior ear and putting the earring later, seeking the welfare of the animals

and proposing an improvement in the practice of management. This study was held at the Fazenda Experimental de Sertãozinho (FEST), that belongs to the Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), located on Road MGT-354, between the cities of Patos de Minas and Presidente Olegário. The experimental period lasted for five months, from March to July 2012. There were used 28 lactating cattle "half-blood", Nelore x Gir, males and females, with ages between 50 to 60 days, raised on pasture, submitted to the same nutritional and sanitary treatment. The experiment was conducted in a completely randomized design with two different treatments being: 14 animals for the treatment A, and 14 animals for the treatment B, with alternative identification. Based on the results there was no statistic difference between the treatments on weaning weight and average daily gain. The overall average weight at birth was 30.21 ± 2.08 kg, and the overall mean weight at weaning was 168.64 ± 26.71 . It is important to say that the animals that received the alternative treatment, having their ears drilled before putting the earrings, had their wounds healed faster and, in general, performed quieter during the weighing procedure, which may be considered indicative of animal welfare. On the results of this study there was no difference between the weight gain of calves "half-blood" Nelore x Gir, when submitted to the different methods of identification.

Key-words: Cattle; Earring; Performance; Myiasis.

Introdução

Atualmente no Brasil, dos 180 milhões de bovinos, 47,5 milhões são bezerros (ANUALPEC, 2011). Os bezerros ocupam posição especial na cadeia de produção, devendo-se ressaltar que o manejo neonatal a que forem submetidos terá reflexos sobre sua vida produtiva, influenciando significativamente no seu futuro desempenho como produtores de carne ou leite (BELO-REIS *et al.*, 2009).

Um dos grandes problemas dos criadores de gado na hora de identificar seu rebanho com brincos nas regiões tropicais é o aparecimento de miíase, ou bicheiras, e isso leva a perdas para o produtor, atrapalhando o desempenho animal. Visando este problema, Schmidek *et al.* (2009) indicam aos produtores para que, sempre que possível, procurem aplicar os brincos na época mais seca e fria do ano. Fazendo isso, há menor risco de bicheiras, que trazem prejuízo para a fazenda, perdas e sofrimento aos animais. Nos casos em que esse tipo de identificação é realizado na época das chuvas, são recomendados a utilização preventiva de antiparasitário para o controle de bicheiras e o maior cuidado no monitoramento dos animais.

A completa cicatrização do furo ocorrerá em algumas semanas após a aplicação do brinco. Nesse período, com a ferida aberta, há maior risco de infecções, inflamações e instalações de bicheiras, que podem fazer com que o brinco caia ou tenha que ser removido (SCHMIDEK *et al.*, 2009). Tais infecções causam estresse, sofrimento e dor aos animais. A dor é um ponto crítico de bem-estar para todos os animais sencientes, e a sensação animal é reconhecida cientificamente (MOLENTO & BOND, 2008 *apud* MOLENTO, 2005).

Bem-estar é um termo de uso corrente em várias situações, e seu significado geralmente não é preciso. Entretanto, definição objetiva de bem-estar faz-se necessária para a utilização científica e profissional do conceito. Bem-estar deve ser definido de

forma que permita pronta relação com outros conceitos, tais como necessidades, liberdades, felicidade, adaptação, controle, capacidade de previsão, sentimentos, sofrimento, dor, ansiedade, medo, tédio, estresse e saúde (BROOM; MOLENTO, 2004).

De acordo com a definição de Broom (1986 *apud* Paranhos da Costa, 2000), bem-estar é o estado do organismo durante as suas tentativas de se ajustar com o seu ambiente. Segundo Broom e Johnson (1993 *apud* Paranhos da Costa, 2000) há várias implicações dessa definição:

1) Bem-estar é uma característica de um animal, não é algo que pode ser fornecido a ele. A ação humana pode melhorar o bem-estar animal, mas não nos referimos como bem-estar ao proporcionar um recurso ou uma ação.

2) Bem-estar pode variar entre muito pobre e muito bom. Não podemos simplesmente pensar em preservar e garantir o bem-estar, mas sim em melhorá-lo ou assegurar que ele é bom.

3) Bem-estar pode ser medido cientificamente, independentemente de considerações morais. A sua medida e interpretação devem ser objetivas.

Visando o bem-estar animal (BEA) Schmidek *et al.* (2009) indicam o uso de furadores de orelha (assinalador de orelha) em situações em que há grande incidência de bicheiras, mesmo com todas as medidas de prevenção já feitas. Esse método visa evitar o estresse e a dor, elevando o bem-estar do animal. Estes furos deverão ser feitos nos lugares onde seriam colocados os brincos e, após a cicatrização, os mesmos deverão ser instalados, aproveitando-se algum manejo de rotina.

Em áreas onde há extremo risco de miíase e infecções, esse método de identificação pode melhorar o conforto do animal, correspondendo à melhora do seu desempenho. Utilizando o furador de orelha (assinalador de orelha) o produtor evita que o animal seja exposto a infecções e à miíase, as quais causam dor, estresse e desconforto, assim atrapalhando o desempenho em uma fase importante de seu desenvolvimento. Essas pequenas alterações de manejo, associadas a baixo ou nenhum custo, podem levar a uma importante elevação do padrão de bem-estar dos animais.

Quando um animal jovem é acometido de um teor de estresse e dor, tal fato pode levar a uma queda de desempenho, o que não é desejável. Segundo Plase (1978 *apud* Peixoto, 1983), nas zonas tropicais, o crescimento até a desmama tem especial importância porque nesta fase o bezerro apresenta a mais alta taxa de incremento de peso em toda a sua vida, alcançando em 7 meses cerca de 25 a 35% do peso final de abate, enquanto que, para completar o restante, deverá necessitar de mais de 30 a 40 meses.

O objetivo do presente projeto foi avaliar a viabilidade de um método alternativo na identificação bovina por meio da perfuração prévia da orelha com posterior brincagem, visando o desempenho animal.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental de Sertãozinho (FEST), pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada na

Rodovia MGT-354, entre os municípios de Patos de Minas e Presidente Olegário.

O período experimental foi de cinco meses, de março a julho de 2012. Foram utilizados 28 bovinos lactantes “meio-sangue” Nelore x Gir, machos e fêmeas, com idade entre 50 e 60 dias, criados a pasto, submetidos ao mesmo tratamento nutricional e sanitário.

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos sendo: 14 animais para o tratamento A, identificação animal convencional, e 14 animais para o tratamento B, identificação alternativa.

No grupo A os animais foram identificados com o brincador convencional, tendo o brinco posicionado na parte central da orelha entre as nervuras principais. Após a brincagem foi realizada aplicação de sulfadiazina de prata, dosagem única em spray de ação preventiva. Por este método, a cicatrização se dá com o brinco instalado na orelha do animal.

No grupo B, a identificação foi realizada com o auxílio de um furador de orelha (assinalador de orelha, tipo furo redondo de 7 mm de diâmetro). Semelhantemente ao método anterior, o uso auxiliar do assinalador de orelha objetivou promover maior bem-estar animal, pelo menor sofrimento, durante o processo de cicatrização da orelha do animal, sob a hipótese de este ser mais rápido que o método convencional. Ressalta-se que somente após a cicatrização total dos furos é que foram colocados os brincos.

Após os procedimentos de identificação, todos os animais de ambos os grupos foram conduzidos calmamente à balança mecânica para a primeira pesagem. Esses animais permaneceram em um único piquete com boa disponibilidade de pastagem (*B. decumbens*) e fornecimento de suplementação mineral *ad libitum*. Os mesmos ficaram sob observação diária até a completa cicatrização das orelhas. Posteriormente, esses animais foram pesados de 30 em 30 dias para avaliação de seu desempenho ponderal e comportamento temperamental sob este manejo até a desmama. O ganho médio diário foi calculado entre o intervalo da primeira e a última pesagem.

A análise estatística foi realizada para peso à desmama (PD) e ganho médio diário (GMD), procedendo-se à análise de variância e à comparação das médias dos tratamentos pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade, com o auxílio do software estatístico SISVAR 4.3 (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Com base nos resultados obtidos (Tabela 1), não houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados para peso à desmama e ganho médio diário. O peso médio geral ao nascimento foi de $30,21 \pm 2,08$ kg, e o peso médio geral à desmama foi de $168,64 \pm 26,71$ kg.

Tabela 1. Peso médio ao nascimento (PN), peso à desmama (PD) e ganho médio diário (GMD) de bezerras submetidas a dois tratamentos: identificação convencional (A) e identificação alternativa (B), com assinalador de orelha.

Tratamento	PN (Kg)	PD (Kg)	GMD (Kg/dia)
Identificação convencional (A)	30,42	167,14a	0,605a
Identificação alternativa(B)	30,00	170,14a	0,650a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5% de probabilidade ($P < 0,05\%$).

Durante todo o período experimental, não foi detectado nem um caso de miíase sequer ou inflamação no pavilhão auditivo dos animais entre os tratamentos propostos. O não aparecimento de infestações parasitárias ou infecções talvez possa ter sido influenciado pelo fato de não ter ocorrido chuva nos dias coincidentes ao manejo de identificação animal e durante o período de cicatrização nos animais. Como a miíase é uma infecção que aparece na maioria das vezes nas épocas de maior ocorrência de chuva, a qual favorece um ambiente propício à reprodução de moscas, o fato de a ocorrência de 20 dias secos ser coincidente ao período de identificação animal pode ter influenciado o não aparecimento de miíase na bezerrada.

Em ruminantes, as doenças parasitárias são responsabilizadas por elevadas perdas econômicas em decorrência de crescimento retardado, perda de peso, redução no consumo de alimentos e, nos casos de infecções maciças, altas taxas de mortalidade, além de custos para o seu controle (VIEIRA, 1999).

Mesmo não ocorrendo diferença estatística no GMD dos grupos, podemos observar nas Figuras 1 e 2 que os animais do grupo A, em relação ao grupo B, terminaram o experimento mais leves, dando uma diferença de $0,045\text{kg cabeça}^{-1}/\text{dia}^{-1}$. Essa diferença pode representar uma perda significativa de U\$61,19 por cabeça ao produtor.

Figura 1. Ganho de peso médio diário ($\text{kg}/\text{dia}^{-1}$) dos bezerras.

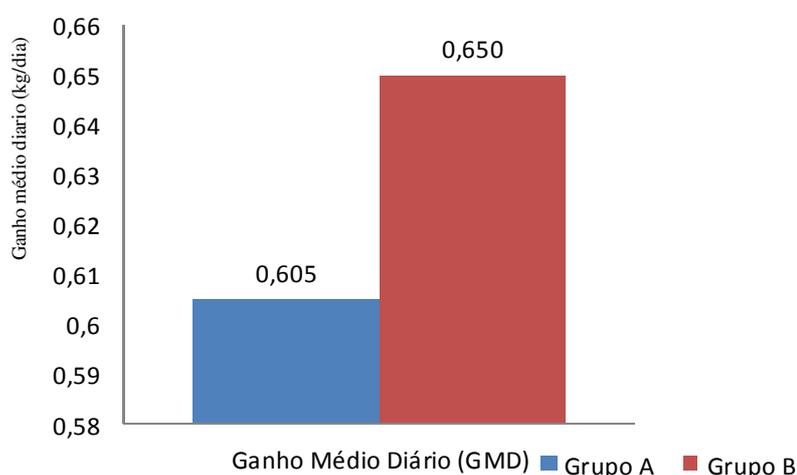
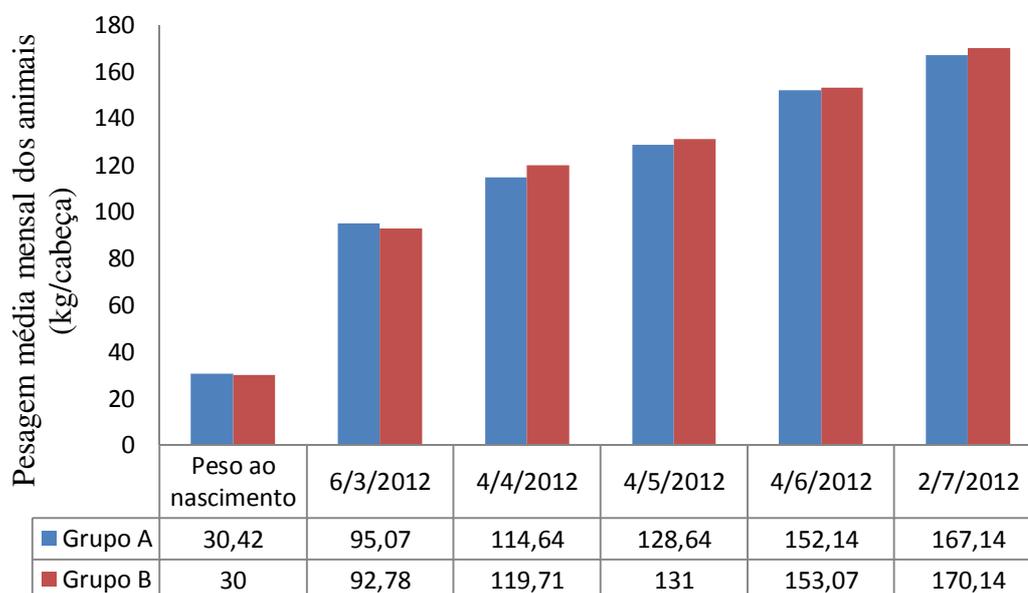


Figura 2. Relação de pesagens dos animais.



