

CÍNTIA MARIA TEIXEIRA FIALHO

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO
DE PLANTAS JOVENS DE *Coffea arabica* L.

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

CÍNTIA MARIA TEIXEIRA FIALHO

INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO
DE PLANTAS JOVENS DE *Coffea arabica* L.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de Fevereiro de 2010

Prof. Cláudio Pagotto Ronchi
(Co-orientador)

Prof. José Barbosa dos Santos
(Co-orientador)

Prof. André Cabral França

Prof. Ney Sussumu Sakiyama

Prof. Antonio Alberto da Silva
(Orientador)

Aos meus pais, Paulo e Marta.

Dedico

*"Atrás de cada linha de chegada, há uma de partida.
Atrás de cada conquista vem um novo desafio. "
(Madre Tereza de Calcutá)*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

Ao professor Antonio Alberto da Silva pela confiança, paciência e por todos os ensinamentos transmitidos.

Aos meus co-orientadores Cláudio Pagotto Ronchi, José Barbosa dos Santos e André Cabral França, pela atenção e valiosas críticas neste estudo.

Ao professor Ney Sussumu Sakiyama pelas sugestões visando à melhoria deste trabalho.

Ao professor Francisco Afonso Ferreira pelos ensinamentos e amizade.

Aos professores Lino Roberto Ferreira e Aroldo Machado pela amizade e incentivo nos primeiros anos de estágio.

Ao técnico Luis Henrique pela disponibilidade e zelo durante a execução dos experimentos.

Aos amigos e colegas de trabalho; Alessandra, Autires, Christiane, Enio, Gustavo, Leandra, Lívia, Marco, Paulo, Rafael, Siumar, Willian, Miler e demais membros da equipe planta daninha.

Aos meus pais Paulino e Marta pelo amor, carinho, confiança e ensinamentos.

Aos meus irmãos Izabel e Marcos Paulo pelo companheirismo, respeito, incentivo e, pelo exemplo de luta e determinação.

Aos meus sobrinhos, Luiz Antonio, Samuel, Arthur, Mateus e Gabriel pelo amor e carinho sinceros.

Aos meus cunhados Antonio e Andréia pela amizade.

A todos os amigos que compartilharam comigo os momentos bons e difíceis deste trabalho, em especial, às amigas de república.

Aos colegas do curso de pós-graduação do Departamento de Fitotecnia e à Secretária Tatiana pela atenção e acessibilidade.

Enfim, agradeço a Deus, pelo dom da vida, por dar sentido e razão ao meu viver, guiar meus passos, abrir portas e, finalmente, por colocar pessoas maravilhosas em meu caminho.

BIOGRAFIA

CÍNTIA MARIA TEIXEIRA FIALHO, filha de Paulino Lopes Fialho e Maria Marta Teixeira Fialho, nasceu na cidade de Canãa, Minas Gerais, em 19 de abril de 1985.

Iniciou o curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, no ano de 2003 e colou grau em janeiro de 2008.

Em Março de 2008, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 19 de fevereiro de 2010.

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. LITERATURA CITADA	3
3. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL PLANTAS DE <i>Coffea arabica</i> L	6
3.1. RESUMO	6
3.2. ABSTRACT	6
3.3. INTRODUÇÃO	7
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.6. LITERATURA CITADA	23
4. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES DO CAFEIEIRO E EM PLANTAS DANINHAS CULTIVADAS EM COMPETIÇÃO	27
4.1. RESUMO	27
4.2. ABSTRACT	27
4.3. INTRODUÇÃO	28
4.4. MATERIAL E MÉTODOS	29
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.6. LITERATURA CITADA	41
5. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE CAFÉ, EM DUAS ÉPOCAS DE INFESTAÇÃO	44
5.1. RESUMO	44
5.2. ABSTRACT	44
5.3. INTRODUÇÃO	45
5.4. MATERIAL E MÉTODOS	46
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.6. LITERATURA CITADA	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60

RESUMO

FIALHO, Cíntia Maria Teixeira, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Interferência de plantas daninhas no crescimento e nutrição de plantas jovens de *Coffea arabica* L.** Orientador: Antonio Alberto da Silva. Coorientadores: Cláudio Pagotto Ronchi e José Barbosa dos Santos.

Apesar da grande área ocupada pelo café no território brasileiro a produtividade média desta cultura no Brasil é baixa. Dentre os vários fatores que contribuem para isto destaca-se a interferência das plantas daninhas, que competem pelos recursos água, luz e nutrientes. Na fase inicial de crescimento do cafeeiro é considerado uma das fases mais sensíveis à interferência das plantas daninhas, sobretudo, na linha de cultivo da cultura. Porém, a manutenção da lavoura durante todo o ciclo, livre de qualquer planta daninha deixa o solo desprotegido contra a erosão. Nos últimos anos, visando maior sustentabilidade da atividade cafeeira, tem-se procurado desenvolver sistemas integrados de manejo de plantas daninhas. Neste sistema cultiva-se entre as linhas do café espécies de plantas daninhas que têm como finalidade a promover a cobertura do solo e a reciclagem de nutrientes. Neste trabalho objetivou-se avaliar os efeitos da Interferência de plantas daninhas no crescimento e nutrição de plantas jovens de *Coffea arabica* L. Para isso, foram realizados três experimentos em casa de vegetação. No primeiro experimento avaliou-se quatro espécies de plantas daninhas: *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, *Brachairia plantaginea*, *Mucuna aterrima*, em quatro densidades (zero, duas, quatro e seis plantas por vaso) em competição com plantas de café. O plantio das espécies de plantas daninhas foi realizado 60 dias após o transplântio do café e estas conviveram em mesmo vaso por 90 dias. A *M. aterrima* e *B. plantaginea* foram às espécies que mais influenciaram negativamente o crescimento do café. Ocorreu relação negativa entre aumento da densidade de plantas daninhas, com as variáveis de crescimento de plantas de café e razões de massa radicular e sistema radicular/parte aérea. No segundo experimento avaliaram-se os teores foliares de nutrientes nas plantas de café e nas espécies daninhas cultivadas em competição. Todas as espécies de plantas daninhas, quando em convivência com o café, proporcionaram menor teor de nutrientes nas folhas da planta cultura, principalmente, com o incremento da densidade de plantas. Exceção foi observada para as concentrações de N nas folhas do cafeeiro que conviveram com *M. aterrima*. Os teores de nutrientes nas folhas das

plantas daninhas diferiram por espécie indicando capacidade diferenciada de reciclagens de nutrientes. No terceiro experimento avaliaram-se os efeitos de interferência da *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria plantaginea* sobre o crescimento de plantas de café aos 60 dias após transplântio (60 DAT) e aos 180 dias após o transplântio (180 DAT). A interferência das gramíneas no crescimento das plantas de café mais jovem (60 DAT) foi maior em relação às plantas de café aos 180 DAT. Os efeitos da competição das espécies de plantas daninhas nas plantas mais jovens de café (60 DAT) foram similares não diferindo para a maioria das variáveis relacionadas ao crescimento das plantas de café. Todavia, quando a competição se instalou mais tarde aos 180 DAT, a *B. plantaginea* foi à espécie mais competitiva. O aumento da densidade de plantas daninhas promoveu maior alocação de fotoassimilados para parte aérea em detrimento ao sistema radicular do café.

ABSTRACT

FIALHO, Cíntia Maria Teixeira, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Weed effect on the growth and nutrition of young *Coffea arabica* L. plants.** Advisor: Antonio Alberto da Silva. Co-advisors: Cláudio Pagotto Ronchi and José Barbosa dos Santos.

The average national yield of coffee is low, in spite of the large area occupied by this culture in Brazil. Among several other reasons for that, the effect of weeds deserves especial attention. They compete for water, light and food resources. The initial growth stage of coffee plants is considered one of the most sensitive stages to weed effects, mainly in the culture line. However, when crops are maintained free from any weeds during the whole cycle, the soil becomes unprotected. In recent years, aiming at a higher sustainability of the coffee sector, integrated systems of weed management have been developed. In these systems, some species of weeds have been cultivated between the lines of coffee with the purpose of promoting soil coverage and nutrient recycling. The present work aimed at evaluating the effects of weeds on the growth and nutrition of young plants of *Coffea arabica* L. For such, three experiments were carried out in a greenhouse. In the first experiment, four species of weeds were evaluated: *Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria plantaginea* and *Mucuna aterrima*, in four densities (zero, two, four and six plants per vase), in competition with coffee plants. The planting of weed species was performed 60 days after the transplanting of the coffee plants and they remained in the same vase for 90 days. *M. aterrima* and *B. plantaginea* were the species that most affected the coffee growth. A negative relation was observed between the density of weeds and the growth variables of coffee plants and between root mass and root system/aerial part ratios. In the second experiment, the nutrient leaf contents in the coffee plants and in the competing weed species were evaluated. All the weed species provided a lower content of macro and micronutrients on the leaves of the coffee plants, mainly with the increase in the density of the plants. An exception was observed for the N concentrations in the leaves of the coffee plant which was together with *M. aterrima*. The nutrient contents in the leaves of the weeds varied according to the species, indicating the different capacity of competition and nutrients. In the third experiment, the effects of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria plantaginea* on the growth of coffee plants was evaluated at 60 and 180 days after transplanting (DAT).

The effects of the grasses on the growth of the coffee plants was higher at 60 DAT, in comparison to the coffee plants at 180 DAT. The effects of the competition on the growth variables were similar among the weeds, when cultivated at 60 DAT. However, when the competition was installed later (180 DAT), *B. plantaginea* was the most competitive species. The increase in the density of weeds promoted higher allocation of photoassimilates for the aerial part of the coffee plant, to the detriment of the root system.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Dentre aproximadamente 103 espécies descritas do gênero *Coffea* (Davis et al. 2006), somente *C. arabica* (café arábica) e *C. canephora* (café robusta) têm expressão econômica no mercado mundial. A cultura do café no Brasil ocupa área superior a 2,3 milhões de hectares com produção na safra de 2009 estimada em 39,07 milhões de sacas, sendo o maior produtor e exportador de café mundial. O café arábica devido a boa qualidade de sua bebida, responde por cerca de 70% de todo café consumido no mundo. Contudo, a produtividade média brasileira de café (18,11 sacas ha⁻¹) é baixa, considerando que o potencial produtivo das variedades cultivadas no Brasil é superior a 40 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (Conab, 2009). Vários fatores podem afetar a produtividade do cafeeiro, dentre estes: lavouras antigas e depauperadas, deficiências nutricionais, bienalidade de produção, oscilações nos preços internacionais do produto, estresses abiótico e biótico, baixa tecnologia de produção e manejo inadequado da cultura e das plantas daninhas (Caixeta et al., 2008; Silva et al., 2008).

A competição de plantas daninhas por recursos do meio (água, luz e nutrientes) é relatada como causa direta da redução de produtividade das culturas, embora a limitação destes recursos possua efeitos distintos entre as espécies. Dentre as culturas perenes, a de café se destaca pela alta susceptibilidade à competição exercida pelas plantas daninhas, com reflexos negativos no crescimento das plantas jovens (Ronchi & Silva 2006) e, conseqüentemente, na produtividade de grãos. Esta alta sensibilidade da cultura de café a interferência das plantas daninhas pode ser atribuída à competição por nutrientes (Ronchi et al., 2003; Ronchi & Silva, 2006; Silva & Ronchi, 2004), luz e por água (Alfonsi et al., 2005). Na maioria das vezes, estes recursos são limitados até mesmo para o desenvolvimento da cultura, e, quando num mesmo espaço se desenvolvem plantas daninhas e cultura estabelece-se a competição (Radosevich et al., 1996). A competição entre a comunidade infestante e a cultura tem efeitos negativos sobre as duas, porém, a espécie daninha quase sempre supera a cultivada (Pitelli, 1985).

A fase da lavoura de café mais sensível a interferência das plantas daninhas é do transplântio das mudas até o segundo ano pós-plantio (Silva et al., 2008), sobretudo quando estas espécies estão na linha de plantio da cultura (Ronchi et al., 2003; 2007). Isto ocorre porque neste estágio de desenvolvimento do cafeeiro as plantas apresentam crescimento lento e deixam o solo exposto e propenso à exposição de luz. Dessa

forma, a infestação e o crescimento das plantas daninhas são favorecidos, e o crescimento do cafeeiro é conseqüentemente, prejudicado caso o controle não seja efetuado em tempo hábil.

Os nutrientes são um dos fatores passíveis de competição pelas plantas, sendo afetados pelo teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores, e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas (Pitelli, 1983). Além disso, as plantas daninhas se destacam na rapidez e eficiência de utilização dos recursos do ambiente devido à sua rusticidade (Myers & Anderson, 2003) levando vantagem sobre o crescimento das culturas. Plantas de *Bidens pilosa* em densidade equivalente a 75 plantas m², são capazes de extrair e acumular mais de nove, quinze, sete e oito vezes a quantidade de N, P, K e S, respectivamente, comparada ao cafeeiro (Ronchi, et al., 2003).

Diversas são as pesquisas (Friessleben et al., 1991; Toledo et al., 1996; Ronchi et al., 2003; Dias et al., 2005) relatam que a interferência imposta pelas daninhas resulta na diminuição do teor de nutrientes nas folhas, menor crescimento e, conseqüentemente, menor produção do cafeeiro. Todavia, há benefícios do “consórcio” entre espécies vegetais na entrelinha com a cultura do café quanto ao controle da erosão, reciclagem de nutrientes e sustentabilidade da lavoura (Baumann et al., 2001). Com o avanço da Ciência das Plantas Daninhas torna-se necessária nova interpretação dos resultados das pesquisas citadas, considerando também o efeito benéfico dessas espécies não cultivadas. Portanto, evidencia-se nova fase nas pesquisas sobre a competição com plantas daninhas, onde conceitos de manejo integrado precisam ser explorados (Mortensen et al., 2000).

Há relatos da experiência do uso de faixas de controle de plantas daninhas de algumas espécies como *Brachiaria decumbens* (Souza et al., 2006), adubo verde (Paulo et al., 2001) entre outras, em consórcio com o café. Dentre outras vantagens desse consórcio destaca-se a produção de grande quantidade de material vegetal de lenta decomposição, que reduz a erosão do solo em áreas de montanha, garante a reciclagem de nutrientes, a manutenção da umidade e da temperatura do solo. Além de algumas espécies como *Mucuna aterrima* terem a capacidade de suprimir as plantas daninhas (Carvalho et al., 2002; Nascimento & Matos, 2007), por efeitos alopáticos (Almeida, 1991) ou pela barreira física interferindo na disponibilidade de água, luz, gases e nutrientes no solo (Farevo et al. 2001). Nesse sentido, novas estratégias glyphosate [N-(fosfometil)glicina] destaca-se, principalmente, por suas características físico- devem

estar focadas na biologia destas espécies e na sua interação com as culturas e com a microbiota do solo.

Apesar da grande importância agrônômica de algumas plantas que ocorrem entre as linhas da cultura do café, não se deve permitir o desenvolvimento destas na linha da cultura por reduzirem seu crescimento (Ronchi & Silva, 2006), sendo recomendável o controle das mesmas na linha da cultura, principalmente pela competição por nutrientes (Ronchi et al., 2003; 2007). Segundo Souza et al. (2006), no desenvolvimento inicial do cafeeiro a largura mínima da faixa de controle utilizada foi igual ou superior a 100 cm de cada lado da linha, a fim de manter as plantas de café livres da interferência de *B. decumbens*.

Há carência de pesquisa científica sobre esse assunto, sendo que o grau de interferência pode variar de acordo com a espécie e a densidade de plantas (Ronchi et al. 2003) e a maioria das técnicas que vêm sendo desenvolvidas, precisa ser ajustada para as diferentes condições de solo, clima e espécies competidoras. Deste modo, o manejo eficiente e econômico das plantas daninhas constitui fator imprescindível para a viabilização da cafeicultura, sendo de extrema importância o conhecimento do comportamento, biologia e mecanismos de interferência entre plantas daninhas e cultura.

Com intuito de avaliar os efeitos da interferência de *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima*, no crescimento de plantas jovens de café (*Coffea arabica* L.), bem como, a influência dessas plantas daninhas sobre a nutrição mineral da cultura, realizou-se este trabalho.

2. LITERATURA CITADA

ALFONSI, E. L. et al. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 1-13, 2005.

ALMEIDA, F. S. Efeito alelopático de resíduos vegetais. **Pes. Agrop. Bras.**, v. 26, n. 2, p.221-236, 1991.

BAUMANN, D. T. BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J. Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. **Crop Sci.**, v. 41, n. 3, p. 764-774, 2001.

- CAIXETA, G. Z. T. et al. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Inf. Agropec.**, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.
- CARVALHO, G. J.; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C. T. Potencial alelopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*). **Ciêñ. Agrot.**, v. 26, n. 3, p. 647-651, 2002.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. [11/07/2009]. < <http://www.conab.gov.br> (Acessado em 25/09/2009).
- DAVIS A. P. et al. An annotated taxonomic conspectus of genus *Coffea* (Rubiaceae). **Bot. J. Linn.** v. 152, n. 4, p. 465-512, 2006.
- DIAS, T. C. S. et al. Períodos de interferência de *Commelina bengalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta daninha**, v. 23, n. 3, p. 397-404, 2005.
- FAREVO, C, et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.
- FRIESSLEBEN, U.; POHLAN, J.; FRANKI, G. The response of *Coffea arabica* L. to weed competition. **Café, Cacao The**. v. 35, n. 1, p. 15-20, 1991.
- MORTENSEN, D. A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Res.** v. 40, n. 1, p. 49-62, 2000.
- MYERS, C. V.; ANDEERSON, R. C. Seasonal variation in photosynthetic rates influences success of an invasive plant, garlic mustard (*Alliaria petiolata*). **Am. Midl. Nat.** v. 150, n. 2, p. 231-245, 2003.
- NASCIMENTO, A. F.; MATTOS, J. L. S. Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes. **Agroecologia**. v. 2, n. 2, p. 33-38, 2007.
- PAULO, E.M., et. al. Produtividade do café apoatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.
- PITELLI, R. A. Biologia de plantas daninhas. In: DOWER NETO, J. B. SEMANA DO HERBICIDA, 5., 1983, Bandeirantes. **Semana...** Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", 1983. p. 1-9.(Apostila).
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implication for management**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. 573 p.
- RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

RONCHI, C. P., TERRA A. A., SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

SILVA, A. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.) **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: UFES, 2008. p. 251-268.