Zapiola (2006) comentou que uma informação norte-americana de três auditorias nacionais (1991, 1995 e 2000) estimaram perdas em U\$47,00, U\$28,00 e U\$40,00, respectivamente, por cada animal abatido, somente por falhas de manejo. Estes valores representam entre 4% e 6% do valor do animal vivo. Este relatou também, em outro estudo no Uruguai, em 2002, que as perdas por mau manejo somaram quase U\$16,00 por cabeça, o que representava 7% do valor do animal.

Importante frisar que os animais que receberam o tratamento alternativo de identificação, ou seja, perfuração prévia com assinalador de orelha do tipo furo, tiveram suas feridas cicatrizadas mais rapidamente e, de maneira geral, apresentaram comportamento mais calmo durante os procedimentos de pesagem, o que pode ser considerado indicativo de bem-estar animal.

Conclusão

Os resultados mostram que não houve diferença estatística entre o desempenho ponderal de bezerros “meio-sangue” Nelore x Gir, quando submetido aos distintos métodos de identificação.

A viabilidade técnica de identificação alternativa de bezerros por meio da utilização de assinalador de orelha e colocação posterior de brinco após a completa cicatrização da orelha necessita ser mais bem investigada, sobretudo em períodos de baixa pluviosidade.

Há indícios de que o método alternativo empregado na identificação de bezerros de corte promova menor sofrimento animal.

Agradecimentos

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro à realização da pesquisa e concessão da bolsa. Aos funcionários da EPAMIG/FEST, Geraldo Wilson e Lindovano, pelo apoio na coleta dos dados experimentais.

Referências

- ANUALPEC 2011. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: Angra FNP pesquisas, 2001, 376p.
- BELO-REIS, A. S. ; PINHEIRO, C.P. ; LOPES, C.T.A. ; CERQUEIRA, V.D. ; OLIVEIRA, C. M. C. ; DUARTE, M.D. ; BARBOSA, J.D. **Onfalopatias em bezerros em rebanhos leiteiros no nordeste do Estado do Pará**. In: VIII Congresso Brasileiro de Buiatria, 2009, Belo Horizonte. VIII Congresso Brasileiro de Buiatria, 2009.
- BROOM, D.M; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: Conceito e questões relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science**. Curitiba, v.9, n.2, p. 1-11, 2004.
- FERREIRA, D.F. **Sisvar**: sistema de análise de variância parados balanceados, versão 4.3. Lavras: DEX-UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br>>. Acesso em : 07 julho 2012.
- MOLENTO M.B. Avanços no diagnóstico e controle das helmintoses em caprinos. **I Simpósio Paulista de Caprinocultura (SIMPAC)**. Multipress, Jaboticabal, p. 101-110. 2005.
- PARANHOS DAS COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. **Anais de Etiologia**, 18: 26-42. 2000.
- PEIXOTO, A. M. Fatores que interferem no crescimento do gado de corte até a desmama. In: **Anais do 3º Simpósio sobre pecuária de corte**. Piracicaba-SP, 1983. Fundação Cargill. Campinas-SP, 1983, 212p.
- SHMIDEK, A; DURÁN, H; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. **Boas Práticas de Manejo, Identificação**. Jaboticabal, SP: Funep. 39p. 2009.
- VIEIRA, L.S. Epidemiologia e controle da nematodeose gastrintestinal dos caprinos. In: Congresso Pernambucano de Medicina Veterinária, 4., 1999, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Pernambucana de Medicina Veterinária, p. 123-128, 1999.
- ZAPIOLA, M.G. El bienestar animal y lalidad de la carne In: _____. **Bienestar animal y calidad de la carne**. Argentina: Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina – IPCVA, 2006. (Cuadernillo Técnico).

Lei de Beer e sua relação com a ecofisiologia de plantas

Beer Law and its relations with plants ecophysiology

*Evandro Binotto Fagan¹; Nayara Pereira Miquelanti²; Tarcísio Soares Bonfim³;
Isabella Sabrina Pereira³; Louranny Tavares Corrêa³; Jérssica Nogueira Soares²*

¹ Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: evbinotto@yahoo.com.br

² Engenheira agrônoma pelo Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: nayaramiquelanti@yahoo.com.br

³ Alunos do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

Resumo: A principal fonte de energia para o crescimento e desenvolvimento das plantas é a radiação solar. Sua utilização é dependente de alguns fatores, dentre estes se destacam: a capacidade de interceptação, a extinção luminosa e a absorção foliar. Modelos que descrevem as interações entre a radiação solar e o dossel vegetativo de plantas foram apresentados, inicialmente, por Boysen-Jensen (1932) e posteriormente por Monsi e Saeki (1953), ambos baseados em estudos de transmissão de luz através da matéria (August Beer, 1852). Estas interações podem ocasionar diversas alterações na fisiologia das plantas, pois afetam a disponibilidade de luz ao longo do dossel. A luminosidade afeta a realocação de nitrogênio, a taxa fotossintética, a anatomia foliar, bem como a competição entre plantas, especialmente, plantas cultivadas em sistemas agrícolas, que dependem do arranjo e arquitetura foliar para a obtenção do máximo rendimento. Assim, torna-se relevante o entendimento das inter-relações existentes entre a radiação solar e a fisiologia das culturas, enfocando a fotossíntese, a interceptação ou extinção luminosa e as possíveis alterações morfofisiológicas.

Palavras-chave: coeficiente de extinção; radiação solar; fotossíntese.

Abstract: The main source of energy to the growth and development of plants is solar radiation. It is dependent of several factors: ability to intercept, light extinction, and lives absorption. Models about the interactions between solar radiation and the plant canopy were initially described by Boysen-Jensen (1932) and Monsi and Saeki (1953), and both were based on studies of light transmission through matter (August Beer, 1852). Those interactions can cause several changes in plant physiology, because it affects the light availability in the canopy. The light

affects the nitrogen reallocation, photosynthetic rate, leaf anatomy and the competition between plants, especially crops in agricultural systems, which depends on the arrangement and leaf architecture to obtain the highest yield. Thus, it is important to understand the relation between solar radiation and crop physiology.

Key-words: extinction coefficient; solar radiation; photosynthesis.

Introdução

A radiação solar é a mais ativa de todas as energias nos processos biológicos terrestres, pois por intermédio dela os organismos fotossintetizantes podem utilizar a energia para sintetizar compostos carbonados (TAIZ; ZEIGER, 2004). Seu estudo e relação com a matéria datam de 1729, por Pierre Bouguer, e 1760, por Johan Heindrich Lambert, tendo seu auge em 1852, com as descobertas de August Beer sobre a influência da concentração de soluções na transmissão de luz (Lei de Beer) (HIROSE, 2005; HAY; PORTER, 2006).

A área biológica, especificamente a Ecofisiologia Vegetal, aperfeiçoou seus estudos em 1953 por meio do modelo de fotossíntese em um dossel por Monsi e Saeki, que descreveram de forma sucinta, com base nos pressupostos de Beer, como a radiação solar penetra no dossel de plantas (HIROSE, 2005).

Sabe-se que as plantas são fortemente influenciadas pela energia solar em seu ambiente tanto morfológicamente quanto fisiologicamente. A conversão de radiação absorvida em matéria seca depende da capacidade de absorção e da capacidade fotossintética da espécie vegetal, da qualidade da radiação, da temperatura do ar e da fração de carbono fixado não consumido na respiração (GALLAGER; BISCOE, 1978).

O índice de área foliar (IAF) e o coeficiente de extinção luminosa (k) são os principais fatores que afetam a interceptação e o nível de atenuação de radiação pelas culturas (SHIBLLES; WEBER, 1966; BISCOE, 1978). Em determinados casos, apresenta-se como elemento limitante de produtividade conforme a radiação absorvida é convertida em fotoassimilados.

No entanto, ainda é necessário o entendimento e a divulgação da influência da Lei de Beer e da radiação solar em dosséis vegetativos e sua interação com a fisiologia das plantas, determinando as frações e os níveis de radiação absorvida convertidas em fotoassimilados e consequentes modificações morfoanatômicas oriundas de tal exposição luminosa, de maneira a originar futuras pesquisas na área e dar auxílio pedagógico a botânicos e fisiologistas.

Interação entre radiação e matéria: uso da Lei de Beer

A radiação eletromagnética é a energia que interage com a matéria diversificadamente. Essa energia não é facilmente caracterizada, pois possui algumas propriedades consistentes com a teoria das ondas e de partículas (fótons) (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A radiação apresenta comportamento de onda, podendo ser classificada tanto em termos de comprimento como de frequência, as quais são caracterizadas na equação 1 (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$1) \quad v = c/\lambda$$

Em que: v corresponde à frequência em segundos (s^{-1}); c à velocidade da luz ($3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$); e λ ao comprimento de onda em metros (normalmente em $\text{nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

A radiação pode apresentar comportamento de partícula, devido à presença de pacotes energéticos denominados de fótons, em que a energia disponível é conhecida como quantum. Quanto menor o comprimento de onda maior será a energia contida na mesma, uma vez que os comprimentos de onda e frequência são inversamente proporcionais (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A interação da radiação com a matéria pode resultar em vários processos como reflexão, espalhamento, absorção, fluorescência/fosforescência (absorção e emissão) e reações fotoquímicas (absorção e quebra de ligações químicas). A absorção de luz pela matéria faz com que a quantidade de energia das moléculas (ou átomos) aumente ocasionando transições entre os diferentes níveis eletrônicos, sendo o equilíbrio entre a absorção de energia e o retorno para o estado fundamental processos bastante rápidos (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quando a luz atravessa ou é refletida por uma amostra, a quantidade absorvida é a diferença entre a radiação incidente (I_0) e a radiação transmitida (I). A quantidade de luz absorvida é expressa tanto como transmitância quanto como absorbância (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004; PARK NOBEL, 2005).

A Transmitância (T) é a fração da radiação transmitida (I), podendo ser apresentada em valores percentuais, como pode ser verificado na equação 2 (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$2) \quad T = I/I_0 \text{ ou } \%T = (I/I_0) 100$$

Através do ajuste da equação 2 por um logaritmo é encontrada a absorbância (A), sendo definida pela equação 3 (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$A = -\log T = \log I_0/I$$

A primeira formulação matemática relacionando transmitância da luz com concentração de uma substância foi atribuída a Lambert em 1760, na área de química, embora tenha sido comentado que Bouguer já verificara este efeito em 1729, a partir de cálculos que podem ser observados na Equação 3 (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$3) \quad T = I/I_0 = e^{-kb}$$

Nessa equação, T corresponde a transmitância; I , radiação transmitida; I_0 , radiação incidente; e , base do logaritmo natural; k a uma constante e b o comprimento do percurso (cm).

Tanto Bouguer como Lambert efetuaram observações independentes e verificaram que as propriedades associadas ao processo de absorção de luz podem ser enunciadas em duas leis fundamentais. A primeira lei relata que a intensidade de luz (monocromática) transmitida por um corpo homogêneo é proporcional à intensidade de luz incidente, e a segunda propõe que a intensidade de luz (monocromática) transmitida decresce exponencialmente com o aumento da espessura da camada do corpo homogêneo (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004; PARK NOBEL, 2005).

A Lei de Beer é semelhante à lei proposta por Bouguer, exceto que está relacionada com a concentração. Enquanto Bouguer e Lambert estudaram a variação na absorção de um feixe de luz, em função da variação da espessura da camada absorvente, Beer realizou o mesmo estudo se referindo à concentração da solução, mantendo a espessura constante. Em ambos os casos, o resultado é o mesmo, pois quer se varie a concentração ou a espessura da solução a ser atravessada pela luz, em síntese, aumentamos ou diminuímos o número de partículas que interagem com a radiação (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004; PARK NOBEL, 2005).

A fração da radiação incidente absorvida é proporcional ao número de moléculas absorventes em seu trajeto. Combinando as duas leis resulta-se na Lei de Beer-Bouguer-Lambert representada pela equação 5 (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$5) T = I/I_0 = e^{-kbc}$$

Em que T corresponde a transmitância; I , radiação transmitida; I_0 , radiação incidente; e , base do logaritmo natural; k a uma constante; b o comprimento do percurso (cm), e c à concentração das espécies absorvedoras, ou dos pigmentos do soluto (expresso normalmente em mol L⁻¹).

Através da equação 6, estas expressões podem ser transformadas em equação linear aplicando logaritmo (Equação 7) (SALISBURY; ROSS, 1992).

$$6) A = \log I_0/I = \epsilon bc$$

$$7) A = - \log T = - \log (I/I_0) = \log (I_0/I) = \epsilon bc$$

Em que, ϵ corresponde à absorção molar ou coeficiente de extinção (expresso em L mol⁻¹ cm⁻¹).

A expressão 7 é conhecida como Lei de Beer. O coeficiente de extinção ou absorvidade molar (ϵ) é característico de uma dada substância sob uma série de condições extremamente definidas, tais como comprimento de onda, solvente e tempo. A Lei de Beer é aplicada a uma solução (com mais de uma espécie absorvente) desde que não se verifique interação entre as espécies admitindo-se que não existam perdas por reflexão e perdas por espalhamento (BUCHANAN, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004; PARK NOBEL, 2005).

Importância da radiação solar em ecossistemas terrestres

A radiação solar fornece atualmente para a atmosfera terrestre 1,5 x 10¹⁸ kWh de energia, que permite a vida da vasta maioria das cadeias tróficas, sendo também o

principal responsável pela dinâmica da atmosfera terrestre e pelas características climáticas do planeta (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

A conversão da energia solar em energia química de compostos orgânicos é um processo que inclui transporte de elétrons e metabolismo do carbono. Sob condições naturais, o processo fotossintético ocorre em organismos intactos que estão continuamente respondendo a mudanças internas e externas (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

As quantidades de luz e CO₂ determinam a resposta fotossintética das folhas. Em algumas situações, a fotossíntese é limitada por um suprimento inadequado de luz ou CO₂. Em outras situações, a absorção demasiada de luz pode provocar problemas sérios, razão pela qual mecanismos especiais protegem o sistema fotossintético da luz excessiva (carotenóides). Os níveis múltiplos de controle da fotossíntese permitem às plantas crescer com êxito em um ambiente mutável com habitats diferentes (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Fotossíntese: radiação solar convertida em energia

As plantas são organismos capazes de aproveitar a energia solar através da fotossíntese para produção de energia. A radiação que chega à superfície terrestre utilizada pelas plantas para o processo fotossintético (faixa visível, 400 nm–700 nm) denominada de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) corresponde a aproximadamente 45% a 50% do total da radiação solar incidente sendo pouco absorvida pela água e CO₂, mas bastante utilizada pelas clorofilas e pigmentos acessórios (carotenóides), denominados de pigmentos fotossintéticos (TAIZ; ZEIGER, 2004; NATHAN; YOCUM, 2006).

Nas plantas, a DFFFA é captada por moléculas de clorofilas e carotenóides, que juntamente com proteínas estruturais, constituem o complexo antena. Essa energia é direcionada para os centros de reações, onde todo esse processo é conhecido como esquema Z (BLAKENSHIP; PRINCE, 1985). As plantas possuem dois centros de reações: o fotossistema I e o fotossistema II, que funcionam em série. As clorofilas do centro de reação do fotossistema I apresentam pico máximo de absorção de 700 nm e do fotossistema II 680nm. Estes fotossistemas oxidam a água a oxigênio molecular para formar ATP (devido à formação de um gradiente eletroquímico) e reduzir o NADP⁺ a NADPH. Assim, a energia física proveniente do Sol é conservada na forma de ATP e na forma de coenzimas orgânicas (NADPH). Posteriormente, estes substratos serão utilizados no ciclo de Calvin e Benson, onde CO₂ e água são combinados com a ribulose-1,5-bifosfato, formando duas moléculas de 3-fosfoglicerato, as quais são reduzidas e convertidas a carboidratos e/ou esqueletos carbônicos para rotas de biossíntese. Embora a radiação solar seja lembrada apenas como um agente capaz de fornecer poder redutor para produzir energia, ela também desempenha um papel importante na ativação de enzimas que estão envolvidas no processo fotossintético, principalmente a ribulose 1,5 bifosfato (carboxilase/oxigenase) (DINER; RAPPAPORT, 2002).

Diante de tais considerações fisiológicas é importante salientar que as plantas são divididas em espécies que possuem diferentes capacidades de aproveitar a radiação solar, água e nutrientes, denominadas de C₃ e C₄. Nas plantas de ciclo C₃, caracterizadas por culturas tais como *Glycine max*, *Phaseolus vulgaris* e *Helianthus annuus*, o composto precursor da fixação de CO₂ é uma molécula de três carbonos (3P- glicérico), apresentando a rubisco como enzima responsável pela carboxilação, isto é, incorporação do CO₂ atmosférico em moléculas orgânicas. Nestes vegetais, esta enzima apresenta outra atividade além da carboxilase, que é a oxigenase. Na atividade oxigenase, a rubisco reage com o O₂ produzindo duas moléculas, o 3-fosfoglicerato e o 2-fosfoglicolato, em vez de duas moléculas de 3-fosfoglicerato como quando reage com o CO₂, mecanismo que diminui a eficiência fotossintética, processo denominado de fotorrespiração. Esse mecanismo pode ser incrementado principalmente em condições de temperatura elevada, em que a concentração de O₂ é maior do que de CO₂ dentro da célula (DINER; RAPPAPORT, 2002).

As plantas C₄, representadas comumente por gramíneas (*Zea mays* e *Saccharum spp.*) apresentam dois tipos de células que contêm cloroplastos: as células do mesófilo e da bainha vascular. A carboxilação inicial não é feita pela rubisco, e sim, pela fosfoenolpiruvato carboxilase, formando um ácido de quatro carbonos (malato ou aspartato), que é transportado para a bainha vascular e descarboxilado, liberando CO₂ e formando NADPH, resultando no piruvato, que retorna as células do mesófilo para regenerar o PEP (com gasto de 2 ATPs). Esta é uma das razões pelas quais a atividade oxigenase, nestas plantas, é praticamente desprezível, o que aumenta a eficiência fotossintética da planta. A PEP carboxilase capta somente o CO₂ na forma de ácido carbônico e, como a concentração interna de CO₂ é mais alta nestas células, a fotossíntese ocorre mesmo em condições de temperaturas mais elevadas do que o normal para a planta, além de amplitudes maiores de intensidade luminosa, o que torna as plantas C₄ mais eficientes no uso de água, radiação solar e nutrientes (SINGH *et al.*, 1974; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Radiação solar em dosséis vegetativos: a adaptação por Monsi e Saeki

Masomi; Monsi (1914-1997) e Toshiro; Saeki (1927-2004) foram os primeiros pesquisadores a apresentarem um modelo matemático da fotossíntese em um dossel vegetativo. Esses autores determinaram a atenuação da luz através do dossel e com base na relação entre fotossíntese e folhas expostas a diferentes luminosidades, demonstrando que em uma população a fotossíntese atinge um nível máximo sob uma determinada exposição de luz (HIROSE, 2005).

A maioria das comunidades vegetais possui espécies com estatura em maior ou menor escala. As espécies altas (dominantes) ocupam camadas superiores recebendo maior quantidade de radiação, enquanto as espécies inferiores recebem menor quantidade: Figura 1 (HIROSE, 2005).

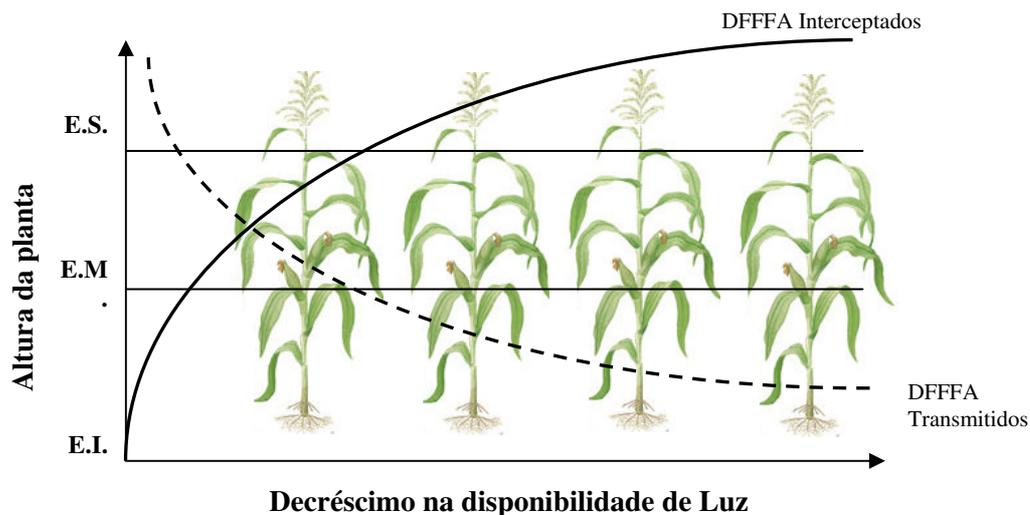


Figura 1. Efeitos da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) transmitidos e interceptados nos extratos superior (E.S.), mediano (E.M.) e inferior (E.I.), em um dossel vegetativo correlacionado com a disponibilidade de luz e altura da planta. Adaptado de Monsi e Saeki (1953).

A DFFFA em cada nível do dossel é, geralmente, o principal fator determinante da taxa de assimilação de CO_2 pelas folhas e, conseqüentemente, do ganho de matéria-seca pela cultura (STEWART *et al.*, 2003).

Quando as folhas são arranjadas horizontalmente, somente as folhas da primeira camada recebem a luz de forma mais intensa, e as folhas das camadas inferiores recebem o restante de luz que penetram inicialmente na superfície do dossel, sendo seu valor próximo ou menor do que o ponto de compensação luminosa. Se a mesma quantidade de área foliar for arranjada com inclinações verticais dentro do dossel, a transmissividade de luz permite maior uniformidade de absorção pelas folhas da porção inferior do dossel (HIROSE, 2005).

Jensey (1932) demonstrou que plantas com folhas verticalmente inclinadas distribuem uniformemente a luz dentro do dossel aumentando assim sua eficiência por luz. Para exemplo, o autor estabeleceu um pequeno “stand” experimental de plantas para medir a fotossíntese total do dossel. Através de análises, demonstrou que a fotossíntese do dossel não saturou quando a taxa fotossintética de uma única folha foi saturada com intensidades de luz relativamente baixas (HIROSE, 2005).

Monsi e Saeki (1953) refinaram a ideia de Jensey, desenvolvendo uma teoria quantitativa da estrutura e da função do dossel. De acordo com o predisposto de que a luz é atenuada mais fortemente em um “stand” de plantas que possuem folhas horizontais do que em um stand com folhas verticais, os autores concluíram, então, que a atenuação luminosa do dossel esteve aproximada da Lei de Beer por meio da equação 9 (HIROSE, 2005).

$$9) I = I_0 e^{-kf}$$

Em que I é a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) medida

em plano horizontal; f é o índice de área foliar (IAF) acumulado na parte superior do dossel; k é o coeficiente de extinção. I_0 é a radiação incidente acima do dossel (HIROSE, 2005).