SILVA, A. A., RONCHI, C. P. Avanços nas pesquisas sobre o controle de plantas daninhas na cultura do café. In: ZAMBOLIM L (Ed.) **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV/DFP, 2004. p. 103-132.

SOUZA, L. S. et. al. Efeitos das faixas de controle do Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*coffea arabica*). **Planta daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

TOLEDO, S. V., MORAES M. V., BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 317-324, 1996.

3. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS SOBRE O CRESCIMENTO INICIAL PLANTAS de *Coffea arabica* L.

3.1. RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da interferência de plantas daninhas, em diferentes densidades de infestação, sobre o crescimento de plantas jovens de café arábica. Mudanças de café cultivar Mundo Novo foram transplantadas, no estágio de quatro a cinco pares de folhas completamente expandidas, para vasos com capacidade de 25 dm³. O experimento foi instalado em blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 4), com quatro espécies de plantas daninhas (*Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima*) e quatro densidades de plantio em convivência com o café (zero, dois, quatro e seis plantas por vaso), com quatro repetições. O plantio das espécies de plantas daninhas foi realizado 60 dias após o transplante do café considerado como (0 DAT). Nesta data e no dia do encerramento do experimento aos 90 DAT, determinaram-se a altura, a área de folhas e o diâmetro do caule da planta de café para cálculo do incremento destas variáveis. Aos 90 DAT determinou-se a matéria seca das partes aérea e radicular do café e das plantas daninhas e a densidade radicular do café. Utilizando esses dados estimou-se a razão de massa foliar, razão de massa caulinar, razão de massa radicular, razão de área foliar e a razão sistema radicular/parte aérea das plantas de café. A espécie *M. aterrima* foi a que mais reduziu a altura de plantas, área foliar, matéria seca do caule e das folhas, e o diâmetro do coleto do café. Dentre as gramíneas, *B. plantaginea* foi a que mais reduziu altura de plantas, área foliar, diâmetro do coleto e densidade radicular. Ocorreu relação negativa entre aumento da densidade de plantas daninhas e as variáveis de crescimento e com a razão de massa de radicular e razão sistema radicular/parte aérea.

Palavras-chave: café arábica, competição, manejo integrado, período de convivência, sustentabilidade.

WEED EFFECT ON THE INITIAL GROWTH OF *Coffea arabica* L PLANTS

3.2 ABSTRAT

The goal of this work was to evaluate the effects of weeds on the growth of young Arabica coffee plants, in different densities of infestation. Seedlings of Mundo Novo coffee cultivar were transplanted, in the stage of four to five pairs of completely

expanded leaves, to pots with capacity of 25 dm³. The experiment was arranged in a randomized block in factorial design (4X4), with four weed species (*Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* and *Mucuna aterrima*) in four planting densities coexisting with coffee (zero, two, four and six plants per pot), with four replications. The planting of weed species was performed 60 days after the coffee transplanting, which is considered 0 DAT. On this date, and on the day the experiment was concluded, at 90 DAT, the height, leaf area and stem diameter of the coffee plants were determined. At 90 DAT, measurements were also performed to determine the increment in the height, leaf area and stem diameter of coffee, as well as the dry matter of shoot and root of coffee plants and weeds and the coffee root density. Using these data, estimations were made for the leaf mass ratio, stem mass ratio, root mass ratio, leaf area ratio and root system/shoot ratio of coffee plants. The specie *M. aterrima* presented the highest reduction rate for plant height, leaf area, dry matter of stem and leaves and the girth diameter coffee. Among the grasses, *B. plantaginea* presented the highest reduction rate for plant height, leaf area, girth diameter and root density. A negative relation was observed between the increase of weeds and growth variables, and between the root mass ratio and the root system/shoot ratio.

Keywords: Arabica coffee, competition, integrated management, coexistence period, sustainability.

3.3. INTRODUÇÃO

A cultura do café no Brasil ocupa área superior a 2,3 milhões de hectares com produção na safra de 2009 estimada em 39,07 milhões de sacas, sendo o maior produtor e exportador de café mundial (Conab, 2009). Contudo, a produtividade média brasileira de café é baixa (18,11 sacas ha⁻¹), considerando que o potencial produtivo das variedades é superior a 40 sacas ha⁻¹ de café beneficiado (Conab, 2009). Dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade do cafeeiro destaca-se a interferência das plantas daninhas (Silva et al., 2008).

A fase inicial de crescimento do cafeeiro, compreendida entre o transplântio das mudas e o segundo ano pós-plantio, é considerada a mais sensível à interferência das plantas daninhas (Silva et al., 2008), sobretudo quando estão na linha de plantio da cultura (Ronchi et al., 2003; 2007). Além disso, devido à rusticidade das plantas

daninhas, estas se destacam na rapidez e eficiência de utilização dos recursos do ambiente (Myers & Anderson, 2003) levando vantagem sobre o crescimento das culturas. Ronchi et al. (2007) observaram que plantas de café tiveram acúmulo da matéria seca do sistema radicular reduzida quando se desenvolve na presença de plantas daninhas, como *Bidens pilosa* e *Sida rhombifolia*.

As plantas daninhas normalmente são vistas pelos cafeicultores apenas como competidoras por água, luz e nutrientes e por isso são erradicadas do cafezal. Este fato deve-se à divulgação de resultados de pesquisa (Friessleben et al., 1991; Toledo et al., 1996; Ronchi & Silva, 2001; Ronchi et al., 2003) que evidenciaram a interferência negativa das plantas daninhas sobre o cafeeiro. Atualmente, tem-se nova visão dos resultados das pesquisas citadas, considerando também o efeito benéfico dessas espécies não cultivadas. Portanto, evidencia-se nova fase nas pesquisas sobre a competição com plantas daninhas, onde conceitos de manejo integrado precisam ser explorados (Mortensen et al., 2000).

Relatos da experiência do uso de faixas de controle de plantas daninhas com algumas espécies como *Brachiaria decumbens* (Dias et al., 2004; Souza et al., 2006), adubo verde (Paulo et al., 2001, Erasmo et al., 2004) entre outras, em consórcio com o café, tem comprovado a necessidade do manejo integrado. Nesses trabalhos, espécies cultivadas junto com a cultura principal, em diferentes densidades, são capazes de suprimir a interferência de plantas daninhas na entrelinha da cultura (Baumann et al., 2001). Dentre outras vantagens do manejo integrado das plantas daninhas em lavouras de café destacam-se: a produção de grande quantidade de material vegetal de lenta decomposição, o aumento do teor de matéria orgânica, a reciclagem de nutrientes, a manutenção da umidade e da temperatura do solo e redução da erosão do solo.

Apesar da grande importância agrônômica de algumas espécies vegetais encontradas entre as linhas do café, não se deve permitir o desenvolvimento destas junto à cultura por reduzirem seu crescimento (Ronchi & Silva, 2006), sendo recomendável o controle das mesmas na linha, principalmente pela competição por nutrientes (Ronchi et al., 2003; 2007). Apesar das vantagens do manejo integrado de plantas daninhas, há muita carência de pesquisa científica sobre esse assunto, sendo que o grau de interferência pode variar de acordo com a espécie e a densidade de plantas (Ronchi et al. 2003) e a maioria das técnicas que vêm sendo desenvolvidas, precisa ser ajustada para as diferentes condições de solo, clima e espécies competidoras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da interferência de *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima*, em diferentes densidades de infestação, sobre as características de crescimento de plantas jovens de café arábica.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, em Viçosa, Minas Gerais. Mudanças de café Mundo Novo (linhagem 374/19), produzidas em sacolas por semeadura direta, foram transplantadas para vasos contendo 25 dm³ de substrato. Como substrato utilizou-se de terra de subsolo peneirada e esterco de curral curtido (3:1). Para fornecimento de P₂O₅, utilizou-se superfosfato simples (100 g/vaso), além de calcário dolomítico a fim de elevar a saturação de bases a 60% (Guimarães et al., 1999b). Os resultados das análises física e química do solo utilizado encontram-se na Tabela 1. Após o plantio das mudas, os vasos permaneceram em casa de vegetação, sob sistema de irrigação por aspersão até a aplicação dos tratamentos. Adicionou-se K₂O (31,48 g/vaso) e N (10 g/vaso) parcelados aos 30 e 60 dias após o transplante (Guimarães et al., 1999b).

Tabela 1 – Características físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento¹.

Análise granulométrica (dag kg ⁻¹)												
Areia	Silte			Argila			Classe textural					
46	5			49			Argilo-Arenosa					
Análise química												
pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	T	T	m	V	
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³%.....
4,7	2,3	48	1,4	0,4	0,6	6,27	1,92	2,52	8,19	24	23	
P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO						
mg L ⁻¹ cmol _c dm ⁻³					dag kg ⁻¹						
24,3	2,6	91,3	14,3	1,1	0,7	2,4						

¹Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento foi instalado em blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 4), com quatro espécies de plantas daninhas (*D. horizontalis*, *B. decumbens*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*) e quatro densidades de infestação (zero, duas, quatro e seis plantas por vaso), com quatro repetições. A parcela experimental foi constituída de um vaso, contendo uma planta de café isolado ou em competição com as espécies mencionadas.

Após 60 dias de cultivo do café nos vasos, em setembro de 2008, foi realizado o transplântio ou semeio das espécies de plantas daninhas nos vasos. As espécies *D. horizontalis*, *B. decumbens*, *B. plantaginea* foram semeadas em bandejas de plástico, utilizando-se de areia lavada como substrato para germinação das sementes. Sementes da *M. aterrima* foram semeadas diretamente nos vasos na mesma época do semeio das gramíneas nas bandejas.

No dia do transplântio das plantas daninhas para o vaso (0 DAT) e no dia do encerramento do experimento (90 DAT), determinaram-se a altura, a área de folhas de acordo com Antunes et al.(2008), e o diâmetro do caule da planta de café. O período de convivência entre a planta de café e as plantas daninhas foi considerado entre a emergência ou transplântio das plantas daninhas até florescimento das gramíneas ocorrendo em, aproximadamente, 90 dias.

Na colheita do experimento, realizada aos 90 DAT, as plantas de café foram seccionadas rente ao solo, sendo separadas em folhas, caule e raízes e as daninhas separadas em parte aérea e sistema radicular. Nas raízes das plantas de café determinou-se a densidade de raízes, medida por meio da razão entre o peso da matéria fresca das raízes e volume de água deslocado (g mL^{-1}) quando submersa em proveta graduada de 1000 mL. As plantas de café e plantas daninhas foram secadas em estufa de circulação forçada de ar (65°C), até atingir massa constante, para determinação da matéria seca. Em seguida, estimaram-se: razão de massa foliar (matéria seca foliar/matéria seca total, g g^{-1}), razão de massa caulinar (matéria seca caulinar/matéria seca total, g g^{-1}), razão de massa radicular (matéria seca radicular/matéria seca total, g g^{-1}), razão de área foliar (área foliar/matéria seca total, $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) e razão do sistema radicular parte aérea (matéria seca do sistema radicular/matéria seca parte aérea, g g^{-1}).

Para a interpretação dos resultados, empregou-se a análise de variância utilizando-se do teste F ($p \leq 0,05$ de probabilidade de erro). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa, empregando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade de erro para as comparações entre espécies, e análise de regressão para as densidades das plantas daninhas, com escolha dos modelos baseada na sua significância, no fenômeno biológico e no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{S.Q. Reg./S.Q. Trat.}$).

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se menor crescimento do café com o aumento da densidade de *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, após 90 dias de convivência. Dentre as gramíneas, *B. plantaginea* foi à espécie que mais afetou o crescimento em altura das plantas de café, para a densidade de seis plantas por vaso. Nesta densidade, *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima* (Figura 1) promoveram redução dos valores de altura de plantas de 11,6, 9,7, 16,1 e 28,1 cm, respectivamente, quando comparadas com as plantas livres da competição (Tabela 2 e Figura 2).



Figura 1 - Comparação entre plantas de café que desenvolveram na presença de seis plantas de *M. aterrima* (esquerda) e livre de competição (direita).

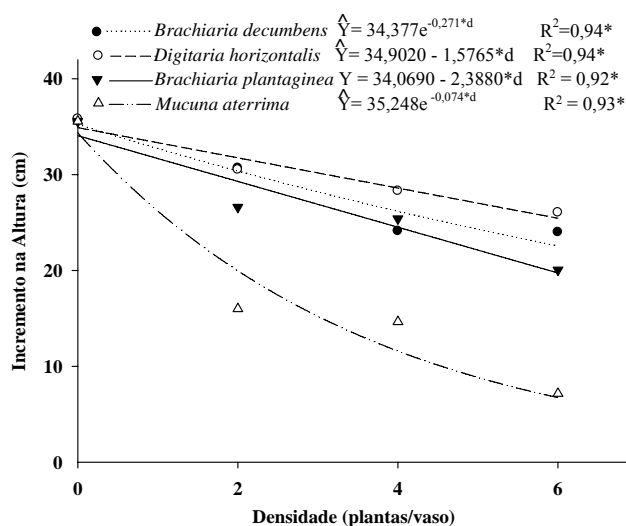


Figura 2 - Incremento na altura de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*; $P < 0,05$)

Tabela 2 - Variáveis de crescimento de plantas jovens de café em competição com plantas daninhas nas densidades^{1/} de 0, 2, 4 e 6 plantas por vaso, após 90 dias de convivência.

Tratamentos	Variáveis ^{2/}							
	IA	MST	MSC	MSF	MSR	IAF	DC	DR
	(cm)		------(g)-----			cm ²	mm	g mL ⁻¹
Densidade 0								
<i>B. decumbens</i>	35,6 a	65,8 a	24,3 a	24,3 a	17,2 a	1661,6 a	6,8 a	0,57 a
<i>D. horizontalis</i>	35,8 a	66,4 a	25,0 a	24,7 a	17,1 a	1707,6 a	6,9 a	0,54 a
<i>B. plantaginea</i>	36,2 a	67,0 a	24,2 a	25,3 a	17,5 a	1649,9 a	6,9 a	0,56 a
<i>M. aterrima</i>	35,3 a	66,0 a	23,9 a	24,8 a	17,3 a	1640,6 a	6,8 a	0,57 a
Densidade 2								
<i>B. decumbens</i>	30,7 a	57,4 a	21,4 a	23,6 a	12,4 a	1401,1 a	7,1 a	0,38 b
<i>D. horizontalis</i>	30,5 a	58,6 a	22,3 a	21,8 a	14,5 a	1484,0 a	5,8 a	0,49 a
<i>B. plantaginea</i>	26,6 a	54,4 a	20,1 a	21,1 a	13,2 a	1207 ab	5,9 a	0,44 a
<i>M. aterrima</i>	16,0 b	40,7 b	13,8 b	17,2 b	9,7 b	1099,6 b	3,9 b	0,39 b
Densidade 4								
<i>B. decumbens</i>	24,1 a	59,1 a	19,7 a	19,9 a	9,5 a	1323,5 a	6,3 a	0,32 a
<i>D. horizontalis</i>	28,3 a	48,0 a	20,9 a	17,5 ab	9,6 a	1231,4 a	5,0 a	0,34 a
<i>B. plantaginea</i>	25,4 a	48,3 a	18,3 a	20,2 a	9,8 a	1130,1 ab	6,0 a	0,35 a
<i>M. aterrima</i>	14,7 b	36,4 b	13,4 b	14,9 b	8,1 a	1021,0 b	3,7 b	0,34 a
Densidade 6								
<i>B. decumbens</i>	24,0 a	41,3 a	14,7 ab	17,7 a	8,9 a	1206,5 a	6,5 a	0,31 a
<i>D. horizontalis</i>	26,1 a	41,6 a	16,4 a	17,3 a	7,9 a	1230,1 a	4,9 b	0,31 a
<i>B. plantaginea</i>	20,1 b	39,7 a	17,6 a	14,9 ab	7,2 a	1107,3 ab	4,3 b	0,23 b
<i>M. aterrima</i>	7,2 c	31,4 b	12,9 b	11,7 b	6,8 a	1018,6 b	3,5 c	0,26 b
ESP*DEN	*	**	*	**	*	**	*	*
CV%	9,61	12,2	10,8	9,5	10,2	9,7	13,2	13,2

^{1/} Para cada densidade de plantas daninhas, médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$ e $0,01$). *,** significativo a 1% e 5%, respectivamente ^{2/}IA- Incremento em altura, MST- Matéria seca total, MSC- Matéria seca do caule, MSF- Matéria seca de folhas, MSR- Matéria seca do sistema radicular, IAF- Incremento de área foliar, DC- Diâmetro do coleto, DR- Densidade radicular, CV- Coeficiente de variação.

As plantas de café com menor incremento da área foliar foram as que conviveram com *M. aterrima* e *B. plantaginea*, apresentando redução exponencial com o aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 3). Na densidade de seis plantas daninhas por vaso observa-se redução no crescimento nas plantas de café de 38% e 33% para *M. aterrima* e *B. plantaginea*, respectivamente. (Figura 3 e Tabela 2). Contudo, o aumento na densidade parece afetar mais severamente as plantas de café quando em convivência com a *B. decumbens*, pois a taxa de queda na produção de área foliar é fixa, sendo de aproximadamente 72 cm² por unidade de planta em competição (Figura 3). Nesse sentido, apesar de *M. aterrima* e *B. plantaginea* proporcionarem menores valores de área foliar nas plantas de café, não se observa essa mesma expressão de queda com o aumento da densidade de plantas (Figura 3). A área foliar é a característica morfológica mais importante relacionada à capacidade das plantas de cobrir o solo, e, principalmente, em termos de aproveitamento da radiação fotossintética (Wortmann, 1993; Fleck et al., 2009). Em trabalhos realizados por Dias et al. (2005), analisando a

interferência da *Commelina* sp. no cafeeiro, a área foliar foi a característica mais afetada pelas plantas daninhas (redução de 53,4%).