O IAF (razão entre a área foliar da planta e a compreendida em uma unidade de área do solo) é o único efeito na redução da radiação. No topo do dossel, IAF é zero atingindo o valor máximo ao nível do solo. Para considerar folhas em diferentes ângulos devemos considerar a razão entre a área de sombra (AS) e a área foliar (AF) (equação 10) que resulta no coeficiente de extinção (k) (HIROSE, 2005; HAY; PORTER, 2006).

10) AS/AF = k

Dosséis com folhas verticais possuem os menores valores de k . O valor de k varia de 0,3 a 1,3 para a maioria dos dosséis (HAY; PORTER, 2006). Em culturas agrícolas, o coeficiente de extinção se encontra entre 0,3-0,9, de acordo com o estágio vegetativo e com as condições ambientais a que a cultura é exposta (Tabela 1).

Tabela 1. Representação dos valores do coeficiente de extinção do dossel de espécies agrícolas cultiváveis.

Espécies	Coeficiente de extinção (k)	Fonte
<i>Triticum aestivum</i>	0,38 (depois da antese)	Yunusa et al. (1993)
	0,63-0,76 (algumas variedades, depois da antese)	Yunusa et al. (1993)
	0,46 (depois do surgimento da folha bandeira)	Thorne et al. (1988)
	0,34-0,51 (3º nó visível)	Whaley et al. (2000)
	0,33-0,50 (surgimento da folha bandeira)	Whaley et al. (2000)
	0,32-0,45 (antese)	Whaley et al. (2000)
<i>Zea mays</i>	0,66-1,0 (incluindo variedades com disposição de folhas horizontais)	Hatfield e Carlson (1979)
	0,47 (35 cm de espaçamento em linha)	Flénet et al. (1996)
	0,34 (100 cm)	Flénet et al. (1996)
	0,64-0,83 (dados simulados em campo)	Maddonni et al. (2001)
<i>Glycine max</i>	0,56-0,68 (estresse hídrico)	Sivakumar e Shaw (1979)
	0,58-1,0 (irrigado)	Sivakumar e Shaw (1979)
	0,83 (25 cm de espaçamento em linha)	Walcott et al. (1984)
	0,62 (75cm)	Walcott et al. (1984)
	0,52 (35cm) - 0,32 (100 cm)	Flénet et al. (1996)
<i>Helianthus annuus</i>	0,83 (hemisfério norte)	Rachildi et al. (1993)
	0,89 (hemisfério sul)	Bange et al. (1997)
<i>Pisum sativum</i>	0,55-0,75 (desfolhadas)	Heath e Hebblethwaill (1985)
	0,33-0,49(folhosas)	Heath e Hebblethwaill (1985)

O valor de k pode ser empiricamente determinado medindo-se a quantidade de luz e área foliar presente em diferentes níveis dentro do dossel (HAY; PORTER, 2006).

Isto implica que a fotossíntese de um dossel é determinada pela estrutura do “stand”, pela fisiologia da folha e pelo ambiente (intensidade de luz). Em um dossel com irradiação elevada, a fotossíntese é maximizada em um k pequeno (em torno de 0,3), enquanto que em baixas irradiações é maximizada em um k mais elevado (acima de 0,7) (HIROSE, 2005).

O modelo da fotossíntese em um dossel adaptado por Monsi e Saeki (1953) explica de modo eficaz as diferentes estruturas de um “stand” de acordo com a intensidade de luz interceptada. Contudo, deve-se considerar que nem todas as folhas de um dossel possuem as mesmas características fotossintéticas. A capacidade fotossintética das folhas em diferentes camadas no dossel nos fornece novas introspecções a respeito de seu uso e eficiência pela planta. Todavia, esta teoria tem uma importância prática no cultivo agrícola visando o aumento de produtividade (HIROSE, 2005).

Efeito da extinção de luz no dossel vegetativo

A maior parte da radiação solar direta atinge a parte superior dos dosséis, sendo a radiação difusa responsável pela dissipação luminosa no interior da copa e nas partes inferiores da vegetação (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). A radiação interceptada pelas plantas convertida em reações fotoquímicas incluem desde a fotossíntese, a germinação de sementes e o desenvolvimento vegetativo, sendo imprescindíveis na manutenção do dossel (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Além das reações químicas, alterações morfológicas e anatômicas também podem ocorrer no dossel devido à luminosidade. Esse efeito é influenciado tanto pela extinção quanto pelo excesso de luz no dossel, interferindo na alocação de nitrogênio, na senescência foliar e na epiderme foliar (HIKOSAKA, 2005; TERASHIMA *et al.*, 2005).

Alocação de nitrogênio

O nitrogênio é considerado um elemento limitante no crescimento de plantas e ecossistemas devido ao seu permanente uso no aparato fotossintético. Em espécies vegetais, ocorre uma forte correlação entre capacidade e índice fotossintético de nitrogênio foliar, em que a taxa fotossintética de um dossel aumenta quando se eleva o índice de nitrogênio (HIROSE; WERGER, 1987).

Em um dossel, as plantas alocam o nitrogênio entre as folhas de modo que as folhas expostas a maiores DFFFA apresentam índices mais elevados de nitrogênio (NII-NEMETS, 1997; OSADA *et al.*, 2003). Em elevados níveis de DFFFA, ocorre o acréscimo de nitrogênio proporcionando aumento na taxa fotossintética da planta, enquanto que, em baixos níveis de DFFFA, o nitrogênio não interfere nas taxas fotossintéticas (HIROSE; WERGER, 1987). Desta forma, a intensidade luminosa aumenta o índice ótimo do nitrogênio maximizando a produtividade fotossintética (HIKOSAKA; TERASHIMA, 1995).

Relação entre senescência foliar e alocação de nitrogênio

Os vegetais alteram a taxa de senescência foliar de acordo com o ambiente submetido, sendo a luz um dos principais fatores responsáveis por tal mecanismo. Plantas que crescem sob vegetação densa apresentam concentração de nitrogênio paralela à disponibilidade de radiação. Quanto maior a uniformidade de nitrogênio foliar maior será a eficiência de uso de nitrogênio fotossintético. Desta forma, plantas que crescem sob vegetação menos densa apresentam maior uniformidade de N foliar. As folhas jovens que estão em desenvolvimento no topo do dossel estão expostas a toda intensidade de radiação e, conforme estas se expandem, sombrearão as demais folhas do dossel. As folhas mais sombreadas realocam o nitrogênio para as outras partes da planta. Este comportamento pode favorecer a senescência ou a incidência de doenças foliares em plantas de vegetação fechada ou em plantios adensados. O balanço de água e de carbono também é diferenciado nas folhas sombreadas em relação às que recebem maiores intensidades luminosas (PONS; PEARCY, 1994).

A realocação do nitrogênio protege a folha dos raios solares aumentando o ganho fotossintético de toda a planta. Estudos realizados por Hirose *et al.* (1988) verificaram que o sombreamento foliar acelera a realocação do nitrogênio das folhas sombreadas em direção às folhas ensolaradas (EVANS, 1989; HIKOSAKA *et al.*, 1994; PONS; PEARCY, 1994; ACKERLY; BAZZAZ, 1995).

A senescência da folha devido ao sombreamento é afetada em relação ao modo com que este sombreamento ocorre (parte ou todas as folhas sombreadas), sendo que as diferentes demandas de nitrogênio em órgãos dissipadores (folhas fontes) influenciam o modelo da senescência foliar (HIKOSAKA, 1996). A realocação do nitrogênio das folhas velhas é afetada não somente pelo estado fisiológico da folha, mas também pelo desenvolvimento dos órgãos dissipadores. Quando as plantas estão crescendo rapidamente, muito nitrogênio é exigido para a construção de novos tecidos, o que acelera a senescência das folhas velhas. Quando todas as folhas da planta são sombreadas, o crescimento de planta é limitado pela luz, e a realocação do nitrogênio das folhas mais velhas pode ocorrer mais lentamente devido às baixas atividades dos dissipadores. Quando parte das folhas de um dossel são sombreadas por outras folhas que recebem luz forte, a taxa de crescimento vegetativo é mantida pela fotossíntese das folhas irradiadas. Neste caso, a realocação do nitrogênio é acelerada devido à elevada demanda de nitrogênio no desenvolvimento de órgãos (NAMBIAS; FIFE, 1987; ONO *et al.*, 1996).

A deficiência do nitrogênio é conhecida por acelerar a senescência foliar, estando relacionada à demanda de nitrogênio em órgãos dissipadores (THOMAS; STODDART, 1980; MAKINO *et al.*, 1983; GUITMAN *et al.*, 1991). Para a produção de novos tecidos, as plantas têm duas fontes de nitrogênio: uma é a absorção por raízes e a outra é a realocação por órgãos/folhas velhas. Se as taxas de absorção do nitrogênio nas raízes forem baixas, os órgãos dissipadores podem acelerar a senescência das folhas velhas para satisfazer sua demanda de nitrogênio (ONO *et al.*, 1996).

A relação de dissipação e origem do nitrogênio em plantas pode ser observada através de um esquema dinâmico entre radiação solar e teor de nutrientes. Quando a planta está crescendo com alta luminosidade e alta disponibilidade de nutrientes, o

nitrogênio é suprido por duas origens (folhas velhas e rotas de absorção), como se pode observar na Figura 2. Na presença de alta irradiância e suprimento de nutrientes limitados, a realocação de folhas velhas é acelerada, sendo reduzidas as rotas de absorção. Contudo, quando a irradiância é baixa com suprimento de nutrientes abundantes, o nitrogênio é suprido por rotas de absorção, tendo quase nenhum retorno por realocação de folhas velhas (HIKOSAKA, 2005).

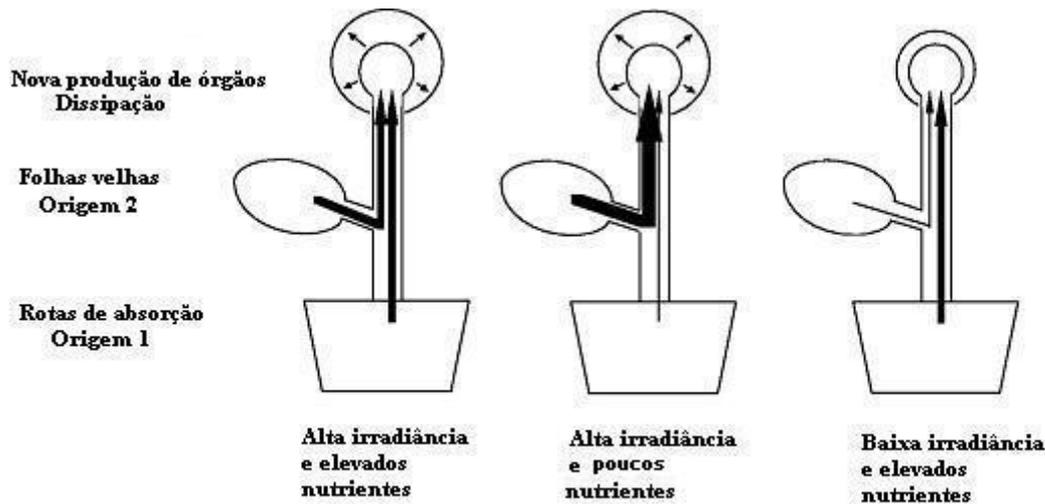


Figura 2. Relação entre rotas de absorção de nitrogênio e níveis de irradiação no desenvolvimento de órgãos vegetais em função da quantidade de nutrientes disponibilizados no solo (HIKOSAKA, 2005).