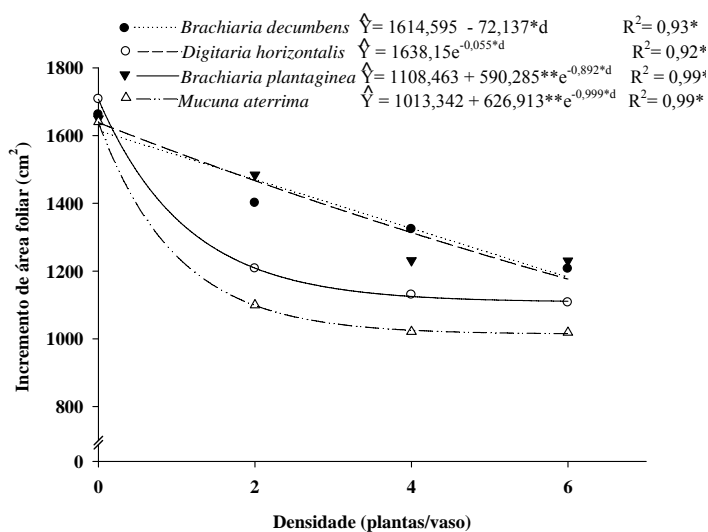


Figura 3 - Incremento na área foliar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, ** ; $P < 0.05$ e $P < 0.01$, respectivamente).

Observou-se menor incremento no diâmetro do caule do café que conviveu com as espécies daninhas, sendo *B. decumbens* a espécie que menos afetou esta variável na densidade de seis plantas por vaso. À medida que aumentou a densidade de plantas daninhas houve modelo de redução linear para *B. decumbens* e *D. horizontalis* e modelo exponencial para *B. plantaginea* e *M. aterrima* (Figura 4). *Digitaria horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, reduziram o diâmetro do caule em 2,0, 2,6 e 3,3 mm, respectivamente, em comparação com as plantas de café na densidade de zero plantas por vaso (Tabela 2). Em trabalhos realizados por Ronchi & Silva, (2006), houve menor valor para o diâmetro do caule das plantas de café que conviveram com *Leonurus sibiricus*, *Richardia brasiliensis* e *Bidens pilosa*, sendo que a última reduziu em 29% o diâmetro do caule na densidade de cinco plantas por vaso, em 77 dias de convivência. Contudo, para outras espécies como *Brachiaria decumbens*, *Commelina diffusa*, *Nicandra physaloides* e *Sida rhombifolia* não se verificou efeito sobre as plantas de café. Em trabalhos similares com plantas de café, vasos de 12 dm³ com densidade de 75 plantas/m² podem ter superestimado a competição de plantas daninhas, pelo tamanho reduzido do vaso associado ao tempo de cultivo prolongado (Ronchi & Silva, 2006; Ronchi et al., 2007).

A redução da densidade radicular foi explicada pelo modelo exponencial para *B. decumbens* e linear para as demais espécies com aumento da densidade de plantas

daninhas (Figura 5). Para cada planta de *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima* em competição houve redução da densidade radicular do café de 0,042, 0,054 e 0,047 mL⁻¹. As plantas de café que conviveram com *B. plantaginea* e *M. aterrima* obtiveram menor densidade radicular, 0,23 e 0,26 g mL⁻¹ respectivamente; para as plantas que desenvolveram sem a interferência de plantas daninhas os valores da densidade radicular foram 0,56 e 0,57 g mL⁻¹, respectivamente. (Tabela 2).

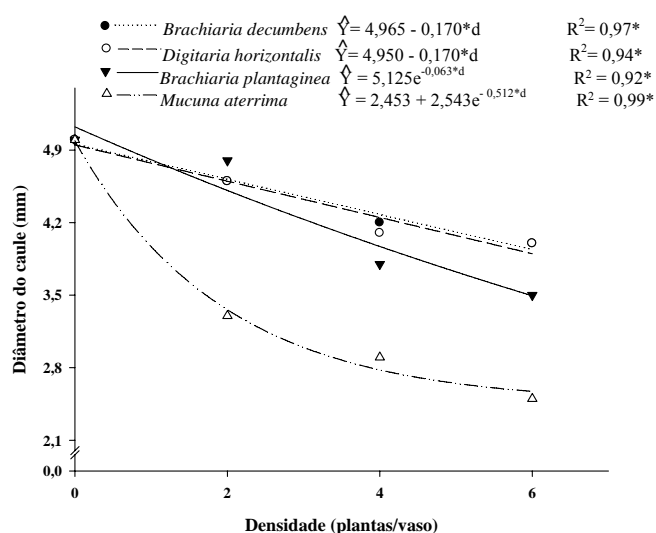


Figura 4 - Diâmetro do caule de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*; P < 0,05)

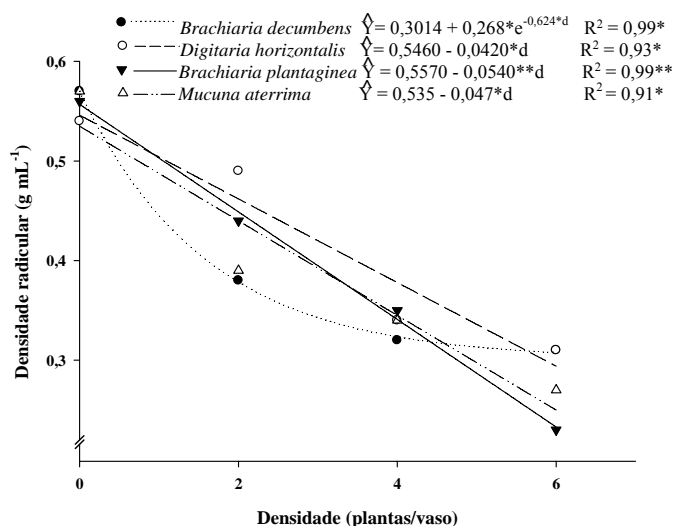


Figura 5 - Densidade radicular de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, **; P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente)

Plantas de café submetidas à maior densidade de plantas daninhas apresentaram redução da matéria seca total de 37,3% para as que conviveram com *D. Horizontalis*; 37,8% para *B. decumbens*; 40,2% para *B. plantaginea* e 52,7% para *M. aterrima* (Tabela 2). Na Figura 6 observa-se menor produção de matéria seca total das plantas de

café de 3,24 g para cada planta daninha adicionada ao vaso, apresentando modelo de redução linear com o aumento da densidade de planta daninha, independente da espécie de planta daninha adicionada.

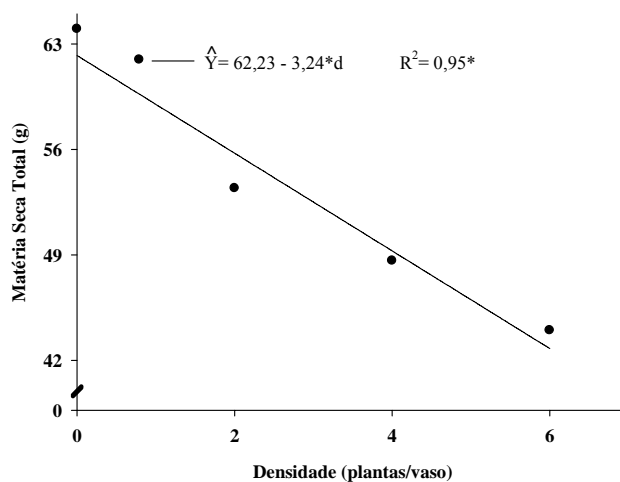


Figura 6 - Matéria seca total de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*; $P < 0,05$)

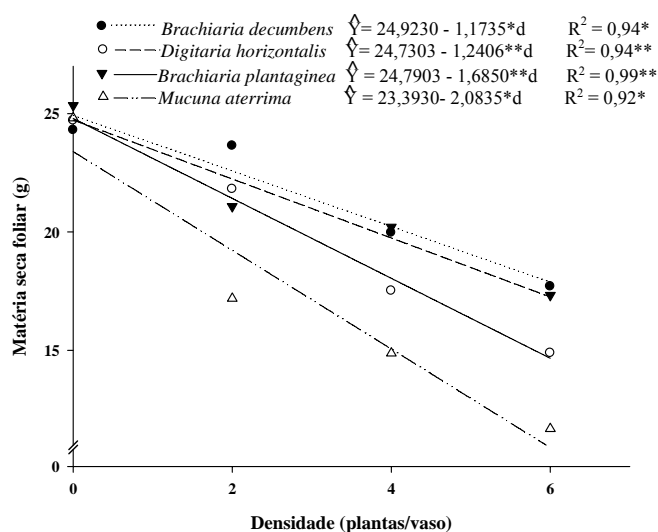


Figura 7 - Matéria seca foliar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, **; $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente).

Na densidade de duas plantas por vaso, *M. aterrima* foi à espécie que mais afetou o acúmulo de matéria seca das folhas do café. (Tabela 2). Com a densidade máxima de plantas daninhas houve redução na matéria seca foliar do café de 7,04, 7,44, 10,1 e 12,5 g para as espécies *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, respectivamente em relação as plantas que desenvolveram livres de plantas daninhas. Verificou-se redução linear da matéria seca das folhas com o aumento da

densidade de plantas daninhas, com destaque para espécie a *M. aterrima* que causou redução de 2,08 g por cada planta daninha adicionada ao vaso (Figura 7).

Verificou-se redução exponencial da matéria seca do caule de plantas de café em competição com *M. aterrima*, com redução de 42,25% dessa variável no café desenvolvendo com duas plantas competidoras. Em baixa densidade a *M. aterrima* ocasionou redução severa e com o aumento da densidade o modelo tende a se estabilizar (Figura 8). As gramíneas, *B. decumbens* e *D. horizontalis*, ocasionaram redução linear da matéria seca do caule com o aumento da densidade, sendo de 1,5 e 1,3 g de caule, respectivamente para cada planta daninha adicionada ao vaso (Figura 8). Dias et al. (2005) observaram redução de 44,8% da matéria seca do caule do café que conviveu com *Commelina bengalensis*.

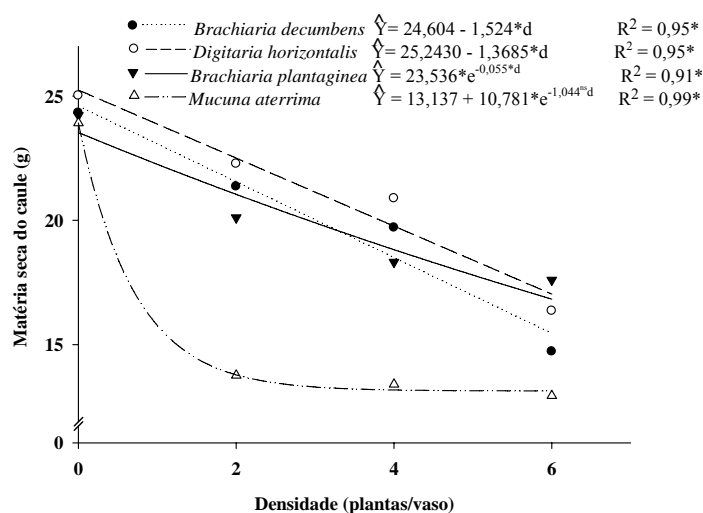


Figura 8 - Matéria seca do caule de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, P < 0,05 e nsP - Não significativo)

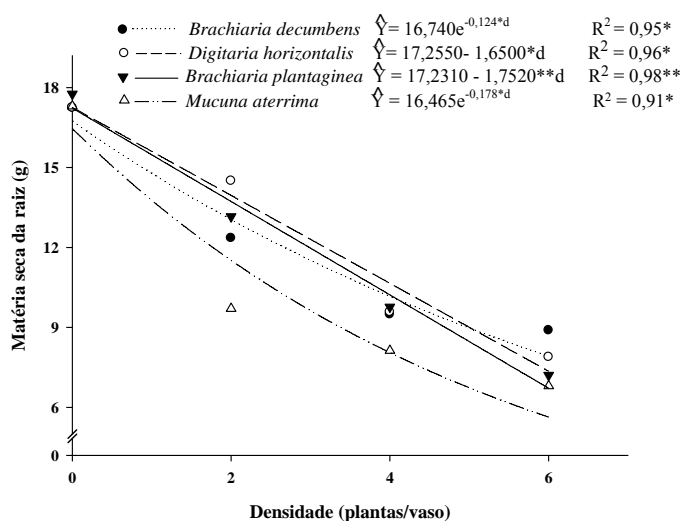


Figura 9 - Matéria seca da raiz de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, **; P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente)

A matéria seca de raiz do café apresentou redução exponencial quando desenvolveu com *B. decumbens* e *M. aterrima*. Em convívio com *D. horizontalis* e *B. plantaginea* houve redução linear da matéria seca de raízes, sendo de 1,6 e 1,7 g, respectivamente, para cada planta adicionada ao vaso. Nas densidades de quatro e seis plantas daninhas não houve diferença da matéria seca de raízes do café independente da espécie. Na densidade de seis plantas daninhas houve redução de até 55% desta variável para as plantas de café que conviveram com *B. plantaginea* e *M. aterrima* (Tabela 2).

Para as variáveis razão de massa foliar e razão de massa radicular e razão de área foliar houve efeito significativo somente para a densidade de plantas daninhas independente da espécie estudada. Com o aumento da densidade de plantas daninhas houve aumento linear da razão de massa foliar, redução da razão de massa radicular e não houve efeito significativo para a razão de massa caulinar do café. (Figura 10). Para cada planta daninha adicionada ao vaso houve aumento de 0,0051 g/g na razão de massa foliar de plantas de café. Entretanto, observou-se redução linear de 0,006 g/g na razão de massa radicular com aumento das plantas daninhas nos vasos (Figura 10).

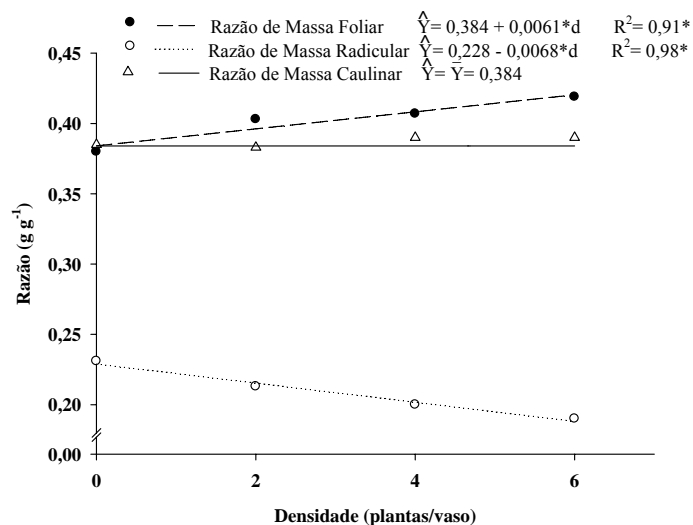


Figura 10 - Razão de massa radicular, razão de massa foliar e razão de massa caulinar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*; P < 0,05).

Com o aumento da densidade de plantas daninhas houve maior alocação para a parte área e menor alocação de fotoassimilados para o sistema radicular das plantas de café. Essa alocação foi relativamente maior para as folhas, uma vez que o decréscimo no acúmulo de matéria seca de caule segue a redução observada para massa seca total, enquanto que nas folhas, a diminuição foi menor do que aquela observada para toda a

planta (Tabela 2). Houve incremento linear na razão de área foliar com o aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 11), podendo ser consequência da competição por luz na parte aérea e/ou limitação nutricional. O sombreamento faz com que as folhas se expandam mais por unidade de área (folhas maiores), porém, conseqüentemente, elas ficam mais finas (Radin et al., 2004).

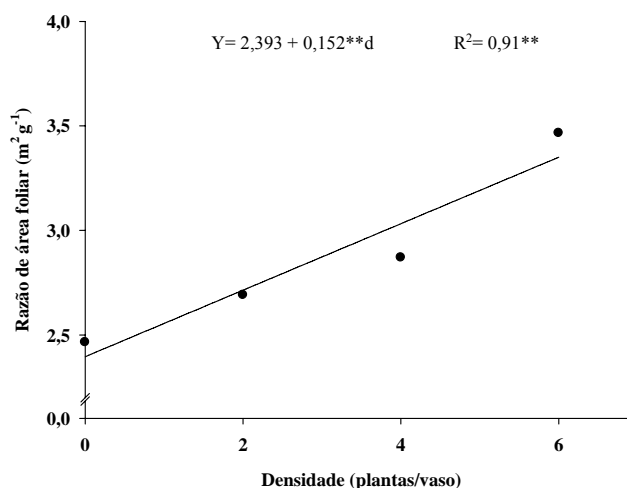


Figura 11 - Razão de área foliar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (**; $P < 0,01$).

As alterações morfológicas observadas levaram a redução da razão sistema radicular/ parte aérea do café, com o aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 12). A partir desta razão pode-se inferir que sob competição, houve menor alocação de fotoassimilados para o sistema radicular em relação à parte área das plantas de café.

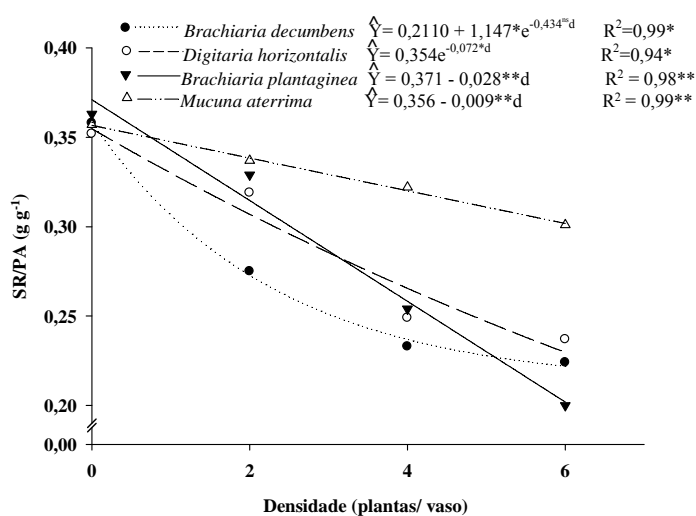


Figura 12 - Razão sistema radicular (SR) / parte área (PA) de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (*, **, $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente)

Segundo Rajcan & Swanton (2001) em resposta à competição, pode ocorrer alterações na partição de matéria seca, com mudanças morfológicas na planta, como reduções na proporção de matéria seca de raízes em relação à parte aérea, na fase inicial de desenvolvimento da cultura. Essa é uma tentativa da planta em investir em determinado compartimento devido a maior carência de recurso (Poorter & Nagel, 2000). Plantas de milho no estágio de seis a nove pares de folhas, em competição com plantas de *Amaranthus retroflexus*, apresentaram redução da razão sistema radicular/parte aérea (Liu et al., 2008).