Aclimação ao sol e à sombra

A parte aérea das plantas recebe radiação de diversas formas: radiação solar direta, radiação contida na atmosfera, radiação difusa e radiação refletida (da superfície do solo). A forma de crescimento, o tipo de ramificações e a posição da folha condicionam a luminosidade da copa, onde a maioria das plantas ordena sua superfície de assimilação de forma que poucas folhas recebam radiação solar direta permanentemente. Assim a maior parte das folhas se encontra parcialmente sombreada, recebendo radiação difusa. Em plantas com folhas eretas, folhas posicionadas em perfil, folhas com o ápice voltado para baixo, bem como órgãos de assimilação com superfície recurvada (acículas – estreitas e compridas, caules assimiladores, folhas recurvadas formando um cilindro, folhas escamiformes – pequenas e triangulares presentes no caule), interceptam a radiação em ângulo agudo. Dessa forma, estas folhas se protegem de injúrias causadas pelo superaquecimento e de intensidades de radiação excessiva (LARCHER, 2004).

Na copa de árvores ou em arbustos isolados forma-se um gradiente de radiação

entre a parte externa e interna da copa. A atenuação da radiação na copa depende da arquitetura característica, do desenvolvimento da ramificação, da folhagem e da idade da planta. Uma separação é feita entre copas de sol e copas de sombra, sendo que estes dois tipos básicos de copa se desenvolvem em função da capacidade da espécie de produzir folhas adaptadas à sombra (baixa luminosidade). A irradiância média no interior da copa permite estimar a necessidade de radiação e a plasticidade fenotípica da folha de sombra. Em copas de sol, as folhas mais internas recebem uma radiação média de 10-20% em relação ao total da radiação incidente, enquanto nas copas de sombra há folhas que recebem somente uma irradiância relativa entre 1-3% (LARCHER, 2004).

Anatomia de folhas e disponibilidade de luz

As plantas se adaptam de forma morfológica e modulativa de acordo com as condições médias de radiação atuante. A diferenciação fenotípica de órgãos e tecidos geralmente não é reversível. Se as condições de radiação oscilam, posteriormente, novos ramos são produzidos e as folhas dos ramos originais não adaptadas senescem e sofrem abscisão. As plantas que crescem sob forte radiação desenvolvem um vigoroso sistema de ramos, suas folhas possuem várias camadas de células no mesófilo, são ricas em cloroplastos e possuem uma densa venação. Como consequência dessas modificações estruturais e de um metabolismo mais ativo, as plantas adaptadas às radiações intensas apresentam uma maior produção e um maior conteúdo energético de matéria seca, bem como maior potencial produtivo (floração e frutificação mais frequentes e, portanto, maior rendimento). Plantas adaptadas a baixas radiações produzem internós longos e folhas delgadas com grande superfície, sobrevivendo em lugares com pouca radiação disponível (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

As modificações modulativas ocorrem rapidamente e são reversíveis: após a volta da condição anterior, o comportamento inicial é imediatamente retomado. Exemplos desse tipo são as fotomodulações: movimento das células guarda; movimento das folhas, o qual posiciona adequadamente o limbo da foliar em relação à radiação solar incidente; e abertura e fechamento das flores em função das condições climáticas do período diurno. O deslocamento dos cloroplastos é uma reação modulativa em resposta às mudanças na intensidade da radiação. Sob fraca radiação, os plastídeos se orientam perpendicularmente à luz incidente; sob forte radiação, dirigem-se para a parede celular pela contração dos filamentos citoplasmáticos, posicionando-se próximos à parede celular (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Aplicação da teoria de Monsi e Saeki em plantas cultivadas

A interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pelo dossel exerce grande influência sobre o rendimento das culturas, quando outros fatores ambientais são favoráveis (OTTMAN; WELCH, 1989).

Para obtenção de altos rendimentos, deve-se maximizar a duração da interceptação da radiação, utilizar eficientemente a energia interceptada (fotossíntese), distribuir os novos fotoassimilados na proporção ótima para formação de folhas, caules, raízes e de estruturas reprodutivas, e manter estes processos com custo mínimo para a planta (LOOMIS; AMTHOR, 1999). Tais processos são complexos, tornando muito difícil a maximização simultânea do uso destes fatores.

Portanto, a escolha do arranjo de plantas adequado é uma das práticas de manejo importante para otimizar o rendimento das culturas, pois afeta diretamente a interceptação de radiação solar, que é um dos principais fatores determinantes da produtividade (SINCLAIR, 1993; EVANS, 1993; LOOMIS; AMTHOR, 1999), como pode ser observado na Figura 3.

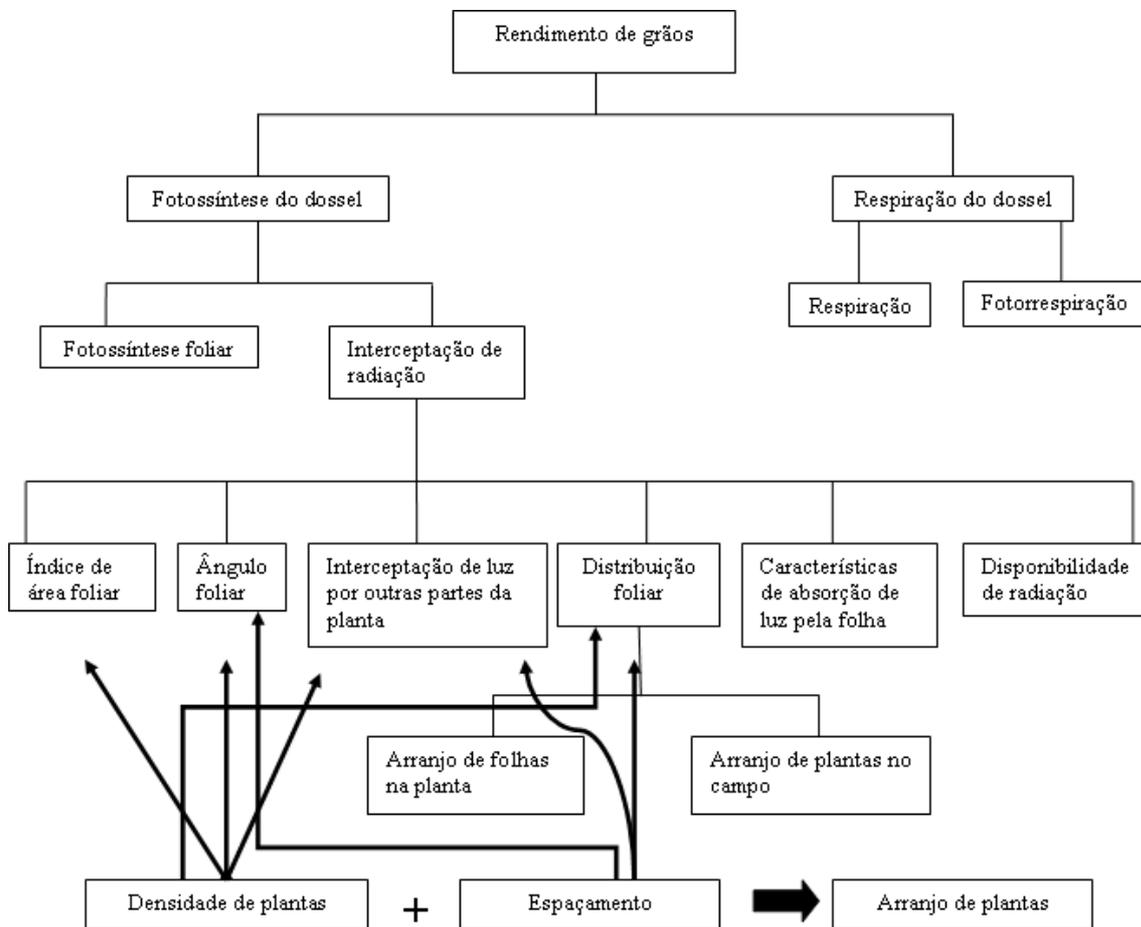


Figura 3. Fluxograma dos fatores que afetam o rendimento de grãos das culturas (GARDNER *et al.*, 1985).

Competição entre culturas e plantas daninhas: arranjo espacial das plantas cultivadas

As relações de competição entre culturas e plantas daninhas são influenciadas pelas características morfofisiológicas e pelo arranjo espacial das plantas cultivadas (BALBINOT Jr. *et al.*, 2005).

O incremento da capacidade competitiva de plantas é atribuído à emergência precoce, ao elevado vigor de plântulas, à rapidez de expansão foliar, à formação de dossel denso, à elevada altura de planta, ao ciclo de desenvolvimento longo e ao rápido crescimento do sistema radicular (SEIBERT; ROMAN *et al.*, 1999; SEEFELDT *et al.*, 1999). Plantas com elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio e, por isso, geralmente levam vantagem na utilização destes. De outro modo, o aumento da altura da planta e a formação de dossel compacto por parte da cultura relacionam-se à capacidade de sombreamento às plantas daninhas, reduzindo a disponibilidade de radiação solar à fotossíntese das plantas infestantes (GARRITY *et al.*, 1992). Adicionalmente, cultivares de culturas anuais com ciclo tardio, em geral, iniciam a fase reprodutiva quando as plantas daninhas estão cessando seu ciclo e, por isso, os recursos disponíveis se reverterem, na maioria das vezes, para a cultura de interesse (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

Devido às interações de características de planta na determinação da competitividade dos vegetais, torna-se difícil identificar aquelas que realmente se associam com elevada capacidade competitiva. Portanto, é necessário definir, para cada cultura, as características de planta que possuam maior expressividade em dotar os cultivares de habilidade superior no processo de competição com espécies daninhas (BALBINOT Jr. *et al.*, 2003).

Menores espaçamentos entre linhas permitem melhor distribuição espacial das plantas, aumentando a eficiência na interceptação da luz (FLENET *et al.*, 1996). Muitas vezes isto se reflete em incrementos de rendimento de grãos (MURPHY *et al.*, 1996), decorrente do aumento da produção fotossintética líquida (BULLOCK *et al.*, 1988). O aumento do rendimento de grãos com a redução do espaçamento entre linhas é atribuído à melhor eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre plantas por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas (JOHNSON *et al.*, 1998).

Outro efeito da redução do espaçamento entre linhas relaciona-se à qualidade de luz recebida pelas plantas. Com a disposição mais uniforme entre plantas em espaçamentos menores, ocorre maior absorção de luz na faixa do vermelho (V) e maior reflexão de luz na faixa do vermelho extremo (VE). Esta característica é especialmente importante em densidades elevadas, pois, nestes casos, as plantas recebem mais luz VE refletida, aumentando a relação VE/V. Esta variação na qualidade de luz recebida determina algumas modificações no desenvolvimento das plantas como maior alongação do colmo, folhas mais compridas e finas e elevada perda de raízes (KASPERBAUER; KARLEN, 1994).

Além dos efeitos observados, a redução do espaçamento entre linhas pode aumentar a competitividade com as plantas daninhas, a partir da maior quantidade de

luz que é interceptada pelo dossel da cultura (TEASDALE, 1995).

Alguns estudos indicam que o arranjo espacial das plantas não interfere na competitividade da cultura e que a redução do espaçamento entre fileiras, exemplo o milho (*Zea mays*), não influencia na produtividade da cultura e na produção de massa (TEASDALE, 1998). Também já observado em trigo, a produção de massa seca pelas plantas daninhas não foi afetada pelo espaçamento entre fileiras (RASMUSSEN, 2004).

O efeito do arranjo espacial de plantas sobre a competitividade das culturas é dependente de fatores como espécie cultivada, características morfofisiológicas dos genótipos, espécies daninhas presentes na área e época relativa de sua emergência, além de condições ambientais, principalmente temperatura, radiação solar e regime pluviométrico. Por exemplo, semeaduras de milho realizadas sob condições de baixas temperaturas do ar e do solo e de reduzida intensidade luminosa resultam em lento crescimento das plantas no início do ciclo de desenvolvimento. Por isso, nessa situação, o espaçamento entre fileiras exerce elevada importância na velocidade de ocupação do nicho pelas plantas de milho (BULLOCK *et al.*, 1988) e, conseqüentemente, sobre a competitividade da cultura. Nesse sentido, torna-se necessário determinar a potencialidade do arranjo espacial de plantas de milho na redução dos prejuízos ocasionados por plantas daninhas (BALBINOT Jr. *et al.*, 2005).