Com relação as características das plantas daninhas a matéria seca da parte área variou com a espécie e com a densidade (Figura 13), as gramíneas, tiveram tendência de manter o acúmulo de matéria seca mesmo com o aumento da densidade de plantas. Segundo Ronchi & Silva, (2006), as espécies *Leonorus sibiricus* e *Richardia brasiliensis*, cultivadas em vaso em competição com o cafeeiro, não tiveram o acúmulo de matéria seca afetado pela densidade. O crescimento inicial das plantas daninhas decresce com o aumento da densidade, ou seja, em baixas densidades, a produção total de biomassa é determinada por poucas plantas grandes, enquanto em altas densidades muitas plantas pequenas (Radosevich et al., 1996). Todavia, *M. aterrima* comportou-se de forma diferente, apresentou aumento da matéria seca da parte área com o aumento da densidade (Figura 13).

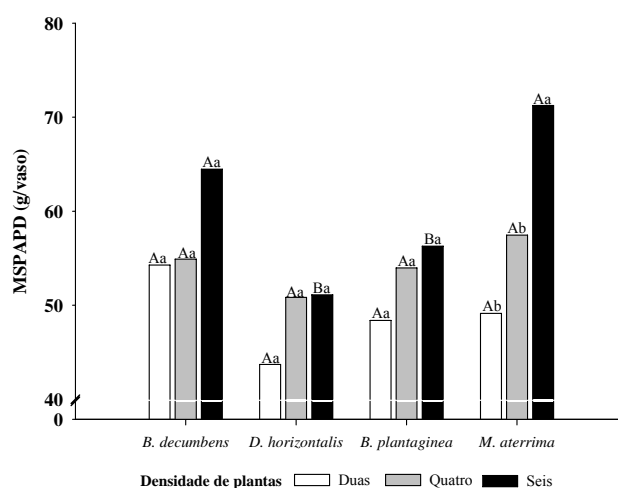


Figura 13 - Matéria seca da parte aérea de plantas daninhas (MSPAPD) em diferentes densidades após 90 dias de convivência com plantas de café. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para cada densidade não diferem entre si, e as médias seguidas pela mesma letra minúscula para cada espécie não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

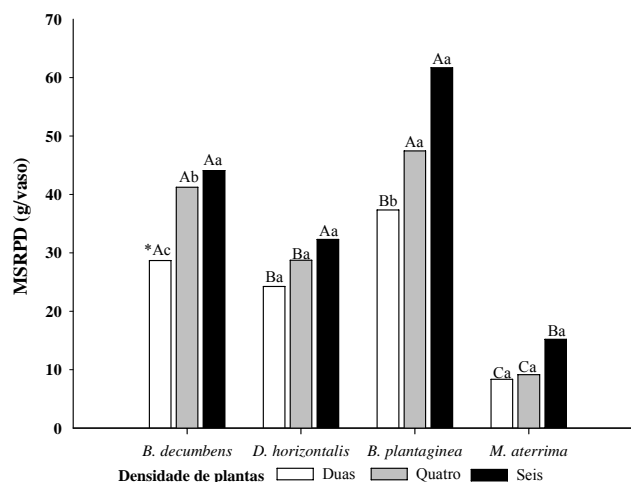


Figura 14 - Matéria seca do sistema radicular de plantas daninhas (MSRPD) com diferentes densidades, após 90 dias de convivência com plantas de café. (*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para cada espécie não diferem entre si, e as médias seguidas pela mesma letra maiúscula para cada densidade não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de significância).

O acúmulo de matéria seca do sistema radicular das plantas daninhas na maior densidade foi de 44,1, 32,3, 61,7 e 15,2 g para as espécies *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, sendo que esta última foi a que apresentou o menor valor (Figura 14).

Quando se compara a quantidade de matéria seca da raiz acumulada pelas plantas daninhas (Figura 14) com a acumulada pelo café (Tabela 2 e Figura 5), no mesmo vaso, verifica-se que *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima* acumularam respectivamente 4,9, 4,1, 8,5 e 2,2 vezes mais matéria seca de raiz que o cafeeiro na maior densidade de plantas daninhas. A redução do sistema radicular das plantas de café pode estar relacionada ao maior acúmulo de matéria seca das raízes de plantas daninhas, devido à sua maior habilidade competitiva por luz e nutrientes em comparação ao cafeeiro (Figura 15). Guimarães et al. (1996a) destacam a importância da quantidade de raízes na capacidade de absorção de água e de nutrientes pela planta, podendo ser utilizadas diferentes correlações entre a produção de raízes e produtividade das plantas.



Figura 15 - Sistema radicular de *B. plantaginea* (A) e de café (B) após 90 dias de convivência no mesmo vaso. Sistema radicular do café livre da competição (C).

Entre espécies vegetais existem diferenças na competitividade por recursos encontrados abaixo e acima da superfície do solo. Essas diferenças, aparentemente, se devem à maior alocação de fotoassimilados para as raízes, e, conseqüentemente, maior alocação de matéria seca radicular (Cahill Jr., 2003). Estudos de competição inicial entre plantas daninhas e cultura, baseados no crescimento quantitativo das raízes, indicaram que elas representam o principal órgão de competitividade das plantas daninhas (Dotray & Young, 1993). Em arroz, o rápido crescimento do sistema radicular associa-se com maior competitividade da cultura na fase inicial de desenvolvimento. No entanto, o envolvimento da parte aérea na habilidade competitiva com plantas daninhas aumenta progressivamente com o tempo, tornando-se mais importante nas fases mais avançadas de desenvolvimento (Fofana & Rauber, 2000).

Apesar da *M. aterrima* ser a espécie com menor acúmulo de matéria seca radicular entre as plantas daninhas estudadas (Figura 14), a produção de raiz da planta de café foi afetada de forma semelhante. Este fato pode ser, dentre outros, devido ao maior sombreamento desta espécie nas plantas de café, ocorrendo forte competição por luz na parte aérea. Pois, a intensa competição acima do solo, por luz, restringirá o fluxo de carboidratos para as raízes, afetando o crescimento da parte aérea (Lemaire & Millard, 1999), sendo que uma das funções da raiz é fisiológica, onde os minerais e água são supridos para a planta podendo esta sofrer influência negativa quando as plantas são submetidas ao processo de competição (Patterson, 1995). Segundo Monaco et al. (2005), a planta *Isatis tinctoria* apresentou menor matéria seca de raiz quando foi cultivada em sombra do que aquelas a pleno sol. Havendo assim forte competição pela

radiação solar, que está diretamente relacionada ao desenvolvimento das culturas, e neste caso influenciando nos processos fisiológicos e de assimilação de nutrientes.

Os efeitos negativos das plantas daninhas sobre o cafeeiro foram provocados provavelmente pela competição por nutrientes (Njoroge, 1994; Ronchi et al. 2003; Silva e Ronchi et al., 2004), luz (Alfonsi et al., 2005), espaço físico, dentre vários outros fatores. Dentre as espécies estudadas, *M. aterrima* foi a que mais afetou o crescimento do cafeeiro (altura de plantas, área foliar, matéria seca do caule e das folhas, e o diâmetro do coleto), mesmo em baixas densidades. Isso ocorreu provavelmente em função de suas características como alta agressividade inicial, alto volume de massa verde e crescimento trepador o que leva a diminuição do recebimento da luz, sombreando a cultura, sendo necessários cuidados no manejo da espécie em lavouras de café. Este crescimento rápido é característica importante no processo de supressão de plantas concorrentes, o que lhes propicia vantagem na competição pela luz, possibilitando sombrear a espécie de menor porte (Ogg Jr. & Seefeldt, 1999). Segundo Bergo et al., (2006), cafezais em formação tiveram sua altura, diâmetro de copa e crescimento afetados pela leguminosa *Canavalia ensiformes*.

Tanto *M. aterrima* como o café, apresentam metabolismo C₃, porém *M. aterrima* apresenta crescimento inicial mais rápido que as plantas jovens de café, levando ao sombreamento desta. Apesar de ter evoluído em ambientes sombreados, o café demonstra baixa capacidade de aclimatação em ambientes com reduzida disponibilidade de luz (Dias et al., 2006; Chaves et al., 2008). Portanto, *M. aterrima* possui alto poder competitivo, quando se desenvolve na linha do café, porém, se manejada adequadamente, pode ser utilizada pelos cafeicultores na entrelinha para a supressão de outras plantas daninhas, além da cobertura do solo, reciclagem de nutrientes e alelopátia (Erasmus, 2004; Monqueiro et al. 2009). A ação alelopática, tanto durante o crescimento vegetativo como durante o processo de decomposição, exerce inibição interespecífica sobre outras espécies. No entanto, na prática, é difícil distinguir se os efeitos de uma planta sobre a outra se devem à alelopatia ou à competição (Fuerst & Putnan, 1983).

Dentre as gramíneas, *B. plantaginea* foi a que mais reduziu as características de crescimento do café, principalmente, nos tratamentos com densidades maiores, com destaque para a redução no incremento de altura, índice de área foliar, diâmetro do coleto e densidade radicular. Foi também a espécie que mais desenvolveu raízes. As espécies *B. decumbens* e *D. horizontalis* também ocasionaram redução do crescimento do café, mesmo em baixas densidades. É característica de espécies de metabolismo C₄,

como gramíneas, tornarem-se altamente competitivas com espécies C₃, como o café, principalmente, devido ao rápido crescimento e capacidade de sombreamento ainda na fase inicial de desenvolvimento (Larcher, 2000).

Há relação negativa entre o aumento da densidade de plantas daninhas em competição com plantas jovens de café quanto às variáveis de crescimento, evidenciando a necessidade de controle inicial das plantas daninhas na linha da cultura, principalmente, pelo rápido crescimento e altíssima competição destas espécies com a cultura do café. Em condições de campo nas plantações jovens de café as densidades de plantas daninhas são muito superiores as estudadas (até 64 plantas/m²), podendo ter os mesmos efeitos nas plantas jovens de café no campo, que foram relatados na discussão, com atraso no desenvolvimento do cafeeiro e posteriormente redução da produtividade. É de grande importância a condução de trabalhos em campo para mais informações sobre a interferência destas plantas daninhas em lavouras jovens de café.

3.6. LITERATURA CITADA

ALFONSI, E. L. et al. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 1-13, 2005

ANTUNES, W. C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Ann. Appl. Biol.**, v. 59, n. 1, p. 1-8, 2008.

BAUMANN, D. T. BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J. Competition and crop performance in a leek–celery intercropping system. **Crop Sci.**, v. 41, n. 3, p. 764-774, 2001.

BERGO, C. L. et al. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amaz.** v. 36, n. 1, p. 19-24, 2006.

CAHILL Jr., J. F. Lack of relationship between below-ground competition and allocation to roots in 10 grassland species. **J. Appl. Ecol.**, v. 91, p. 532-540, 2003.

CHAVES, A. R. M. et al. Seasonal changes in leaf photoprotective mechanisms of leaves from shaded and unshaded field-grown coffee (*Coffea arabica* L.) **Trees-Struct. Funct.**, v. 22, n. 3, p. 351-361, 2008.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. [11/07/2009]. < <http://www.conab.gov.br> (Acessado em 25/09/2009)

DIAS, G. F. S. et al. *Braquiaria decumbens* supresses the initial growth of *Coffea arabica*. **Sci. Agric.** v. 61, n. 6, p. 579-583, 2004.

DIAS, T. C. S., ALVES, P. L. C. A. & LEMES, L. N. Períodos de interferência de *commelina bengalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta daninha**, v. 23, n. 3, p. 397- 404, 2005.

DIAS, P. C. Variação espacial da fotossíntese e de mecanismos de fotoproteção no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2006. 34f. Dissertação (Mestrado em fisiologia vegetal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

DOTRAY, P. A., YOUNG, F. L. Characterization of root and shoot development of jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*). **Weed Sci.**, v. 41, n. 3, p. 353-361, 1993.

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**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.

FLECK, N. G. et al. Avaliação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta daninha**, v. 27, n. 2, p. 211-220, 2009.

FOFANA, B.; RAUBER, R. Weed suppression ability of upland rice under low-input conditions in West Africa. **Weed Res.**, v. 40, n. 1 p. 271-280, 2000.

FRIESSLEBEN, U.; POHLAN, J.; FRANKI, G. The response of *Coffea arabica* L. to weed competition. **Café, Cacao The.**, v. 35, n. 1, p. 15-20, 1991.

FUERST, E. P.; PUTNAN, A. R. Separating the competitive and allelopathic components of interference: theoretical principles. **J. Chem. Ecol.**, v. 9, n. 8, p. 937-944, 1983.

GUIMARÃES, C. M.; BRUNINI, O.; STONE, L. F. Adaptação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) à seca. 1. Densidade e eficiência radicular. **Pes. Agrop. Bras.**, v. 31, n. 6, p. 393-399, 1996a.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C. et al. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação.** Viçosa, p. 289-302, 1999 b.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LEMAIRE, G., MILLARD, P. An ecophysiological approach to modelling resource fluxes in competing plants. **The J. of Exp. Bot.**, v. 50, n. 330, p. 29-37, 1999.

LUI, J.G. et. al. The importance of light quality in crop-weed competition. **J. compl.** v. 49, n. 2, p. 217-224, 2008.

MONACO, T. A.; JOHNSON, D. A.; CREECH, J. E. Morphological and physiological responses of the invasive weed *Isatis tinctoria* to contrasting light, soil-nitrogen and water. **Weed Res.**, v. 45, n. 6, p. 460-466, 2005.

MONQUEIRO, P. A. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 27 n. 1, p. 85-95, 2009.

MORTENSEN, D. A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Res.**, v. 40, n. 1, p. 49-62, 2000.

MYERS, C. V.; ANDEERSON, R. C. Seasonal variation in photosynthetic rates influences success of an invasive plant, garlic mustard (*Alliaria petiolata*). **Am. Midl. Nat.**, v. 150, n. 2, p. 231-245, 2003.

NJOROGE, J. M. Weeds and weed control in coffee. **Exp. Agric.**, v. 30, n. 4, p. 421-429, 1994.

OGG JR., A.G.; SEEFELDT, S.S. Characterizing traits that enhance the competitiveness of winter wheat (*Triticum aestivum*) against jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*). **Weed Sci.**, v. 47, n. 1, p. 74-80, 1999.

PATTERSON, D. T. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. **Weed Sci.**, v. 43, n. 3, p. 483-490, 1995.

PAULO, E. M. et al. Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.

POORTER H.; NAGEL O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. **Aust. J. Plant. Physiol.**, v. 27, n. 6, p. 595-607, 2000.

RADIN, B. et al. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e no campo. **Hortic. Bras.**, v. 22, n. 2, p. 178-181, 2004.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. Physiological aspects of competition. In: RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: Implication for managements**. New York: John Willey & Sons, 1996. p. 217-301.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop. Res.**, v. 71, n. 2, p. 139-150, 2001.

RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A., FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa, MG: Suprema Gráfica & Editora, 2001. 94 p.

RONCHI, C. P., TERRA A. A., SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

SILVA, A. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.) **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre: UFES, 2008. p. 251-268.

SILVA, A. A., RONCHI, C. P. Avanços nas pesquisas sobre o controle de plantas daninhas na cultura do café. In: ZAMBOLIM L (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV/DFP, 2003. p. 103-132.

SOUZA, L. S. et al. Efeitos das faixas de controle do Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

TOLEDO, S. V., MORAES M. V., BARROS, I. Efeito da frequência de capinas na produção do cafeeiro. **Bragantia**, v. 55, n. 2, p. 317-324, 1996.

WORTMANN, C. S. Contribution of bean morphological characteristics to weed suppression. **Agro. J.**, v. 85, n. 4, p. 840-843, 1993.

4. TEOR FOLIAR DE NUTRIENTES DO CAFEIEIRO E EM PLANTAS DANINHAS CULTIVADAS EM COMPETIÇÃO

4.1. RESUMO

Neste trabalho avaliou-se o acúmulo de nutrientes em plantas jovens de café e em plantas daninhas cultivadas em competição por um período de 90 dias. Para a realização deste trabalho, mudas de café Mundo Novo no estágio de quatro a cinco pares de folhas completamente expandidas foram transplantadas para vasos contendo 25 dm³ de substrato. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 4), com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por quatro espécies de plantas daninhas: *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima* em quatro densidades de infestação (zero, duas, quatro e seis plantas por vaso), em convivência com uma planta de café. O período de convivência no mesmo vaso entre planta daninha e café foi de aproximadamente 90 dias. Para determinação dos teores foliares dos nutrientes das plantas de café e das plantas daninhas realizou-se coleta de folhas na parte mediana das plantas de café (terceiro par de ramos plagiotrópicos) e das plantas daninha. Todas as espécies de plantas daninhas quando em convivência com o café proporcionaram menor teor de nutrientes nas folhas da cultura, principalmente com o incremento da densidade de plantas, exceto para as concentrações de N nas folhas do cafeeiro que conviveram com *M. aterrima*. Os teores de nutrientes nas folhas das plantas daninhas diferiram por espécie indicando capacidade diferenciada de reciclagens de nutrientes. Com destaque no teor foliar de alguns nutrientes, sendo *D. horizontalis* em P e Fe, *B. plantaginea* em P, Mg, Mn, Zn e *M. aterrima* em N, Ca e Zn independente da densidade de infestação.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, competição, nutrição mineral, *Mucuna aterrima*.

NUTRIENT CONTENTS OF COFFEE PLANTS AND WEEDS CULTURED IN COMPETITION

4.2 ABSTRACT

The present work evaluated the nutrient accumulation in young coffee plants and weeds cultured in competition during 90 days. For the realization of this work, seedlings of

Mundo Novo coffee, in the stage of four to five pairs of leaves fully expanded, were transplanted to pots containing 25 dm³ of substrate. The experiment was arranged in a randomized block, in factorial design (4x4), with four replications. The treatments employed four species of weeds: *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea* and *Mucuna aterrina*, in four infestation densities (zero, two, four and six plants per pots), in coexistence with one coffee plant. Weed and coffee plants coexisted in the same pot for approximately 90 days. To determine the leaf nutrient content of coffee plants and weeds, leaves from the median part of coffee plants (third pair of plagiotrophical branch) and weeds were collected. All the weed species in coexistence with coffee provided smaller nutrient content in the crop leaves, mainly with the increase of plant density, except for the N concentration in the coffee leaves that coexisted with *M. aterrina*. The nutrient contents in the weed leaves varied according to the species, which indicates different capacities of nutrient recycling. The leaf content for some nutrients should be highlighted: *D. horizontalis* in P and Fe; *B. plantaginea* in P, Mg, Mn, Zn and *M. aterrina* in N, Ca and Zn, regardless of the infestation density.

Keywords: *Coffea arabica*, competition, mineral nutrition, *Mucuna aterrima*.

4.3. INTRODUÇÃO

A competição entre plantas daninhas e culturas por recursos do meio (água, luz e nutrientes) é frequentemente relatada como causa direta da redução de produtividade das culturas, embora a limitação destes recursos possua efeitos distintos entre as espécies (Pitelli, 1985). Dentre as diversas culturas perenes, o café se destaca pela alta sensibilidade a competição exercida pelas plantas daninhas, com reflexos negativos no crescimento das plantas jovens. Esta alta sensibilidade da cultura de café a interferência das plantas daninhas pode ser atribuída à competição por nutrientes (Ronchi et al., 2003, Ronchi & Silva, 2006; Silva & Ronchi, 2004), luz e por água (Alfonsi et al., 2005).

Do transplante das mudas para o campo até o segundo ano pós-plantio, as plantas de café apresentam crescimento lento e deixam o solo exposto à luz. Desta forma, a infestação e o crescimento das plantas daninhas são favorecidos, e o crescimento do cafeeiro é, conseqüentemente, prejudicado caso o controle não seja efetuado em tempo hábil (Silva et al., 2008), sobretudo, na linha de plantio do cafeeiro

(Ronchi et al., 2003, 2007). Dentre os fatores passíveis de competição pelas plantas os nutrientes são afetados pelo teor de água no solo, por aspectos específicos dos competidores, e também pelas diferenças no hábito de crescimento e requerimento de nutrientes pelas espécies envolvidas (Pitelli, 1983). Algumas espécies de plantas daninhas são mais competitivas com as culturas devido à sua maior eficiência na absorção e utilização de nutrientes (Di Tomaso, 1995). Por exemplo, plantas de *Bidens pilosa*, em densidade equivalente a 75 plantas m², extraem e acumulam mais de nove, quinze, sete e oito vezes a quantidade de N, P, K e S, respectivamente, comparada ao cafeeiro (Ronchi et al., 2003).

A capacidade de competição das plantas daninhas pode ser medida pelo seu potencial de redução na produtividade das culturas, cujo controle, nas últimas décadas, ficou restrito à aplicação de herbicidas, como medida prática e econômica para diminuir sua incidência e proliferação. Todavia, existem evidências que o controle total das plantas daninhas, durante todo o ciclo das culturas perenes, tem reduzido a sustentabilidade desses cultivos. Algumas pesquisas têm comprovado a eficiência na adoção de sistemas integrados de manejo de plantas daninhas, baseados em cultivos consorciados. Nestes, espécies cultivadas junto com a cultura principal, em diferentes densidades, são capazes de suprimir a interferência de plantas daninhas na entrelinha da cultura (Baumann et al., 2001). Há relatos da experiência do uso de faixas de controle de plantas daninhas como *Brachiaria decumbens* (Souza et al., 2006), e adubo verde (Paulo et al., 2001) entre outras, em consórcio com o café. Portanto, evidencia-se nova fase nas pesquisas de competição com plantas daninhas, onde conceitos integrados dos mecanismos de competição precisam ser analisados (Mortensen et al., 2000). Nesse sentido, novas estratégias devem estar focadas na biologia destas espécies e na sua interação com as culturas.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o acúmulo de nutrientes em plantas jovens de café e em espécies de plantas daninhas, cultivadas em convivência e em diferentes densidades de infestação, visando subsídios para o desenvolvimento do manejo de plantas daninhas em lavouras de café.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de casa de vegetação pertencente ao departamento de Fitotecnia, em Viçosa, Minas Gerais. Mudanças de café Mundo Novo

(linhagem 374/19), produzidas por semeadura direta em sacolas de polietileno, no estádio de cinco pares de folhas, completamente expandidas, foram transplantadas para vasos contendo 25 dm³ de substrato composto por amostra de solo peneirado e esterco de curral curtido (3:1). Para elevar a saturação de bases do solo (substrato) para 60% segundo recomendação de Guimarães et al., (1999) utilizou-se superfosfato simples (100 g/vaso) e calcário dolomítico. Além disso, aos 30 e 60 dias após o transplântio das mudas, realizou-se adubação das plantas, aplicando-se em cobertura cloreto de potássio (31,8 g/vaso) e uréia (10 g/vaso), tomando-se como base os resultados das análises física e química (Tabela 1).

Tabela 1 - Características físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento¹.

Análise granulométrica (dag kg ⁻¹)												
Areia	Silte			Argila			Classe textural					
46	5			49			Argilo-Arenosa					
Análise química												
pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	t	T	m	V	
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³%.....
4,7	2,3	48	1,4	0,4	0,6	6,27	1,92	2,52	8,19	24	23	
P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO						
mg L ⁻¹ cmol _c dm ⁻³					dag/kg						
24,3	2,6	91,3	14,3	1,1	0,7	2,4						

¹Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com quatro repetições, no esquema fatorial (4 x 4), com quatro espécies de plantas daninhas (*Brachiaria decumbens*, *Digitaria horizontalis*, *Brachiaria plantaginea* e *Mucuna aterrima*) e quatro densidades (zero, duas, quatro e seis plantas por vaso). A parcela experimental foi constituída de um vaso, contendo uma planta de café.

Após 60 dias de cultivo do café, em setembro de 2008, realizaram-se o plantio ou transplântio das espécies de plantas daninhas no vaso. Sementes de *D. horizontalis*, *B. decumbens*, *B. plantaginea* foram semeadas em bandeja de plástico, utilizando-se como substrato areia lavada, onde as plântulas foram transplantadas após emergência. Contudo, para a espécie *M. aterrima* realizou-se o semeio direto aos vasos. O período de convivência, no mesmo vaso, entre a planta de café e as plantas daninhas, foi aquele compreendido entre a emergência ou transplântio (0 DAT) destas e a colheita do experimento, que foi realizado no florescimento das espécies gramíneas, aos 90 DAT.

Para terminação dos teores de macro e micronutrientes foram coletados o terceiro e quarto pares de folhas de ramos plagiotrópicos situados no terço médio das plantas de café e para as espécies daninhas coletou-se uma amostra de folhas, por ocasião do florescimento das gramíneas. Após a secagem a 65°C até atingir massa constante, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, equipado com peneira fina (40 mesh) e homogeneizadas. Após a digestão nitro-perclórica do material vegetal, o fósforo (P) do extrato foi determinado colorimetricamente, 725 nm, pelo método da vitamina C (Braga e De Felipo, 1974). Nesse mesmo extrato, o K foi determinado por fotometria de chama e as análises de Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, foram determinados por espectrofotômetro de absorção atômica. Após digestão sulfúrica foi determinado o teor de N-orgânico, utilizando-se do reagente de Nessler, descrita por Cataldo et al. (1975).

Para a interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância utilizando-se do teste F ($P \leq 0,05$). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa, empregando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade para as comparações entre espécies, e análise de regressão para as densidades de planta daninha, com escolha dos modelos baseada na sua significância, no fenômeno biológico e no coeficiente de determinação ($R^2 = S.Q. \text{ Reg.}/S.Q. \text{ Trat.}$).

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os fatores espécies de plantas daninhas e densidade de plantio para os teores foliares de N, K e S no café. Dessa forma, a interação foi desdobrada, estudando-se as densidades para cada espécie de planta daninha. Para os demais nutrientes, houve efeito significativo somente da densidade de plantas daninhas (exceto para as concentrações de N nas folhas de café que conviveram com *M. aterrima*).

A concentração de N na folha do café que conviveu com gramíneas apresentou redução linear de 0,59; 0,59 e 0,33 g kg⁻¹, para cada planta adicionada ao vaso de *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *B. plantaginea*, respectivamente. Todavia, ocorreu acréscimo no teor de N nas folhas de plantas café que conviveram com a *M. aterrima*, observando-se modelo quadrático até a densidade de 4,17 plantas por vaso, atingindo a concentração máxima de 21,53 g kg⁻¹, a partir desse ponto começou a haver declínio desta concentração nas folhas de café (Tabela 2 e Figura 1). Portanto, a contribuição da *M. aterrima*, através da fixação biológica de N, possivelmente é válida até certa

densidade, pois a partir da qual há competição por outros fatores e, conseqüentemente, queda no teor desse macronutriente. Segundo Malavolta (1993) o N é o nutriente mais exigido quantitativamente pelos cafeeiros jovens. As alterações provocadas nas plantas pela deficiência de nitrogênio manifestam-se nos seguintes sintomas visíveis: redução no crescimento e clorose que se inicia em folhas mais velhas (Marengo & Lopes, 2005).

Tabela 2 - Concentrações foliares de macronutrientes em plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso^{1/}.

Tratamento	Variáveis					
	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹						
Densidade 0						
<i>B. decumbens</i>	18,2 a	1,9 a	21,0 a	8,4 a	8,9 a	2,1 a
<i>D. horizontalis</i>	19,3 a	1,9 a	21,6 a	8,6 a	9,2 a	2,2 a
<i>B. plantaginea</i>	19,6 a	2,0 a	21,7 a	8,72 a	8,9 a	2,2 a
<i>M. aterrima</i>	19,1 a	1,9 a	21,1 a	8,6 a	9,4 a	2,1 a
Densidade 2						
<i>B. decumbens</i>	17,6 a	1,5 a	17,7 a	7,3 b	6,3 b	1,8 ab
<i>D. horizontalis</i>	18,3 a	1,6 a	19,0 a	8,4 ab	8,1 ab	2,7 a
<i>B. plantaginea</i>	17,9 a	1,9 a	16,5 b	7,8 ab	7,8 ab	1,7 b
<i>M. aterrima</i>	18,2 a	1,7 a	15,6 b	9,31 a	9,3 a	1,6 b
Densidade 4						
<i>B. decumbens</i>	16,9 b	1,6 a	18,9 a	7,1 b	6,3 b	1,9 a
<i>D. horizontalis</i>	16,3 b	1,5 a	17,6 a	7,7 ab	7,2 ab	1,7 a
<i>B. plantaginea</i>	16,2 b	1,6 a	15,7 b	7,5 b	7,2 ab	1,5 a
<i>M. aterrima</i>	21,5 a	1,6 a	15,8 b	8,9a	8,9 a	1,5 a
Densidade 6						
<i>B. decumbens</i>	16,7 b	1,5 a	16,3 a	6,8 b	6,7 a	1,6 a
<i>D. horizontalis</i>	16,0 b	1,6 a	16,1 a	7,5 b	7,2 a	1,7 a
<i>B. plantaginea</i>	16,1 b	1,6 a	15,5 a	7,4 b	6,9 a	1,5 a
<i>M. aterrima</i>	20,2 a	1,5 a	15,7 a	9,1 a	8,3 a	1,9 a
ESP*DEN	*	n.s	*	n.s	n.s	*
CV%	6,8	10,1	27,3	9,6	15,9	27,2

^{1/} Para cada densidade médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. ESP – Espécie, DEN – Densidade, CV – Coeficiente de variação * Significativo a 5% e n.s- Não significativo.

As folhas de plantas de café livres de competição apresentaram concentração de P igual a 0,37 g kg⁻¹ (19,5 %) superior as plantas de café que conviveram com a densidade de seis plantas daninhas por vaso, independente da espécie em competição (Tabela 2 e Figura 2). O fósforo na fase jovem da cultura tem importância por aumentar significativamente o sistema radicular das plantas recém-plantadas (Malavolta, 2006).

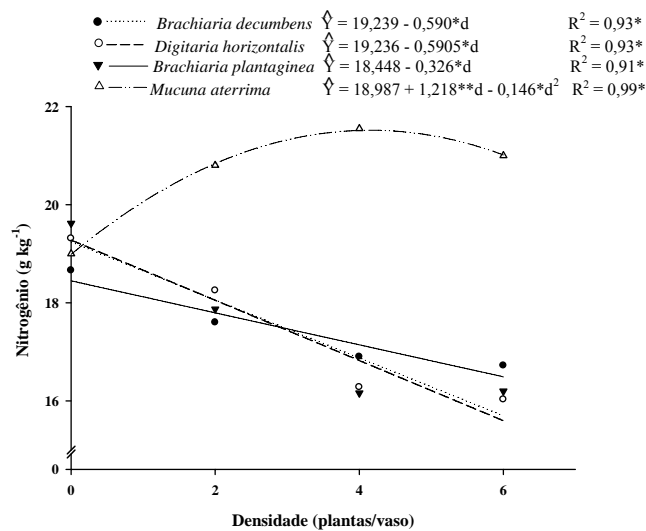


Figura 1 - Teor de nitrogênio em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso (*,** Teste F; $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente)

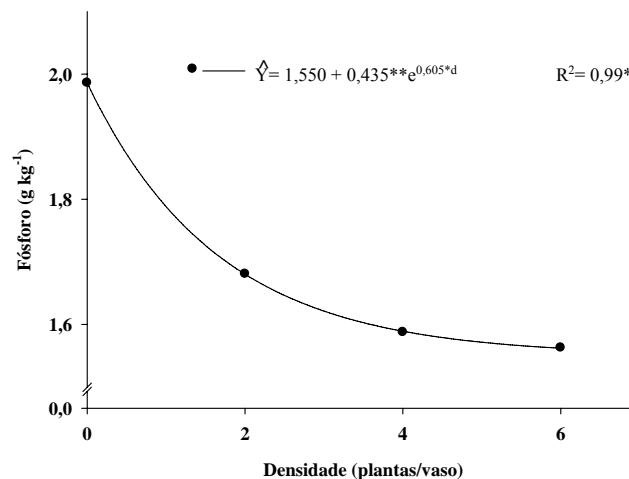


Figura 2 - Teor de fósforo em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (* Teste F; $P < 0,05$)

Houve redução direta na concentração de K de 0,72 e 0,98 g kg⁻¹ para cada planta de *B. decumbens* e *D. horizontalis* que foi adicionada ao vaso. Para *B. plantaginea* e *M. aterrima* houve menor acúmulo no teor de K, sendo o efeito mais severo observado nas densidade de duas e quatro plantas por vaso, a redução foi explicada pelo modelo exponencial (Figura 3). As plantas de café que não conviveram com plantas daninhas tiveram a concentração média de 21,35 g kg⁻¹ (Tabela 2).

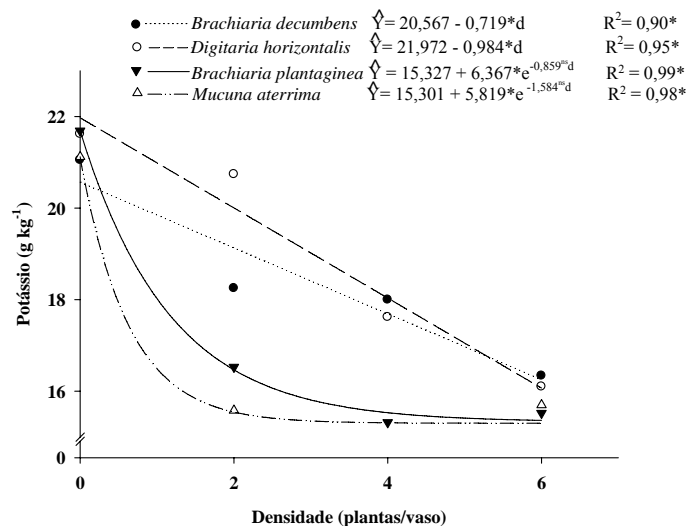


Figura 3 - Teor de potássio em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso. (* Teste F; P < 0,05)

Verificou-se redução nos teores de Ca, Mg e S à medida que se aumentou a densidade de plantas daninhas independente da espécie. As concentrações de Ca reduziram 0,15 g kg⁻¹ para cada planta daninha adicionada ao vaso (Figura 4), independentemente da espécie. Na densidade de seis plantas por vaso, as concentrações de Ca foram de 7,75 g kg⁻¹, e nos cafeeiros livres de plantas daninhas foram de 8,57, para *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, respectivamente (Tabela 2). Em processo de competição com espécies de plantas daninhas por período prolongado e em altas densidades, as plantas jovens de café podem apresentar limitação na absorção destes nutrientes prejudicando seu desenvolvimento e crescimento.

O teor de S foi menor nas folhas de plantas de café que conviveram com as plantas daninhas, apresentando modelo linear de redução para *D. horizontalis*; para as demais espécies, a redução segue modelo exponencial de redução (Figura 5). O teor de S nas plantas de café foi de 1,6; 1,7; 1,5 e 1,9 g kg⁻¹, na densidade de seis plantas por vaso, para as espécies de *B. decumbens*, *D. horizontalis*, *B. plantaginea* e *M. aterrima*, respectivamente. Todavia, as plantas de café que se desenvolveram sem a interferência dessas plantas daninhas apresentaram concentração média de 2,15 g kg⁻¹ (Tabela 2).