Conclusões

A partir das informações analisadas, foi possível constatar que a disponibilidade e o aproveitamento da radiação solar pelas plantas são influenciados diretamente pela estrutura (arranjo e ângulo foliar, densidade e espaçamento) e fisiologia das mesmas, que podem ser determinadas pela Lei de Beer, adaptada por Monsi e Saeki (1953). Contudo, sugerem-se pesquisas que enfoquem a participação de cada fração do dossel vegetativo na fotossíntese total, em função da interceptação de radiação, determinando assim a participação de cada fração da planta na fotossíntese total.

Referências

ACKERLY, D.D.; BAZZAZ, F.A. Leaf dynamics, self shading and carbon gain in seedlings of a tropical pioneer tree. **Oecologia**, Berlin, v. 101, n. 3, p. 289–298, 1995.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado da arte. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 23, n. 3, p. 415-421, 2005.

BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G.; BARBOSA NETO, J.F.; RIZZARDI, M.A. Características de plantas de arroz e a habilidade competitiva com plantas daninhas. **Planta Daninha**. Viçosa,

v. 21, n. 2, p. 165-174, 2003.

BENNETT, A. C.; SHAW, D. R. Effect of *Glycine max* cultivar and weed control on weed seed characteristics. **Weed Science**. Lawrence, v. 48, n. 4, p. 431-435, 2000.

BLANKENSHIP, R. E.; PRINCE, R. C. Excited-state redox potentials and the Z scheme of photosynthesis. **Trends Biochemical Science**. Riverport Lane, v. 10, n. 10, p. 382-383, 1985.

BOYSEN-JENSEN, P. **Die Stoffproduktion der Pflanzen**. Jena: Gustav Fischer, 1932. 108p.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367p.

BULLOCK, D.G.; NIELSEN, R.L.; NYQUIST, W.E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. **Crop Science**. Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

DINER, B. A.; RAPPAPORT, F. Structure, Dynamics, and energetic of the primary photochemistry of photosynthesis II of oxygenic photosynthesis. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto, v. 53, p. 551-580, 2002.

EVANS, J.R. Partitioning of nitrogen between and within leaves grown under different irradiance. **Australian Journal of Plant Physiology**. Collingwood, v. 16, n. 6, p. 533-548, 1989.

EVANS, L.T.; BUXTON, D.R.; SHIBLES, R.; FORSBERG, R.A. *et al.* Processes, genes, and yield potential. In: International Crop Science I, 1993, Madison. **Anais...** Madison: Crop Science Society of America, 1993. 895p.

FIRBANK, L. G.; WATKINSON, A. R. On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. **Journal of Applied Ecology**. Oxford, v. 22, n. 2, p. 503-517, 1985.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. **Agronomy Journal**. Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

GALLAGHER, J. N.; BISCOE, P. V. Radiation absorption, growth and yield of cereals. **Journal of Agricultural Science**. New York, v. 91, n. 1, p. 47-60, 1978.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, 1985. 327p.

GARRITY, D. P.; MOVILLON, M.; MOODY, K. Differential weed suppression ability in upland rice cultivars. **Agronomy Journal**. Madison, v. 84, n. 4, p. 586-591, 1992.

GUITMAN, M.R.; ARNOZIS, P.A.; BARNEIX, A.J. Effect of source-sink relations and nitrogen nutrition on senescence and N remobilization in the flag leaf of wheat. **Physiologia**

Plantarum. Oxford, v. 82, n. 2, p. 278–284, 1991.

HAY, R.; PORTER, J. **The physiology of crop yield.** 2 ed. Ames: Blackwell Publishing, 2006. 314p.

HIKOSAKA, K. Effects of leaf age, nitrogen nutrition and photon flux density on the photosynthetic apparatus of leaves of a vine (*Ipomoea tricolor* Cav.) grown horizontally to avoid mutual shading of leaves. **Planta.** Berlin, v. 198, n. 1, p. 144–150, 1996.

HIKOSAKA, K. Leaf Canopy as Dynamic System: Ecophysiology and Optimality in Leaf Turnover. **Annals of Botany.** Senday, v. 95, n. 3, p. 521-533, 2005.

HIKOSAKA, K.; TERASHIMA, I. A model of the acclimation of photosynthesis in the leaves of C₃ plants to sun and shade with respect to nitrogen use. **Plant, Cell & Environment,** Oxford, v. 18, n. 6, p. 605–618, 1995.

HIKOSAKA, K.; TERASHIMA, I.; KATOH, S. Effects of leaf age, nitrogen nutrition and photon flux density on the distribution of nitrogen among leaves of a vine (*Ipomoea tricolor* Cav.) grown horizontally to avoid mutual shading of leaves. **Oecologia.** Berlin, v. 97, n. 4, p. 451–457, 1994.

HIROSE, T. Development of the Monsi–Saeki Theory on Canopy Structure and Function. **Annals of Botany.** Senday, v. 95, n. 3, p. 483- 494, 2005.

HIROSE, T.; WERGER, M.J.A. Maximizing daily canopy photosynthesis with respect to the leaf nitrogen allocation pattern in the canopy. **Oecologia,** Berlin, v. 72, n. 4, p. 520–526, 1987.

HORAK, M. J.; LOUGHIN, T. M. Growth analysis of four *Amaranthus* species. **Weed Science,** Lawrence, v. 48, n. 3, p. 347-355, 2000.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal.** Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

KARLEN, D. L.; CAMP, C. R. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the Atlantic coastal plain. **Agronomy Journal.** Madison, v. 77, n. 3, p. 393-398, 1985.

KASPERBAUER, M. J.; KARLEN, D. L. Plant spacing and reflected far-red light effects on phytochrome-regulated photosynthate allocation in corn seedlings. **Crop Science.** Madison, v. 34, n. 6, p. 1564-1569, 1994.

KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; MAINZ, M. Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). **Weed Technology.** Lawrence, v. 17, n. 4, p. 666-673, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Editora Rima, 2004. 531p.

LOOMIS, R.S.; AMTHOR, J.S. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. **Crop Science**. Madison, v. 39, n. 6, p. 1584-1596, 1999.

LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Maximum crop productivity: an estimate. **Crop Science**, Madison, v.3, n.1, p.67-72, 1963.

MAKINO, A.; MAE, T.; OHARA, K. Photosynthesis and ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase in rice leaves. **Plant Physiology**, Rockville, v. 73, n. 4, p. 1002-1007, 1983.

MONSI, M.; SAEKI, T. The light factor in plant communities and its significance for dry matter production. **Japanese Journal of Botany**, Tokyo, v. 14, p. 22-52, 1953.

MURPHY, S. D.; YAKUBU, Y.; WEISE, S. F.; SWANTON, C. J. Effect of planting patterns on intra-row cultivation and competition between corn and late emerging weeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 6, p. 856-870, 1996.

NAMBIAS, E.K.S.; FIFE, D.N. Growth and nutrient retranslocation in needles of radiata pine in relation to nitrogen supply. **Annals of Botany**, Senday, v.60, n. 2, p.147-156,1987.

NATHAN, N.; YOCUM, C. F. Structure and function of photosystems I and II. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 57, p.521-565, 2006.

NIINEMETS, Ü. Role of foliar nitrogen in light harvesting and shade tolerance of four temperate deciduous woody species. **Functional Ecology**, Oxford, v. 11, n. 4, p. 518-531, 1997.

NOBEL, P. S. **Physicochemical and Environmental Plant Physiology**, 3 ed. San Diego: Elsevier/Academic Press, 2005. 567 p.

ONO, K.; TERASHIMA, I.; WATANABE, A. Interaction between nitrogen deficit of a plant and nitrogen content in the old leaves. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 37, n. 8, p. 1083-1089, 1996.

OSADA, N.; TAKEDA, H.; KITAJIMA, K.; PEARCY, R.W. Functional correlates of leaf demographic response to gap release in saplings of a shade-tolerant tree, *Elateriospermum tapos*. **Oecologia**, Berlin, v. 137, n. 2, p. 181-187, 2003.

OTTOMAN, M.J.; WELCH, L.F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 81, n. 2, p. 167-174, 1989.

PARVEZ, A. Q.; GARDNER, F. P.; BOOTE, K. J. Determinate and indeterminate type soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 1, p. 150-157, 1989.

PONS, T.L.; PEARCY, R.W. Nitrogen reallocation and photosynthetic acclimation in response to partial shading in soybean plants. **Physiologia Plantarum**. Oxford, v. 92, n. 4, p. 636–644, 1994.

RASMUSSEN, I. A. The effect of sowing date, stale seedbed, row width and mechanical weed control on weeds and yields of organic winter wheat. **Weed Research**. Oxford, v. 44, n. 1, p. 12-20, 2004.

ROMAN, E. S. *et al.* Modeling germination and seedling elongation of common lambsquarters (*Chenopodium album*). **Weed Science**. Lawrence, v. 47, n. 2, p. 149-155, 1999.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4 ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1992, p. 607-615.

SEEFELDT, S. S.; OGG JR., A. G.; HOU, Y. Near-isogenic lines for *Triticum aestivum* height and crop competitiveness. **Weed Science**. Lawrence, v. 47, n. 3, p. 316-320, 1999.

SEIBERT, A. C.; PEARCE, R. B. Growth analysis of weed and crop species with reference to seed weight. **Weed Science**. Champaign, v. 41, n. 1, p. 52-56, 1993.

SHIBLES, R.M.; WEBER, C. R. Interception of solar radiation and dry matter production by various planting patterns. **Crop Science**. Madison, v. 6, n. 1, p. 55–59, 1966.

SINCLAIR, T.R.; BUXTON, D.R.; SHIBLES, R.; FORSBERG, R.A. Crop yield potential and fairy tales. In: International crop science I, 1993, Madison. **Anais...**Madison: Crop Science Society of America, 1993, p. 707-711.

SINGH, T.N.; PALEG, L.G.; ASPINALL, D. Stress metabolism III. Variations in response to water deficit in the barley plant. **Australian Journal of Biology Science**, Collingwood, v. 26, p. 65-76, 1973.

STEWART, D.W.; COSTA, C.; DWYER, L.M.; SMITH, D.L.; HAMILTON, R.I.; MA, B.L. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**. Madison, v. 95, n. 6, p. 1465-1474, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. E. R. Santarem *et al.* 3 ed. Porto Alegre: Artemed, 2004.719p.

TEASDALE, J. R. Influence of corn (*Zea mays*) population and row spacing on corn and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) yield. **Weed Science**. Lawrence, v. 46, n. 4, p. 447-453, 1998.

TEASDALE, J.R. Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. **Weed Technology**. Lawrence, v. 9, n. 1, p. 113-118, 1995.

TERASHIMA, I.; ARAYA, T.; MIYAZAWA, K.S.; YANO, S. Construction and Maintenance of the Optimal Photosynthetic Systems of the Leaf, Herbaceous Plant and Tree: an Eco-

■ Nayara Pereira Miquelanti et al.

developmental Treatise. **Annals of Botany**. Senday, v. 95, p. 507-519, 2005.

THARP, B. E.; KELLS, J. J. Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album*) growth. **Weed Technology**. Lawrence, v. 15, n. 3, p. 413-418, 2001.

THOMAS, H.; STODDART, J.L. Leaf senescence. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, v. 31, p. 83–111, 1980.

Qualidade fisiológica de sementes de soja obtidas de plantas tratadas com piraclostrobina

Physiological quality of the seeds obtained from plants treated with pyraclostrobin

*Sabrina de Carvalho Canedo*¹; *Evandro Binotto Fagan*²;
*Walquíria Fernanda Teixeira*³; *Luis Henrique Soares*⁴;
*Leidyane Godinho Silva*⁵; *Maila Adriely Silva*⁶

¹ Bióloga, Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: sabrina.canedo@hotmail.com

² Professor do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.
e-mail: evbinotto@yahoo.com.br

³ Doutoranda em Fitotecnia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP)
e-mail: walquiria_bio@yahoo.com.br

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

⁵ Aluna do curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário de Patos de Minas
(UNIPAM), MG.

⁶ Aluna do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), MG.