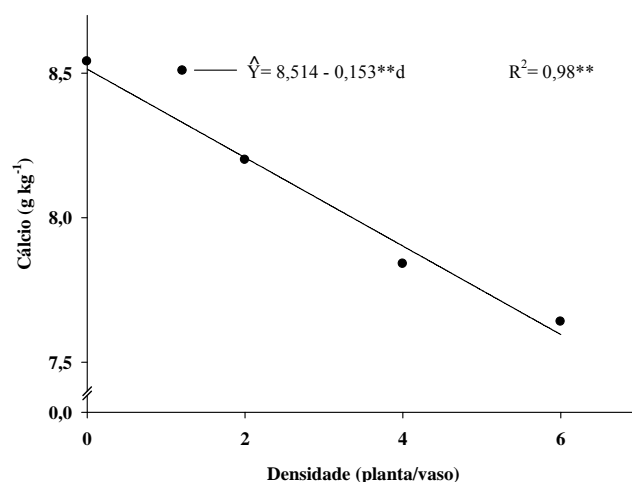


Figura 4 - Teor de cálcio em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso (** Teste F; $P < 0,01$)

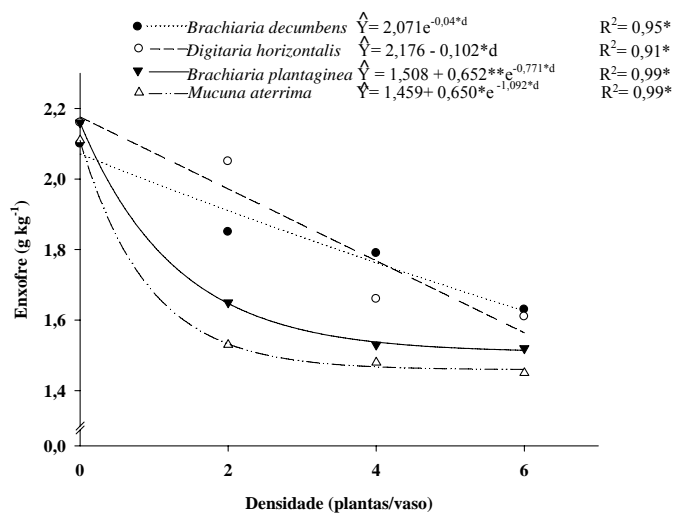


Figura 5 - Teor de enxofre em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso (*, ** Teste F; $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente).

Independentemente da espécie de planta daninha que conviveu com plantas de café, observou-se menor acúmulo do teor de Mg nas folhas da cultura com aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 6).

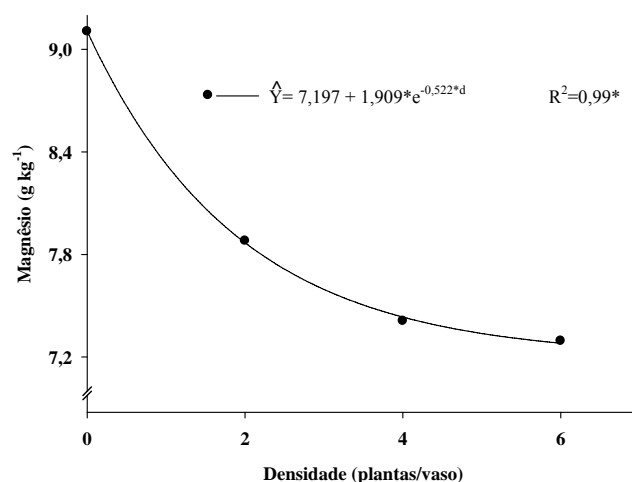


Figura 6 - Teor de magnésio em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso (* Teste F; P < 0,05)

Com relação aos micronutrientes os teores de Cu e Mn reduziram-se exponencialmente com redução expressiva com duas plantas daninhas por vaso e a partir desta densidade o teor foi mantido nas folhas no café. Os teores de Fe e Zn reduziram-se linearmente com aumento da densidade de plantas daninhas independente da espécie (Figura 7). O teor foliar de Cu reduziu em aproximadamente 50%, passando de 6,0 mg kg⁻¹ em plantas que desenvolveram na ausência das plantas daninhas para 3,0 mg kg⁻¹ nas plantas de café que desenvolveram na presença de seis plantas daninhas por vaso.(Figura 7). Ronchi et al., (2003), verificaram, em média, 13,88 vezes mais micronutrientes em espécies de plantas daninhas em relação ao teor encontrado no café.

Para Fe e Zn houve redução direta à medida que se aumentou o numero de plantas daninhas por vaso, com redução de 2,95 e 0,17 mg kg⁻¹, respectivamente, no teor destes micronutrientes nas folhas do cafeeiro. As plantas que desenvolveram-se livres da interferência de plantas daninhas apresentaram 17,0 mg kg⁻¹ mais teor de Fe que as plantas de café que desenvolveram juntamente com seis plantas daninhas por vaso (Figura 7).

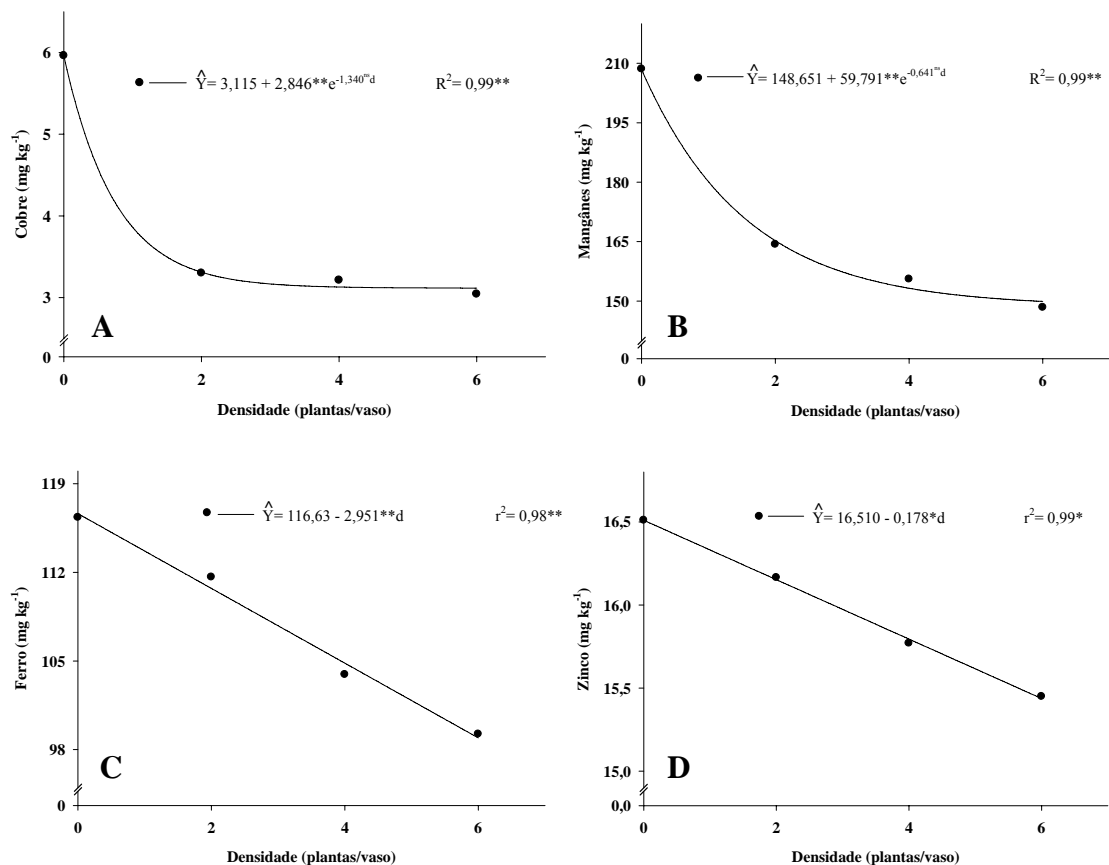


Figura 7 – Teores de cobre (A), manganês (B), ferro (C) e zinco (D) em folhas de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas após 90 dias de convivência no vaso (*, ** Teste F; $P < 0,05$ e $P < 0,01$, respectivamente).

Os procedimentos diretos para avaliação do estado nutricional das plantas são aqueles em que as concentrações são aparentes (sintomas visuais) e/ou reais (análise dos teores de nutrientes na matéria seca). Como a folha é o principal órgão responsável pela produção vegetal, graças à fotossíntese os seus teores de nutrientes apresentam melhor correlação com o rendimento, razão de análise preferencial ser a foliar (Fontes, 2001).

Durante o período de execução do experimento e, principalmente ao fim dos 90 dias de convívio no vaso, observou-se nas plantas de café, vários sintomas de deficiência nutricional. Os principais foram; coloração verde-escura das nervuras, folhas distorcidas e desuniforme, coloração avermelhada nas folhas. Além disso, verificou-se redução de sistema radicular e redução no desenvolvimento da parte aérea das plantas (dados não apresentados).

Antes da manifestação visível da deficiência, o crescimento e a produção já poderão estar limitados. O sintoma visível é o fim de uma série de eventos que tem início com alterações em âmbito molecular (Malavolta, 2006). Assim, estas mudas, em

condições de campo, já estariam comprometidas, afetando posteriormente a produção e qualidade da lavoura.

Houve interação significativa entre os fatores espécies de plantas daninhas e densidade de plantio para os teores foliares P, Mg e Mn nas plantas daninhas. Dessa forma, a interação foi desdobrada, estudando-se as densidades para cada espécie de planta daninha. Para os demais nutrientes, o efeito significativo ocorreu somente entre as espécies de plantas daninhas avaliadas (Tabela 3).

A espécie *M. aterrima* apresentou os maiores teores de N em relação às outras espécies de plantas daninhas, em todos os níveis de competição, com teores foliares atingindo 28,1 g kg⁻¹ na densidade de seis plantas. Nas gramíneas, nessa mesma densidade, os teores foram de 11,7; 9,9 e 10,1 g kg⁻¹ para as espécies *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *B. plantaginea*, respectivamente (Tabela 3). Este maior teor de N na *M. aterrima* é devido às suas raízes desenvolverem associações com bactérias fixadoras de N, que lhes permite capturar o N do ar com seus nódulos (Evans & Edwards, 2001).

Tabela 3 - Concentrações foliares de macronutrientes de plantas daninhas em diferentes densidades após 90 dias de convivência com plantas de café^{1/}.

Espécie	Variáveis					
	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹						
Densidade 2						
<i>B. decumbens</i>	11,2 b	3,5 b	7,3 a	5,8 c	6,5 b	1,9 b
<i>D. horizontalis</i>	9,9 b	8,3 a	7,0 ab	8,6 b	7,5 b	2,3 a
<i>B. plantaginea</i>	9,2 b	11,0 a	5,1 b	7,3 bc	10,5 a	2,1 ab
<i>M. aterrima</i>	24,9 a	2,1 c	5,8 ab	11,2 a	1,2 c	2,4 a
Densidade 4						
<i>B. decumbens</i>	10,9 b	4,0 b	7,1 a	5,6 c	6,0 b	1,7 b
<i>D. horizontalis</i>	10,0 b	8,6 a	6,9 a	8,5 b	4,3 c	2,2 a
<i>B. plantaginea</i>	9,0 b	9,7 a	5,2 a	7,3 bc	10,1 a	2,2 a
<i>M. aterrima</i>	27,09 a	1,9 c	5,7 a	11,0 a	1,1 d	2,3 a
Densidade 6						
<i>B. decumbens</i>	11,7 b	2,9 b	5,6 a	5,2 c	5,4 b	1,7 b
<i>D. horizontalis</i>	9,9 b	9,6 a	6,8 a	7,7 ab	4,4 b	2,2 a
<i>B. plantaginea</i>	10,1 b	9,5 a	5,1 a	6,5 bc	9,6 a	2,2 a
<i>M. aterrima</i>	28,1 a	1,9 b	5,7 a	8,8 a	1,1 c	2,3 a
DEN*ESP	n.s	**	n.s	n.s	**	n.s
CV (%)	16,3	13,2	16,3	12,6	11,6	8,5

^{1/} Para cada densidade, médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). * Significativo a 5% e n.s- não significativo.

O teor de P apresentou modelo exponencial de redução para a espécie *B. plantaginea*, com teor de 11, 9,7 e 9,5 g kg⁻¹ para as densidades de duas, quatro e seis plantas daninhas, respectivamente (Tabela 3 e 4). Para as espécies *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *M. aterrima* não houve efeito significativo do teor de P com o aumento de plantas daninhas por vaso com os seguintes valores médios de 3,48; 8,81 e 1,97 g kg⁻¹,

respectivamente. Para a densidade de duas e quatro plantas daninhas por vaso a *B. plantaginea* e *D. horizontalis* foram às espécies com os maiores teores de P, sendo na densidade de duas plantas por vaso de 11 e 8,3 g kg⁻¹, respectivamente. Para a densidade de seis plantas daninhas por vaso os menores valores foram observados para *M. aterrima* e *B. decumbens*, sendo respectivamente 1,9 e 2,9 g kg⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 4 - Equações referentes aos teores de nutrientes em folhas de plantas daninhas (Y) em diferentes densidades (x), após 90 dias de convivência com uma planta de café.

Espécie	Variável	Equações ajustadas	R ²
<i>B. decumbens</i>	P (g kg ⁻¹)	$\hat{Y} = Y = 3,48$	--
<i>D. horizontalis</i>		$\hat{Y} = Y = 8,81$	--
<i>B. plantaginea</i>		$\hat{Y} = 11,78e^{(-0,0036d)}$	0,96*
<i>M. aterrima</i>		$\hat{Y} = Y = 1,97$	--
<i>B. decumbens</i>	Mg (g kg ⁻¹)	$\hat{Y} = Y = 5,95$	--
<i>D. horizontalis</i>		$\hat{Y} = 9,016 - 0,72d$	0,98*
<i>B. plantaginea</i>		$\hat{Y} = Y = 10,08$	--
<i>M. aterrima</i>		$\hat{Y} = Y = 1,22$	--
<i>B. decumbens</i>	Mn (mg kg ⁻¹)	$\hat{Y} = Y = 170,44$	--
<i>D. horizontalis</i>		$\hat{Y} = Y = 259,83$	--
<i>B. plantaginea</i>		$\hat{Y} = 147,30 + 11,12d$	0,85*
<i>M. aterrima</i>		$\hat{Y} = 196 - 10,15d$	0,92*

O teor de K nas plantas daninhas não diferiu entre as densidades de quatro e seis plantas daninhas por vaso, havendo diferença somente na densidade de duas plantas daninhas por vaso, onde a *B. plantaginea* apresentou o menor valor, sendo de 5,1 g kg⁻¹ (Tabela 3).

Mucuna aterrima foi a espécie com maior teor de Ca para todas as densidades, com valores de 11,2 g kg⁻¹ na densidade de duas plantas por vaso. Nesta mesma densidade *B. decumbens*, *D. horizontalis* e *B. plantaginea* apresentaram os seguintes teores: 5,8; 8,6 e 7,3 g kg⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

O teor de Mg nas plantas de *D. horizontalis*, apresentou modelo linear, havendo redução de 0,72 g kg⁻¹, a cada planta daninha que foi adicionada ao vaso. Para as demais espécies não houve efeito significativo da densidade de plantas daninhas, com valores médios de 5,95; 10,08 e 1,22 g kg⁻¹, para as espécies *B. decumbens*, *B. plantaginea* e *M. aterrima* (Tabela 4). Independentemente da densidade a espécie com maior teor de Mg foi a *B. plantaginea* e com menor valor foi a *M. aterrima* com valores até 10 vezes menores que a *B. plantaginea* (Tabela 3).

Entre os micronutrientes, o teor de Cu nas plantas daninhas não apresentou diferença quanto a espécie utilizada em todas as densidades. O teor foliar de Fe foi

maior nas espécies de *D. horizontalis* com valor de 134,3 g kg⁻¹ na densidade de seis plantas daninhas (Tabela 5).

Tabela 5 - Concentrações de micronutrientes foliares de plantas daninhas em diferentes densidades, após 90 dias de convivência com plantas de café ^{1/}.

Espécie	Variáveis			
	Cu	Fe	Mn	Zn
g kg ⁻¹				
Densidade 2				
<i>B. decumbens</i>	5,9 a	108,2 ab	185,8 b	23,1 b
<i>D. horizontalis</i>	5,6 a	126,2 a	174,8 b	22,1 b
<i>B. plantaginea</i>	6,5 a	104,7 b	270,4 a	32,8 a
<i>M. aterrima</i>	7,4 a	99,87 b	178,9 b	31,3 a
Densidade 4				
<i>B. decumbens</i>	5,0 a	100,1 b	170,5 b	20,6 b
<i>D. horizontalis</i>	4,9 a	124,1 a	181,22 b	20,2 b
<i>B. plantaginea</i>	6,9 a	109,1 ab	268,62 a	34,5 a
<i>M. aterrima</i>	6,3 a	93,7 b	118,9 c	28,6 a
Densidade 6				
<i>B. decumbens</i>	5,7 a	94,3 c	155,37 b	21,8 b
<i>D. horizontalis</i>	5,6 a	134,3 a	239,3 a	20,9 b
<i>B. plantaginea</i>	5,4 a	115,6 ab	240,5 a	31,5 a
<i>M. aterrima</i>	7,9 a	100,4 bc	138,4 b	31,0 a
DEN*ESP	n.s	n.s	*	n.s
CV (%)	18,3	9,7	12,4	13,6

^{1/} Para cada densidade, médias seguidas de letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). * Significativo a 5% e n.s- não significativo.

O teor de Mn na *B. plantaginea* apresentou aumento linear de 11,12 mg kg⁻¹ para cada planta daninha adicionada ao vaso e *M. aterrima* apresentou modelo linear de redução de 10,15 mg kg⁻¹, para cada planta daninha adicionada ao vaso. A *B. decumbens* e *D. horizontalis* não apresentaram efeito significativo com aumento da densidade, com valores médios de 170,44 e 259,83, respectivamente (Tabela 4). *M. aterrima* e a *B. plantaginea* foram às espécies que apresentaram os maiores teores de Zn em todas as densidades. Sendo que na densidade de seis plantas *B. plantaginea* e a *M. aterrima* obtiveram os menores valores: 21,8; 20,9 mg kg⁻¹ (Tabela 5).

No caso do cafeeiro por ser cultura perene, os erros cometidos no início do cultivo podem comprometer as produtividades por toda a vida da cultura, especialmente quanto à nutrição de mudas e plantas em formação em campo (Clemente et al., 2008). Mal nutrido, tem seu crescimento e potencial competitivo com a planta daninha cada vez menor, tornando-se inclusive, mais sensível ao ataque de patógenos, pois se acreditam que a tolerância de uma cultura a pragas e doenças, e herbicidas é também influenciada pelo seu estado nutricional (Ronchi et al., 2003).

Apesar dos benefícios da fixação biológica de N, reciclagem de nutrientes e cobertura do solo pela *M. aterrima* (Perin et al., 2004), há redução no teor de nutrientes

na planta de café quando desenvolve na linha da cultura, inclusive de N quando em alta se presente em altas densidades. De forma geral, concentrações de macro e micronutrientes nas plantas de café foram influenciadas pela presença de plantas daninhas que conviveram em mesmo vaso, com tendência de menores teores de nutrientes nas folhas da cultura à medida que aumentava densidade de plantas daninhas. As espécies daninhas destacaram-se no teor foliar de alguns nutrientes, sendo *D. horizontalis* em P e Fe, *B. plantaginea* em P, Mg, Mn, Zn e *M. aterrima* em N, Ca e Zn independente da densidade de infestação. Estas espécies mesmo em baixas densidades acarretaram menores teores de nutrientes das plantas de café.

4.6. LITERATURA CITADA

ALFONSI, E. L. et. al. Crescimento, fotossíntese e composição mineral em genótipos de *Coffea* com potencial para utilização como porta-enxerto. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 1-13, 2005.

AMADO, T. J. C. et. al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **R. Bras. Ciên. Solo**, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.

BAUMANN, D. T. et al. Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. **Crop Sci.**, v. 41, n. 3, p. 764-774, 2001.

BRAGA, J. M.; De FELLIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de P em extratos de solo e material vegetal. **R. Ceres**, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

CATALDO, D. A.; et.al. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Commun. Soil Sci. Plan.**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.

CLEMENTE, F. M. V. T, et. al. Faixas críticas de teores foliares de macronutrientes no cafeeiro em pós-plantio - primeiro ano. **Coffee Sci.** v. 3, n. 1, p. 47-57, 2008.

DI TOMASO, J. M. Approaches for improving crop competitiveness through the manipulation of fertilization strategies. **Weed Sci.**, v. 43, n. 3, p. 491-497, 1995.

DUARTE Jr, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 723-732, 2008.

EVANS, J. R.; EDWARDS, E. Nutrient uptake and use in plant growth. In: NET ECOSYSTEM EXCHANGE CRC WORKSHOP, 2001, Canberra. **Proceedings**. Canberra: Cooperative Research Centre for Greenhouse Accounting, 2001. p. 75-81.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 122 p.

GONTIJO, R. A. N.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO, J.G. Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro decorrente da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn. **Coffee Sci.**, v. 3, n. 2, p. 124-132, 2008.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C. et al. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, p. 289-302, 1999 b.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação do cafeeiro**: colheitas econômicas máximas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1993. 210 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo. Agronômica Ceres. 2006. 683 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. Editora UFV, Viçosa-MG, 2005, 451 p.

MORTENSEN, D.A.; BASTIAANS, L.; SATTIN, M. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. **Weed Res.**, v. 40, p. 49-62, 2000.

PAULO, E. M. et. al. Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.

PERIN, A. et. al. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pes. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PITELLI, R. A. Biologia de plantas daninhas. In: DOWER NETO, J. B. – SEMANA DO HERBICIDA, 5., 1983, Bandeirantes: **Semana...** Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", 1983. p. 1-9.(Apostila).

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

RONCHI, C. P., TERRA A. A., SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul. **R. Bras. Ciên. Solo**, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SILVA, A. A., RONCHI, C. P. Avanços nas pesquisas sobre o controle de plantas daninhas na cultura do café. In: ZAMBOLIM L (Ed.) **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV/DFP, 2004. p. 103-132.

SILVA, A. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.) **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre:UFES, 2008, p. 251-268.

SOUZA, L. S., et. al. Efeitos das faixas de controle do Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

SILVA, A. F. et al. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção de soja. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

5. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS JOVENS DE CAFÉ, EM DUAS ÉPOCAS DE INFESTAÇÃO

5.1. RESUMO

Objetivo-se com este trabalho avaliar a interferência de plantas daninhas instalada aos 60 e aos 180 dias após o transplântio de plantas de café em vasos contendo 25 dm³ de substrato. O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 4 x 2), com duas espécies de plantas daninhas (*B. decumbens*, *B. plantaginea*), cultivadas por 90 dias, em quatro densidades (zero, dois, quatro, seis plantas por vaso), juntamente a mudas de café de diferentes idades: 60 e 180 dias após transplântio. A convivência de *B. decumbens* e *B. plantaginea* com as de café foi de 90 dias, ocasião do florescimento das gramíneas. Por ocasião da colheita do experimento avaliou-se o incremento na altura, na área foliar e no diâmetro do coleto do café, matéria seca de plantas daninhas e do café, e densidade radicular do café. Estimaram-se, ainda, razão de massa foliar, razão de massa caulinar, razão de massa radicular, razão de área foliar e a razão sistema radicular/parte aérea das plantas de café. As plantas daninhas proporcionaram interferência negativa nas características avaliadas. Verificou-se menor acúmulo do incremento em altura, área foliar e matéria seca total das plantas de café com o aumento da densidade das plantas daninhas. O efeito da interferência das plantas foi maior quando a interferência se instalou mais cedo (aos 60 DAT). Neste caso houve menor acúmulo das variáveis de crescimento, porém as duas gramíneas comportaram de forma similar não diferindo para a maioria das variáveis. Quando a competição se instalou mais tarde (aos 180 DAT) as plantas de café foram mais sensíveis à competição a *B. plantaginea* em relação à *B. decumbens*. O aumento da densidade de plantas daninhas promoveu maior alocação de fotoassimilados para parte aérea em detrimento ao sistema radicular do café.

Palavras-chave: competição, manejo integrado, *Braquiaria decumbens*, *Braquiaria plantaginea*

EFFECT OF WEEDS ON THE DEVELOPMENT OF YOUNG COFFEE PLANTS, IN TWO INFESTATION OCCURRENCES

5.2 ABSTRAT

The present work aimed at evaluating the effect of weeds installed 60 and 180 days after coffee seedling transplanting in pots containing 25 dm³ of substrate. It was arranged in randomized blocks, with four replications, in a factorial design (2 x 4 x 2), with two weed species (*B. decumbens* and *B. plantaginea*), cultured for 90 days, in four densities (zero, two, four and six plants per pot), together with coffee seedlings at different ages: 60 and 180 days after transplantation. In the moment of the harvest of the experiment, it was evaluated the increment in plant height, leaf area and girth diameter of the coffee plants, dry matter of weeds and coffee, and coffee root density. Estimates were also performed to determine the leaf mass ratio, stem mass ratio, root mass ratio and root system/ shoot ratio of coffee plants. The weeds presented a negative effect on the characteristics evaluated. It was verified a smaller accumulation in the increase of height, leaf area and total dry matter of coffee plants with the increase of weed density. The effects of weeds were higher when the interference was installed earlier (at 60 DAT). In this case, there was a lower accumulation of the growth variables; however, both grasses presented a similar behavior, without differing for most variables. When the competition was installed later (180 DAT), the coffee plants were more sensitive to the competition with *B. plantaginea*, in relation to *B. decumbens*. The increase of weed densities promoted higher allocation of photoassimilates for the shoot part, in detriment to the coffee root system.

Keywords: competition, integrated management, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria plantaginea*

5.3. INTRODUÇÃO

Dentre as culturas de grande importância econômica e social do Brasil destaca-se a do café arábica. Apesar de o Brasil ser o maior produtor e consumidor de café do mundo a produtividade dessa cultura é baixa considerando o seu potencial genético. As principais causas dessa baixa produtividade destacam-se o fato de muitas lavouras serem antigas e depauperadas, deficiências nutricionais, bienalidade de produção, estresse abiótico e biótico e manejo inadequado da cultura (Caixeta et al., 2008). Entre esses fatores listados destaca-se a interferência das plantas daninhas com a cultura do café do café jovem. Essas possuem elevada capacidade competitiva pelos recursos do meio; água, nutrientes e luz e se não manejadas corretamente afetam negativamente o

crescimento vegetativo do cafeeiro (Ronchi & Silva, 2006) e posteriormente sua produtividade.

Segundo Silva et al., (2008) a competição das plantas daninhas com o café é mais severa durante a formação da lavoura (primeiro e segundo ano após a implantação) e também nos meses de outubro a março (época das águas), período que coincide com a frutificação do cafeeiro. A presença das plantas daninhas em lavouras de café é influenciada pelas chuvas e as temperaturas mais elevadas. Nestas condições ocorre grande infestação da área por gramíneas e diversas dicotiledôneas que se não controladas a tempo podem prejudicar a lavoura.

As plantas de café jovens estão mais suscetíveis a competição com as plantas daninhas (Kogan, 1992). O cafeeiro apresenta crescimento lento em relação ao das plantas daninhas, permitindo que elas exerçam maior competição pelos recursos disponíveis que a cultura. A interferência imposta por essas plantas resulta na diminuição do teor de nutrientes nas folhas (Ronchi et al., 2003), menor crescimento (Ronchi & Silva, 2006), e, conseqüentemente, menor produção do cafeeiro.

A presença de outras espécies na entrelinha do café pode trazer benefícios para a cultura, como o aumento da diversidade biótica e o aumento da proteção da superfície do solo contra o processo de erosão e imobilização de grandes quantidades de nutrientes (Pitelli, 1985).

Deste modo estudos sobre o comportamento, biologia e mecanismos de interferência entre plantas daninhas e cultura do café são de extrema importância para se garantir a sustentabilidade das lavouras. Neste trabalho avaliou-se a interferência de *Brachiaria plantaginea* e *Digitaria horizontalis* sobre o crescimento de plantas de café com infestações ocorrendo aos 60 e 180 dias após o transplante das mudas visando otimizar o sistema de manejo integrado de plantas daninhas em lavoura de café arábica.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia, em Viçosa, Minas Gerais. Mudanças de café Mundo Novo (linhagem 374/19), no estágio de cinco pares de folhas completamente expandida, produzidas de modo tradicional, foram plantadas em vasos contendo 25 dm³ de substrato. Como substrato utilizou-se de terra de subsolo peneirada e esterco de curral curtido (3:1). Para fornecimento de P₂O₅, utilizou-se de superfosfato simples (100 g/vaso), além de

calcário dolomítico, a fim de elevar a saturação de bases a 60% (Guimarães et al., 1999). Os resultados das análises física e química do solo utilizado encontram-se na Tabela 1. Após o plantio das mudas, os vasos permaneceram sob sistema de irrigação por aspersão, até a aplicação dos tratamentos. Adicionaram-se K₂O (31,48 g/vaso) e N (10 g/vaso) aos vasos, sendo parcelados aos 30 e 60 e 120 dias após o transplântio (Guimarães et al., 1999).

Tabela 1 - Características físicas e químicas do Latossolo Vermelho-Amarelo utilizado no experimento^{1/}.

Análise granulométrica (dag kg ⁻¹)												
Areia	Silte			Argila			Classe textural					
46	5			49			Argilo-Arenosa					
Análise química												
pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	T	T	m	V	
H ₂ O	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³%.....
4,7	2,3	48	1,4	0,4	0,6	6,27	1,92	2,52	8,19	24	23	
P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	MO						
mg L ⁻¹ cmol _c dm ⁻³					dag kg ⁻¹						
24,3	2,6	91,3	14,3	1,1	0,7	2,4						

^{1/}Análises realizadas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas de Solo do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial (2 x 4 x 2), com duas espécies de plantas daninhas (*B. decumbens*, *B. plantaginea*), em quatro densidades (zero, duas, quatro e seis plantas por vaso), juntamente a mudas de café de diferentes idades: 60 e 180 dias após transplântio. A parcela experimental foi constituída de um vaso, contendo uma planta de café.

Para constituir o fator época de desenvolvimento das mudas realizou-se o plantio de metade das mudas nos vasos com intervalo de 120 dias para o plantio da outra metade. O período de convivência das plantas de café com as plantas daninhas, foi aquele compreendido do transplântio até o florescimento das espécies de plantas daninhas (aproximadamente, 90 dias). Utilizou-se de bandeja de plástico contendo como substrato areia lavada para germinação das sementes de plantas daninhas, que foram posteriormente transplântadas para os vasos.

No dia do transplântio das plantas daninhas para o vaso e no dia do encerramento do experimento, determinaram-se a altura e a área foliar (Antunes et al., 2008) do café. Ao fim do experimento, as plantas de café foram seccionadas rente ao

solo, sendo separadas em parte área e sistema radicular. A densidade do sistema radicular foi determinada pela razão entre matéria fresca e volume de água deslocado (g mL^{-1}). Do mesmo modo, as plantas daninhas foram separadas em parte área e sistema radicular. As plantas de café e plantas daninhas foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar (65°C), até atingir massa constante, para determinação da matéria seca. Em seguida, estimaram-se: razão de massa foliar (matéria seca foliar/matéria seca total, g g^{-1}), razão de massa caulinar (matéria seca caulinar/matéria seca total, g g^{-1}), razão de massa radicular (matéria seca radicular/matéria seca total g g^{-1}), razão de área foliar (área foliar/matéria seca total, $\text{m}^2 \text{g}^{-1}$) e razão do sistema radicular/parte aérea (matéria seca do sistema radicular/matéria seca parte aérea, g g^{-1}).

Para a interpretação dos dados, empregou-se a análise de variância utilizando-se do teste F ($p \leq 0,05$). Efetuou-se o desdobramento da interação significativa, empregando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade de erro para as comparações entre espécies, e análise de regressão para as densidades das plantas daninhas, com escolha dos modelos baseada na sua significância, no fenômeno biológico e no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{S.Q. Reg./S.Q. Trat.}$).

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis matéria seca da raiz do café e das plantas daninhas observou-se efeito significativo da interação entre os fatores tempo, densidade e espécie, assim como para a interação tempo x espécie para as variáveis do café: incremento em altura, densidade radicular, matéria seca total, razão de massa foliar, razão de massa radicular, razão sistema radicular/parte aérea e para matéria seca das folhas de planta daninha. Para a interação tempo x densidade houve efeito significativo para incremento de altura, densidade radicular, matéria seca total do café. Para algumas variáveis como área foliar, razão de massa foliar, razão de massa caulinar, razão de massa radicular, razão de área foliar, razão de sistema radicular/parte aérea, houve efeito significativo para densidade de plantio.

As plantas de café cultivadas com *B. plantaginea*, independentemente da fase de desenvolvimento do cafeeiro (60 ou 180 DAT), apresentaram menor incremento em altura em relação às plantas de café que conviveram com *B. decumbens* (Tabela 2). Para a densidade radicular, houve diferença do efeito das plantas daninhas de acordo com a idade da planta, sendo que as plantas de café aos 180 DAT apresentaram os menores

valores. A densidade radicular do café que conviveu com as plantas daninhas foi de 0,40 g mL⁻¹, aos 60 DAT, contudo, para as plantas de café mais desenvolvidas (180 DAT), a densidade radicular foi de 0,22 g mL⁻¹ e 0,19 g mL⁻¹ para *B. decumbens* e *B. plantaginea*, respectivamente (Tabela 2).

A matéria seca total de plantas de café apresentou diferença entre as espécies de plantas daninhas somente aos 180 DAT, sendo *B. plantaginea* a espécie que proporcionou menor acúmulo desta variável. Provavelmente isso ocorreu porque a *B. plantaginea* é mais competitiva que a *B. decumbens* quando em competição com plantas mais velhas de café, pois em plantas mais jovens não houve diferença entre as espécies (Tabela 2). A *B. plantaginea* apresentou maiores teores de nutrientes que a *B. decumbens*, com até três vezes mais P e duas vezes mais Mg e também maiores teores de micronutrientes como Mn e Zn (dados não mostrados). As plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 180 DAT apresentaram maior matéria seca final, este resultado é devido ao maior tempo de desenvolvimento das mudas não podendo ser atribuído somente ao efeito da competição das plantas daninhas. Silva et al. (2008) constataram que no sistema convencional de cultivo, 80% da massa seca das plantas daninhas foi atribuída à *B. plantaginea*, afetando diretamente o rendimento das culturas. Estes resultados reforçam a importância do manejo desta espécie em áreas de cafeicultura em implantação.

Para a razão de massa foliar a diferença proporcionada pelas plantas daninhas somente foi observada aos 180 DAT, quando a *B. plantaginea* apresentou maior redução desta relação em convívio com o café. Entretanto, observou-se o contrário para a razão de massa radicular, ou seja, a *B. plantaginea* proporcionou maior razão de massa radicular em relação a *B. decumbens* para as plantas de café aos 180 DAT (Tabela 2). Houve maior alocação dos fotoassimilados para a raiz e menor alocação para as folhas do café que conviveu com *B. plantaginea*, em relação ao café que conviveu com a *B. decumbens*. Houve também maior razão sistema radicular/parte aérea das plantas de café em convivência com a *B. plantaginea* que iniciou convívio com as plantas daninhas aos 180 DAT (Tabela 2), provavelmente devido a maior alocação de fotoassimilados para a raiz nas plantas de café em convívio com esta espécie.

Com relação ao acúmulo de matéria seca de plantas daninhas, observou-se que a *B. plantaginea* acumulou maior matéria seca que a *B. decumbens*, nas duas fases de desenvolvimento do café. Todavia, o acúmulo mais evidente da *B. plantaginea* foi observado aos 180 DAT (53,70 g), comparado a 15,70 g de *B. decumbens* (Tabela 2).

Este acúmulo diferencial das espécies, pode estar relacionado com as suas características intrínsecas, ou, pelo fato das plantas de café já estavarem mais desenvolvidas, com maior estatura, o sombreamento causado pelo café pode ter afetado o desenvolvimento da *B. decumbens*, sendo a *B. plantaginea* mais competitiva mesmo com o sombreamento causado pelo café.

Tabela 2 - Variáveis do café (60 e 180 dias após o transplântio) após convivência por 90 dias com a *B. decumbens* e *B. plantaginea* e matéria seca da folha de plantas daninhas (MSFPD)^{1/}.