Resumo: A cultura da soja vem sofrendo grandes reduções na produção devido a problemas relacionados com doenças fúngicas. A utilização de compostos à base de estrobilurina tem promovido, além do controle de doenças, aumentos na produtividade desta cultura. Este estudo objetivou avaliar o efeito da aplicação de um fungicida à base da estrobilurinapiraclostrobina na qualidade de sementes de soja. Os experimentos foram instalados na área experimental do Campus da ESALQ/USP, município de Piracicaba-SP. Foram utilizadas as cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR, BRS 245 RR, BRS Valiosa RR e BRS Conquista, e o experimento foi conduzido em blocos ao acaso, constituído por cinco tratamentos (T₁ – testemunha; T₂ – uma aplicação de estrobilurinapiraclostrobina em R₁; T₃ – duas aplicações de estrobilurinapiraclostrobina, em R₁ e R_{5.1}; T₄ – uma aplicação de estrobilurinapiraclostrobina em R₁ e uma aplicação de triazol em R_{5.1} e T₅ – duas aplicações de triazol, em R₁ e R_{5.1}) e cinco repetições. Os testes conduzidos no laboratório, massa de 1000 grãos, testes de germinação e envelhecimento acelerado foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, a partir das sementes coletadas no campo. De modo

geral, duas aplicações de estrobilurinapiraclostrobina proporcionaram incrementos significativos na massa de 1000 grãos. A percentagem de sementes germinadas variou de 57,3% para a cultivar M-SOY 7878 RR, até 92% para a cultivar BRS Conquista, não havendo diferença significativa entre os tratamentos para nenhuma das cultivares. Com relação ao teste de envelhecimento acelerado, detectou-se maior vigor do tratamento T₃ com relação ao tratamento testemunha, na cultivar BRS Valiosa RR. A aplicação de estrobilurinapiraclostrobina proporciona um aumento da massa de 1000 grãos nas cultivares BRS 245 RR, M-SOY 7878 RR, BRS Conquista e BRS Valiosa RR; no entanto, não afeta a germinação em nenhuma das cultivares avaliadas.

Palavras chave: *Glycine max* L. Merrill; Massa de 1000 grãos; Germinação; Estrobilurina.

Abstract: Soybean is an important culture to Brazilian Agriculture. However, its productivity has been decrease due to fungi diseases. Thus, the fungicides with strobilurin based compound can be used like plant growth promoting and fungi diseases control, which cause an increase in crop productivity. This work aimed to evaluate the fungicide pyraclostrobin effect in the seed quality of soybean. The experiments were carried out at the ESALQ-USP experimental campus. By using the cultivars M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR, BRS 245 RR, BRS Valiosa RR and BRS Conquista, the experiment was conducted in a randomized block design, consisting of five treatments (T₁: Control; T₂: one application of pyraclostrobin in R₁; T₃: two applications of pyraclostrobin in R₁ and R_{5.1}; T₄: one application of pyraclostrobin in R₁ and one application of triazole in R_{5.1}; T₅: two applications of triazole in R₁ and R_{5.1}) and five replications. Tests conducted in the laboratory, mass of 1000 grains, the germination test and accelerated aging were conducted in a completely randomized design, from seeds collected in the field. Two applications of pyraclostrobin caused a significant increase in the mass of 1000 seeds. The perceptual of germination varied from 57,3% to cultivar M-SOY 7878 RR until 92% to BRS Conquist, which did not show statistic difference between treatments. Considering the accelerated aging test, one detected a greater vigor in the treatment T₃ in relation to the control treatment, in the BRS Valiosa RR. The application of pyraclostrobin increased the mass of 1000 seeds to the BRS 245 RR, M-SOY 7878 RR, BRS Valiosa RR and BRS Conquista, but it does not affect the germination.

Keywords: *Glycine max* L. Merrill; Mass of 1000 seeds; Germination; Strobilurin

Introdução

Segundo Heiffig (2002), o potencial de rendimento da soja deve-se a uma série de fatores relacionados à planta, ao ambiente e às práticas de manejo que atuam em algum momento durante o ciclo da cultura.

Como alternativa, pela inexistência de cultivares resistentes, o manejo da doença tem sido realizado por meio da aplicação de fungicidas, principalmente pertencentes ao grupo das estrobilurinas (GODOY; FLAUSINO, 2008), que além de proporcionar o controle eficiente de diversas doenças, incluindo a ferrugem asiática, também promove efeitos fisiológicos positivos sobre as plantas.

Das estrobilurinas estudadas, a piraclostrobina tem sido alvo de várias pesquisas, as quais evidenciaram efeitos fisiológicos em plantas como o aumento da fotossíntese líquida, o incremento na assimilação de nitrogênio via enzima nitrato redutase, a redução da síntese de etileno, o aumento da concentração de proteínas, de biomassa e, conseqüentemente, ganhos significativos em produtividade (DOURADO NETO *et al.*, 2005; FAGAN, 2007). Pressupõe-se que, além de melhorar os níveis de produtividade, esses efeitos poderão ser benéficos para a qualidade fisiológica de sementes.

Sementes de elevada qualidade fisiológica são importantes para o estabelecimento da cultura, uma vez que envolvem aspectos de desempenho que visem aumentar a percentagem de germinação de sementes de espécies agrícolas.

Esses processos estão relacionados diretamente a uma rápida e uniforme cobertura do solo, ao ganho mais rápido de massa seca e, conseqüentemente, a uma maior produtividade, contribuindo significativamente para o avanço das pesquisas no campo de produção de sementes.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de estrobilurinapiraclostrobina sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja.

Material e Métodos

Condução do experimento em campo

Os experimentos foram instalados na área experimental do Departamento de Produção Vegetal, do Campus da ESALQ/USP, no município de Piracicaba-SP sob um sistema de pivô central.

As coordenadas geográficas do local são: 22° 41'30" de latitude Sul, 47° 38'30" de longitude Oeste e 546m de altitude. O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico argiloso (HEIFFIG, 2002).

O clima do local, segundo a classificação de W. Köppen, pertence ao tipo Cwah – tropical de altitude com estiagem de inverno. Nesta região, a precipitação média anual é de 1257 mm (SENTELHAS; PEREIRA, 2000), e a temperatura média anual gira em torno de 21,4°C.

A espécie utilizada foi a *Glycine max*, L. Merrill (soja), constando das cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR e BRS 245 RR, cultivadas de novembro a março de 2010, e BRS Valiosa RR e BRS Conquista, cultivadas de janeiro a maio de 2010. Todas as cultivares foram semeadas no espaçamento de 0,45m entre linhas em uma densidade de 28 sementes por metro linear. Posteriormente, realizou-se o desbaste, e para este foi realizada medida de altura média das plantas. A partir desta média, foram retiradas as maiores e menores plantas, proporcionando uma população final de 288.888 plantas ha⁻¹.

Antes da semeadura realizou-se a análise de solo, em que foi baseada a adubação da cultura. Na adubação de base, foram usados 250 kg ha⁻¹ da formulação NPK, 00-20-20, totalizando a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Assim, de acordo com a análise, foi necessário realizar apenas a adubação de manutenção.

Também se realizou adubação foliar com Cobalto e Molibdênio, de acordo com recomendações da Embrapa (2009), com volume de calda de 250L ha⁻¹ e na dose de 200 mL ha⁻¹ no estádio V₅, segundo a escala fenológica proposta por Fher e Caviness (1977). As aplicações dos fungicidas foram realizadas através de pulverizador costal com injeção de CO₂.

As sementes foram tratadas com 150 g de *Bradirizobium japonicum* e *Bradirizobium melkanii* + turfa a cada 50 kg de sementes. Posteriormente efetuou-se a aplicação de carbendazim na dose de 200 mL para cada 100 kg de semente.

Para o controle de plantas daninhas nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, utilizaram-se os herbicidas pré-emergentes, flumetsulan ($1,0 \text{ L ha}^{-1}$) + pendimethalin ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$), logo após a semeadura. Durante o desenvolvimento da cultura, o controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capina manual entre os estádios V₃ e R₁.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial com cinco tratamentos (T₁ – testemunha; T₂ – uma aplicação de estrobilurinapiraclostrobina em R₁; T₃ – duas aplicações de estrobilurinapiraclostrobina, em R₁ e R_{5.1}; T₄ – uma aplicação de estrobilurinapiraclostrobina em R₁ e uma aplicação de triazol em R_{5.1} e T₅ – duas aplicações de triazol, em R₁ e R_{5.1}). Para as cultivares BRS Valiosa RR e BRS Conquista foram usadas cinco repetições; já para as cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR e BRS 245 RR utilizaram-se três repetições, pois que algumas repetições foram perdidas devido ao ataque de pássaros.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas através de pulverizador costal com injeção de CO₂. Utilizou-se uma barra de 2,25m de comprimento, com quatro bicos do tipo leque com uma pressão de dois bar.

A primeira aplicação dos fungicidas em todas as cultivares foi realizada no estádio R₁ (início da floração). Nas cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR e BRS 245 RR a primeira aplicação foi efetuada 56 dias após a semeadura, e nas cultivares BRS Conquista e BRS Valiosa RR, 54 dias após a semeadura. A segunda aplicação dos fungicidas, referente ao estádio R_{5.1} (início da formação da semente), foi efetuada 77 dias após a semeadura nas cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR e BRS 245 RR, e 69 dias após a semeadura nas cultivares BRS Valiosa RR e BRS Conquista.

Os experimentos referentes às cultivares M-SOY 8008 RR, M-SOY 7878 RR e BRS 245 RR apresentaram 21 parcelas, com 7 m de comprimento por 2,25 m de largura cada (5 linhas), totalizando uma área de 15,75 m². Cada experimento apresentou uma área bruta de 330,75 m².

Os experimentos referentes às cultivares BRS Valiosa RR e BRS Conquista apresentaram 30 parcelas, com 8 m de comprimento por 2,25 m de largura cada (5 linhas), totalizando uma área de 18 m². Cada experimento apresentou uma área bruta de 540 m².

A colheita do experimento foi realizada no estádio R₉, apenas nas três fileiras centrais. De cada uma das fileiras foi descontado 0,5 m do início e do final, tidos como bordadura.

Testes de laboratório

Foram utilizadas as sementes coletadas no campo para a realização destes testes, que foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, constituído por cinco tratamentos e número variado de repetições, conforme o tipo de avaliação realizada.

Análise de 1000 grãos: realizada de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), em que a massa foi mensurada em balança de precisão (0,001g), com cinco repetições por tratamento.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes por tratamento, sendo estas sementes distribuídas em rolos de papel “germitest”, onde as sementes foram colocadas para germinar entre três folhas de papel, umedecidas com água destilada a uma proporção de duas vezes e meia a massa do papel seco.

Depois de confeccionados, os rolos de papel foram colocados em sacos plásticos, para manter a umidade, e colocados em germinador tipo (B.O.D.), regulado à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 1992).

A contagem de sementes germinadas foi feita no 8º dia após a instalação do experimento, considerando-se germinadas as sementes que originaram plântulas normais, expressas em porcentagem (BRASIL, 2009).

Teste de Envelhecimento Acelerado (TEA): conduzido com as cultivares Valiosa e Conquista, conforme a metodologia descrita por Santos *et al.* (2007), utilizando-se uma minicâmara na qual foram colocadas quatro repetições de 50 sementes de cada tratamento sobre uma tela localizada a 2 cm do fundo do gerbox, adicionando-se 40 mL de água no seu interior. A seguir, foram levadas para a câmara de envelhecimento acelerado, regulada a uma temperatura de 42º C e 95% de umidade relativa, por um período de 72 horas. Retiradas da câmara, as sementes foram colocadas para germinar, e avaliadas conforme o teste de germinação descrito na RAS (BRASIL, 2009).

Os resultados dos tratamentos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Na Tabela 2 é possível observar os efeitos da aplicação da estrobilurinapiraclostrobina e triazol nas cultivares de soja para a variável massa de 1000 grãos. De modo geral, duas aplicações de estrobilurinapiraclostrobina proporcionam incrementos significativos na massa de 1000 grãos, exceto na M-SOY 8008 RR, em que não houve diferença entre nenhum dos tratamentos.

Tabela 2. Massa de 1000 grãos em diferentes cultivares de soja, nos tratamentos: testemunha (T₁), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) (T₂), com duas aplicações da estrobilurinapiraclostrobina (R₁ e R_{5.1}) (T₃), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) e uma de triazol (R_{5.1}) (T₄) e duas aplicações de triazol (R₁ e R_{5.1}) (T₅). ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2010.

Tratamento	Massa de 1000 grãos (g)				
	BRS 245 RR	MONSOY 7878 RR	MONSOY 8008 RR	BRS CONQUISTA	BRS VALIOSA RR
T ₁	98,8c*	106,0d	112,8a	114,3c	109,7c
T ₂	118,8b	131,5b	119,7a	123,7bc	117,3bc
T ₃	126,1a	138,8ab	121,1a	142,0a	138,7a
T ₄	127,2a	120,7c	114,3a	132,7ab	134,0ab
T ₅	112,4b	142,1a	118,8a	147,7a	152,3a
Média	116,7	127,8	117,34	132,1	130,4
CV (%)	2,18	2,29	5,92	4,35	5,31

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na cultivar BRS 245 RR, as maiores massas de 1000 grãos foram obtidas no tratamento com duas aplicações de estrobilurina (T₃) e no tratamento com uma aplicação de estrobilurina e uma de triazol (T₄), os quais apresentaram um incremento de 11,05 g com relação ao tratamento com uma aplicação de estrobilurina (T₂) e ao tratamento com duas aplicações de triazol (T₅). Com relação à testemunha (T₁), essa superioridade foi de 27,85 g para os tratamentos T₃ e T₄, e de 16,8 g para os tratamentos T₂ e T₅ (Tabela 2).

Avaliando a cultivar M-SOY 7878 RR, constata-se um comportamento similar ao encontrado na BRS 245 RR, em que duas aplicações de estrobilurina proporcionaram os melhores efeitos no acúmulo da massa de 1000 grãos, porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos T₂ e T₅.

Com relação às cultivares BRS Conquista e BRS Valiosa RR, as médias obtidas foram similares, sendo os maiores incrementos observados nos tratamentos T₃, T₄ e T₅. Na cultivar BRS Conquista essa superioridade foi de 18,3%, e na cultivar BRS Valiosa RR, 24,8%.

O menor valor de massa de 1000 grãos foi encontrado no tratamento testemunha em todas as cultivares. Isso se deve provavelmente a maior incidência da doença nesse tratamento.

Os incrementos da massa de 1000 grãos encontrados neste trabalho para os tratamentos que receberam estrobilurina podem estar relacionados ao aumento da atividade fotossintética e à diminuição da respiração que, de acordo com Fagan *et al.* (2010), contribui para o aumento na produção de carboidratos que podem ser translocados para os grãos, proporcionando o aumento da massa.

Estes dados corroboram com os resultados observados por Fagan (2007), Diesel e Nunes (2009), Rodrigues (2009) e Fagan *et al.* (2010), com cultura de soja tratada com estrobilurina. Este efeito também foi observado em trigo (*Triticum aestivum* L.) por Gooding *et al.* (2000 *apud* FAGAN, 2007), os quais ressaltam o efeito benéfico da estrobilurinapiraclostrobina no crescimento e massa de 1000 grãos.

Segundo Fagan (2007), o aumento da atividade fisiológica das plantas está ligado ao aumento na assimilação de carbono e nitrogênio, por meio do incremento da taxa fotossintética e da atividade da enzima nitrato redutase nas folhas. De acordo com Köehle *et al.* (2002), o aumento na fotossíntese líquida pode ser explicado pela inibição transitória da respiração da planta quando tratada com fungicidas à base de estrobilurinapiraclostrobina. O incremento na massa de 1000 grãos também pode estar relacionado à maior duração foliar promovida pela diminuição da síntese de etileno (DIM-MOCK; GOODING, 2002), um dos principais efeitos das plantas tratadas com estrobilurinas.

Os incrementos observados para a massa de 1000 grãos (Tabela 2) não afetaram a porcentagem de germinação entre os tratamentos para nenhuma das cultivares de soja analisadas. A porcentagem de sementes germinadas variou de 57,3% para a cultivar M-SOY 7878 RR até 92% para a cultivar BRS Conquista (Tabela 3).

Existem divergências na literatura sobre o efeito do tamanho e a massa de sementes sobre o processo de germinação. Segundo Pivetta *et al.* (2008), o tamanho da semente pode influenciar o processo de germinação.

Tabela 3. Percentagem de germinação de sementes em diferentes cultivares de soja, nos tratamentos: testemunha (T₁), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) (T₂), com duas aplicações da estrobilurinapiraclostrobina (R₁ e R_{5.1}) (T₃), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) e uma de triazol (R_{5.1}) (T₄) e duas aplicações de triazol (R₁ e R_{5.1}) (T₅). ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2010.

Tratamento	%G				
	BRS 245 RR	MONSOY 7878 RR	MONSOY 8008 RR	BRS CON-QUISTA	BRS VALIOSA RR
T ₁	78,7a*	62,7a	60,7a	89,0a	82,5a
T ₂	71,3a	76,7a	71,3a	88,0a	82,0a
T ₃	76,7a	57,3a	73,3a	85,0a	80,0a
T ₄	82,0a	72,0a	66,7a	92,0a	83,0a
T ₅	70,0a	68,0a	67,3a	89,0a	84,0a
Média	75,74	67,34	67,86	88,6	82,3
CV(%)	11,39	16,43	21,48	6,38	14,53

*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados obtidos por Carvalho e Nakagawa (2000) mostram que as menores sementes apresentam porcentagem de germinação significativamente menor quando comparadas às de maior tamanho. Resultados obtidos em cultura de feijão por Jauer (2002), relativos à porcentagem de germinação das sementes, mostraram para a cultivar TPSBionobre diferenças significativas entre tamanhos, ocorrendo maior germinação (87%) das maiores sementes.

Já em trabalhos relacionados com embebição, em sementes de diferentes tamanhos, tem sido verificado que as de menor tamanho atingem teores de água superiores aos observados para sementes maiores (PÁDUA *et al.*, 2010). Segundo Marcos Filho (2005), isso está relacionado à maior área de contato por unidade de massa, nas sementes menores. Assim, estas apresentam maior porcentagem e velocidade de germinação.

Na Tabela 3 também é possível observar que apenas as cultivares BRS Conquista e BRS Valiosa RR apresentaram percentagens média de plântulas normais superiores à mínima estabelecida para a comercialização de sementes de soja (MAPA, 2005).

Quando as sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado, na cultivar BRS Valiosa RR, somente se detectou porcentagem de germinação do tratamento T₃ com relação ao tratamento testemunha sem aplicação (T₁), tendo um acréscimo de 26%, mostrando haver para essa cultivar relação entre o aumento da massa de grãos proporcionado pela aplicação de estrobilurina (Tabela 2), com o aumento do vigor (Tabela 4).

Para a cultivar BRS Conquista, o teste de envelhecimento acelerado não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 4), evidenciando que nessa cultivar não houve efeito do incremento da massa de grãos proporcionado pela aplicação de estrobilurina e triazol, sobre o vigor das sementes.

Tabela 4. Percentagem de germinação de sementes após envelhecimento acelerado em diferentes cultivares de soja, nos tratamentos: testemunha (T₁), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) (T₂), com duas aplicações da estrobilurinapiraclostrobina (R₁ e R_{5.1}) (T₃), com uma aplicação da estrobilurinapiraclostrobina (R₁) e uma de triazol (R_{5.1}) (T₄) e duas aplicações de triazol (R₁ e R_{5.1}) (T₅). ESALQ/USP, Piracicaba-SP, 2010

Tratamento	Envelhecimento Acelerado (%G)	
	BRS CONQUISTA	BRS VALIOSA RR
T ₁	5,0a*	8,8b
T ₂	19,0a	19,2ab
T ₃	21,0a	35,2a
T ₄	21,0a	30,4ab
T ₅	27,5 ^a	32,4ab
Média	18,7	25,2
CV(%)	11,69	15,98

* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A influência do tamanho e massa das sementes também tem sido estudada visando identificar diferenças de vigor; porém, também nesse caso, os resultados têm sido contraditórios. Estudos feitos por Carvalho e Nakagawa (2000) mostram que sementes maiores ou de maior densidade em uma mesma espécie são, potencialmente, mais vigorosas do que as menores e menos densas e originam plântulas mais desenvolvidas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

A explicação comumente apresentada para a possível influência do tamanho das sementes sobre o vigor tem sido a de que as sementes maiores, normalmente, possuem embriões bem formados e com maior quantidade de substâncias de reserva, sendo, conseqüentemente, as mais vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Entretanto, Carvalho e Nakagawa (2000), trabalhando com sementes de soja, verificaram que as de menor tamanho germinaram e emergiram mais rapidamente. Carvalho e Nakagawa (2000) salientam que, em algumas circunstâncias, as sementes de maior tamanho podem apresentar pior desempenho devido ao fato de que as condições ambientais de produção não serem favoráveis para sua qualidade ou, por terem sofrido maior percentual de danos mecânicos que as demais classes.

Em função dos resultados encontrados, constata-se que a aplicação da estrobilurinapiraclostrobina nas cultivares analisadas, embora tenha ocasionado incremento da massa de grãos, não resultou em um aumento na qualidade de sementes para todas as cultivares, sugerindo que essa característica seja mais influenciada por fatores genéticos do que por fatores internos relacionados com a aplicação de estrobilurina.

Também, além de diferenças genéticas, outros fatores, como as condições climáticas durante o desenvolvimento da cultura e as condições de colheita e armazenamento, podem ter interferido nos resultados.

Considerações finais

A aplicação de estrobilurinapiraclostrobina proporciona um aumento da massa de 1000 grãos nas cultivares BRS 245 RR, M-SOY 7878 RR, BRS Valiosa RR e BRS Conquista, e do vigor da cultivar BRS Valiosa RR, não afetando a germinação em nenhuma das cultivares.

Referências

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

DIESEL, M.; NUNES, J. Produção de grãos em relação ao número de aplicação de fungicida no controle de doenças foliares na cultura da soja. **Cultivando o saber**. Cascavel, v. 2, n. 1, p. 80-90, 2009.

DIMMOCK, J. P. R. E.; GOODING, M. J. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. **Journal of Agricultural Science**. Cambridge, n.138, p.1-16, 2002.

DOURADO NETO, D.; OLIVEIRA, R. F.; BEGLIOMINI, E.; RODRIGUES, M. A. T. F500 em soja e milho: efeitos fisiológicos comprovados. **Atualidades Agrícolas**, n. 5, p. 12-16, 2005.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2008 (Sistemas de Produção, 13). 262p.

FAGAN, E. B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação da estrobilurinapiraclostrobina**. 2007. 83f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FAGAN; E. B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R. B.; YEDA, M. P.; MASSIGNAM, L. F.; OLIVEIRA, R. F. de; MARTINS, K. V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. **Bragantia**. Campinas, v. 69, n. 4, 771-777, 2010.

FHER, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report, 80).

GODOY, C. V.; FLAUSINO, A. M. **Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem asiática da soja em Londrina e Tamarana, PR, na safra 2007/08**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, jul. 2008 (Circular Técnica, 57). 4p.

HEIFFIG, L. C. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max*, L. Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

JAUER, A.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C. Tamanho das sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v. 9, n. 1, p. 65-72, 2002.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F 500 on plants. In: DEHNE, H.W.; GISI, U.; KUCK, K.H.; RUSSELL, P.E.; LYR, H. (ed.). **Modern fungicides and anti-fungal compounds III**. Andover, 2002, p. 61-74.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta /consultarLegislacao.do?Operação=visualizar&id=16534>>. Acesso em: out. 2010.

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

PÁDUA, G. P. de; ZITO, R. K.; ARARANTES, N. A.; FRANÇA NETO, J. D. de. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 9-16, 2010.

PIVETTA, K. F. L.; SARZI, I.; ESTELLITA, M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, 2008.

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja**. 2009. 197f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SANTOS, E. L. dos; POLA, J. N.; BARROS, A. S.; PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 20-26, 2007.

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

SCHHEEREN, B. R. TOLENTINO, C. F.; CARDOSO, P. C.; SILVA, V. A. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratada com fungicida em diferentes períodos de armazenamento em Pedra Preta MT. **Rev. Ensaios e ci.** Campo Grande, v. 7, p. 863-870, set. 2003. Edição especial.