Variável	Espécie	Tempo	
		60 DAT	180 DAT
IA ^{2/} (cm)	<i>B. decumbens</i>	29,08 Aa	26,27 Ba
	<i>B. plantaginea</i>	26,21 Ab	23,70 Ab
DR (g mL ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>	0,41 Aa	0,22 Ba
	<i>B. plantaginea</i>	0,39 Aa	0,19 Bb
MST (g)	<i>B. decumbens</i>	54,08 Ba	238,67 Aa
	<i>B. plantaginea</i>	52,47 Ba	229,68 Ab
RMF (g g ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>	0,39 Aa	0,35 Ba
	<i>B. plantaginea</i>	0,41 Aa	0,31 Bb
RMR (g g ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>	0,21 Aa	0,22 Ab
	<i>B. plantaginea</i>	0,20 Ba	0,26 Aa
SR/PA (g g ⁻¹)	<i>B. decumbens</i>	0,27 Aa	0,26 Ab
	<i>B. plantaginea</i>	0,29 Aa	0,35 Aa
MSFPD (g)	<i>B. decumbens</i>	30,41 Ab	15,70 Bb
	<i>B. plantaginea</i>	47,40 Aa	53,70 Aa

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{2/} IA- (Incremento de altura), DR- (Densidade radicular), MST- (Matéria seca total), RMF- (Razão de massa foliar), RMR- (Razão de massa radicular), SR/PA- (Razão sistema radicular/ parte aérea), DAT- Dias após o transplântio.

As plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 60 DAT apresentaram modelo de redução exponencial de incremento em altura à medida que se aumentou a densidade de plantas daninhas. Para as plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 180 DAT não houve efeito significativo da densidade de plantas daninhas sobre o incremento em altura (Figura 1). As testemunhas do café mais jovem (60 DAT) apresentaram maior incremento em altura, que plantas mais velhas, provavelmente pela menor limitação física ao crescimento de raízes causada pelo vaso, pela idade da planta ou pela época de cultivo (Figura 1). Em trabalhos similares com plantas de café, vasos de 12 L podem ter superestimado a competição de plantas daninhas, pelo tamanho reduzido do vaso associado ao tempo de cultivo prolongado (Ronchi & Silva, 2006). Observou-se que o efeito negativo causado pelo aumento da densidade de plantas daninhas foi mais expressivo em plantas mais jovens de café, sendo estas mais sensíveis à interferência das plantas daninhas. Ronchi

& Silva (2006), estudando a interferência de plantas daninhas sobre plantas de café em sua fase inicial de desenvolvimento (30 DAT), observaram que *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Leonurus sibiricus* e *Richardia brasiliensis* causaram redução drástica no crescimento de plantas de café, principalmente com o aumento da densidade.

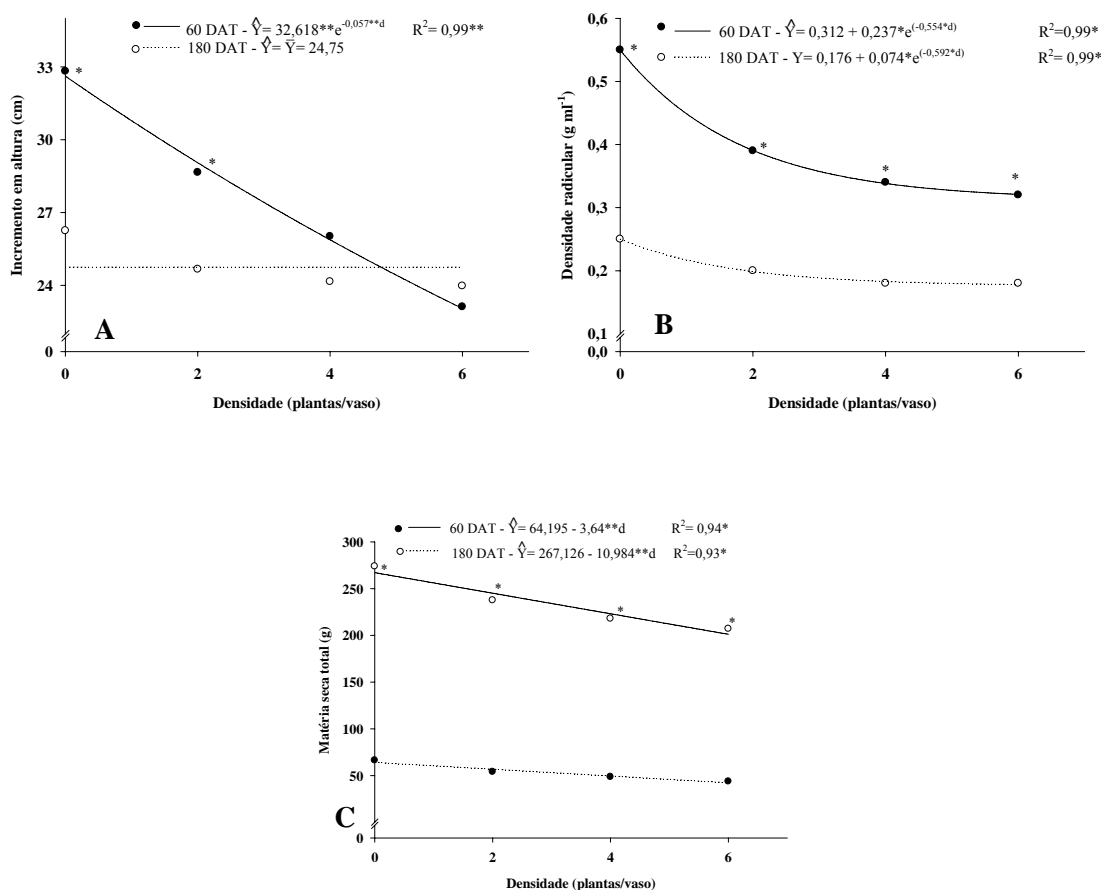


Figura 1 – Incremento em altura, densidade radicular e matéria seca total de plantas de café (60 e 180 dias após o transplante) após convivência por 90 dias com diferentes densidades de plantas daninhas. * Médias diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Observou-se redução exponencial da densidade radicular com o aumento da densidade de plantas daninhas. As plantas de café (60 DAT) livre da competição apresentaram $0,55 \text{ g mL}^{-1}$, enquanto na densidade de seis por vaso a densidade radicular foi de $0,32 \text{ g mL}^{-1}$ (Figura 1). A diferença observada na densidade de zero plantas daninhas para a densidade máxima, foi de $0,23 \text{ g mL}^{-1}$ para duas idades do café.

Independentemente da idade do cafeeiro, houve redução linear da matéria seca total das plantas, observou-se que para as plantas aos 60 DAT houve redução de $22,49 \text{ g}$ (33,8%) entre a testemunha e a máxima densidade de plantas daninhas. Para as plantas que passaram a conviver em fase mais avançada (180 DAT) com as plantas daninhas,

esta redução foi de 66,1 g (24,35 %) (Figura 1). Proporcionalmente ao tamanho das plantas de café houve maior redução da matéria seca total para as plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 60 DAT. Segundo Marcolini et al. (2009) a *B. decumbens*, quando desenvolveu perto das plantas de café, proporcionou efeito negativo pronunciado com o aumento da densidade das plantas daninhas, enquanto aos 10 e 20 cm de distância, o efeito foi pronunciado com a densidade de 16 plantas/m².

As variáveis razão de área foliar e razão de massa caulinar apresentaram significância apenas para o fator idade das plantas de café. As plantas de café apresentaram maior razão de área foliar quando em convívio com as plantas daninhas aos 60 DAT (Tabela 4). As plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 180 DAT tiveram menor razão de massa caulinar (Tabela 4). O café que passou a conviver com as plantas daninhas em fase mais avançada de desenvolvimento (180 DAT) apresentou menor alocação de fotoassimilados para o caule e para as folhas em relação às plantas de café que tiveram o início do período de competição aos 60 DAT do café.

Tabela 4 – Razão de área foliar (RAF) e razão de massa caulinar (RMC) das plantas de café (60 e 180 dias após o transplante) em convivência com a *B. decumbens* e *B. plantaginea* após 90 dias^{1/}.

Época	RAF (m ² g ⁻¹)	RMC (g g ⁻¹)
60 DAT	2,70 a	1,85 a
180 DAT	0,38 b	0,42 b

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

As plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas a partir dos 60 DAT apresentaram menor acúmulo da matéria seca de raiz para todas as densidades e para as duas espécies de plantas daninhas em comparação as plantas de café aos 180 DAT. Provavelmente, isso ocorreu porque às plantas de café aos 180 DAT desenvolveram no vaso por 120 dias a mais que as outras (60 DAT), e apresentaram maior formação de sistema radicular (Tabela 5) e, portanto, menor interferência das plantas daninhas. Para as plantas de café aos 60 DAT não houve diferença entre as plantas daninhas para as diferentes densidades. Todavia para as plantas de café que passaram a conviver com as plantas daninhas aos 180 DAT, na densidade de duas e quatro plantas por vaso, a *B. plantaginea* proporcionou menor acúmulo de matéria seca de raízes do café (Tabela 5). E na densidade de seis plantas daninhas por vaso, a *B.*

decumbens e *B. plantaginea* não diferiram entre as espécies. As interações entre raiz-raiz e raiz-solo são muito complexas (McCully, 1999). Uma série de fatores tanto do meio de desenvolvimento como do próprio sistema radicular (fisiologia da raiz, tamanho do sistema radicular, distribuição, arquitetura, taxa de crescimento) vão influenciar no desenvolvimento e na capacidade competitiva de cada planta. Além disso, a importância destes fatores vai depender do meio de cultivo, disponibilidade de água, nutrientes, toxicidade, deficiências, estrutura do solo e doenças (Dunbadin, 2007).

Tabela 5 - Matéria seca da raiz do café (60 e 180 dias após o transplante) em função da densidade de *B. decumbens* e *B. plantaginea* após convivência por 90 dias^{1/}.

Espécie	Densidade 0		Densidade 2		Densidade 4		Densidade 6	
	60 DAT	180 DAT	60 DAT	180 DAT	60 DAT	180 DAT	60 DAT	180 DAT
<i>B. decumbens</i>	17,31 Ba	80,71 Aa	11,6 Ba	63,4 Aa	9,5 Ba	60,6 Aa	8,6 Ba	47,2 Aa
<i>B. plantaginea</i>	17,33 Ba	82,42 Aa	10,4 Ba	53,1 Ab	9,3 Ba	37,9 Ab	6,9 Ba	39,7 Aa

Para cada densidade, médias seguidas pela letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

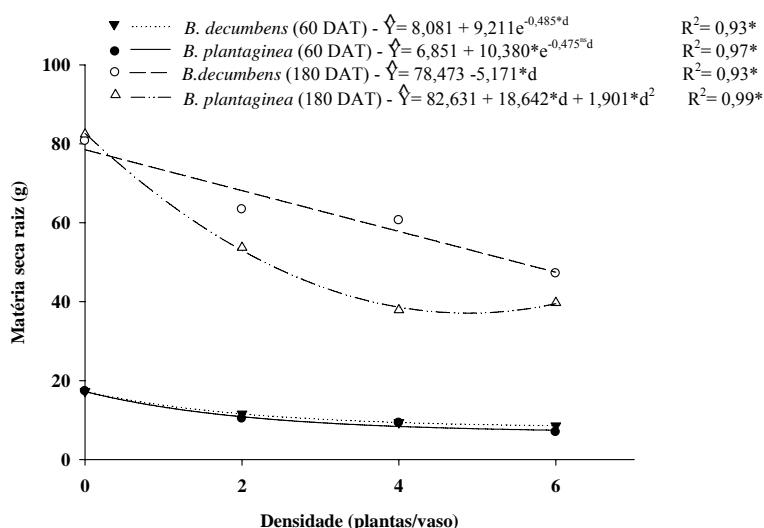


Figura 2 – Matéria seca da raiz do café (60 e 180 dias após o transplante) em função da densidade de *B. decumbens* e *B. plantaginea* após convivência por 90 dias^{1/}. (* Teste F; P < 0,05 e ^{ns}P – Não significativo)

As plantas daninhas que foram transplantadas no vaso aos 60 DAT do café apresentaram maior acúmulo de matéria seca da raiz em relação às plantas daninhas que foram transplantadas aos 180 DAT para todas as densidades (Tabela 6). Provavelmente devido ao maior desenvolvimento inicial do café aos 180 DAT. Também, pode ser devido ao sombreamento das plantas daninhas pelo cafeeiro, ou pela própria limitação física de desenvolvimento das raízes das plantas daninhas. Sendo assim, as plantas mais jovens de café são mais sensíveis à interferência das plantas daninhas. Outro fator de

competição entre planta daninha e a cultura do café são as raízes absorventes do cafeeiro que crescem superficialmente no solo, onde a maioria das raízes das plantas daninhas ocorre (Njoroge, 1994). Estudos sugerem que o que confere a capacidade competitiva as plantas daninhas é a capacidade de ocuparem o volume do solo e a alta taxa de crescimento, que a maioria destas espécies possui, durante o estabelecimento da cultura (Craine, 2006).

Tabela 6 - Matéria seca de raiz de plantas daninhas em função da fase de desenvolvimento do café (60 e 180 dias após transplântio) e da densidade de *B. decumbens* e *B. plantaginea* após convivência por 90 dias^{1/}.

Espécie	Densidade 2		Densidade 4		Densidade 6	
	60 DAT	180 DAT	60 DAT	180 DAT	60 DAT	180 DAT
<i>B. decumbens</i>	33,2 Ab	12,77 Ba	44,09 Aa	24,40 Ba	46,24 Aa	17,69 Ba
<i>B. plantaginea</i>	72,44 Aa	22,44 Ba	46,96 Aa	24,89 Ba	37,34 Aa	28,34 Aa

^{1/} Para cada densidade, médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve redução quadrática do incremento de área foliar do café à medida que se aumentou a densidade de plantas daninhas. Para as plantas de café que desenvolveram na ausência de plantas daninhas, o incremento de área foliar foi de 3.226,10 cm² enquanto para as plantas de café que conviveram com a máxima densidade de plantas daninhas o incremento chegou a apenas 2.613,98 cm², portanto redução de 19% (Figura 3). Segundo (Marcolini et al. 2009), em trabalhos avaliando a interferência da densidade de *B. decumbens* sobre plantas jovens de café, todas as características avaliadas foram afetadas negativamente pela interferência da gramínea, sendo que a área foliar e a matéria seca de folhas mostraram-se mais sensíveis à interferência.

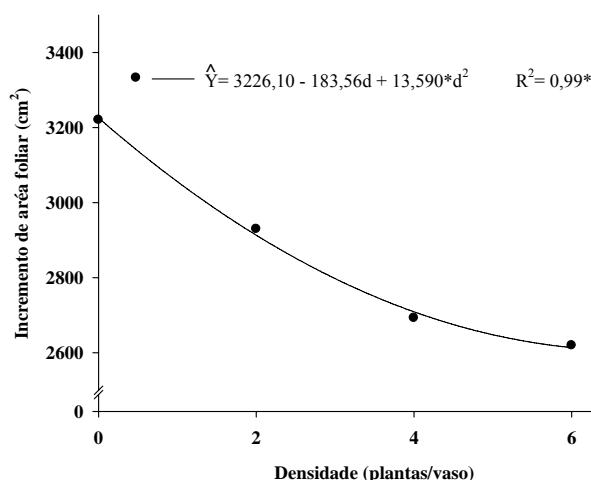


Figura 3 - Incremento de área foliar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas, após 90 dias de convivência. (* Teste F; P < 0,05)

Com o aumento da densidade de plantas daninhas houve aumento discreto, porém linear da razão de massa caulinar do café. Para cada planta daninha adicionada ao vaso o aumento foi de 0,006 g g⁻¹ na razão de massa caulinar. Também houve aumento exponencial da razão de massa foliar do café, entretanto, ocorreu queda exponencial na razão de massa radicular com o aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 4). Com o aumento do número de plantas daninhas por vaso, a planta de café aumentou a alocação de fotoassimilados para parte área, como observado com a maior razão de massa caulinar e maior razão de massa foliar. A competição propiciou diminuição da razão de massa radicular, ou seja, menos fotoassimilados foram alocados para o sistema radicular do café.

Em experimentos de curta duração, com suprimento homogêneo de recursos, as plantas alocam maior proporção de fotoassimilados para os órgãos responsáveis pela aquisição de recursos que estão limitados no ambiente (Shiple & Meziane, 2002). Por outro lado, em condições de campo e por período de tempo mais longo, a disponibilidade de recursos do ambiente costuma ser temporalmente heterogênea, não se verificando alocação diferenciada de carboidratos entre raízes e parte aérea das plantas (Cahill Jr., 2003). A competição por recursos do solo e radiação solar não é independente, e tanto o sistema radicular como a parte aérea das plantas efetuam trocas rápidas no que se refere à alocação de fotoassimilados, quando uma ou outra fração é mais exigida para enfrentar a competição (Cahill Jr., 2002).

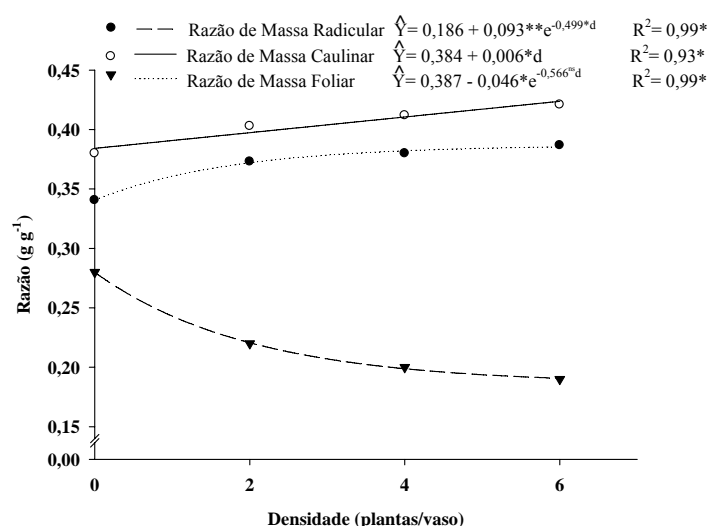


Figura 4 – Razão de massa radicular, razão de massa caulinar e razão de massa foliar de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas, após 90 dias de convivência. (*, ** Teste F; P < 0,05 e P < 0,01, respectivamente)

As alterações morfológicas observadas levaram a menor razão sistema radicular/parte aérea do café, com o aumento da densidade de plantas daninhas (Figura 5). A partir desta razão pode-se inferir que houve menor alocação de fotoassimilados para o sistema radicular em relação à parte aérea das plantas de café em competição com as plantas daninhas.

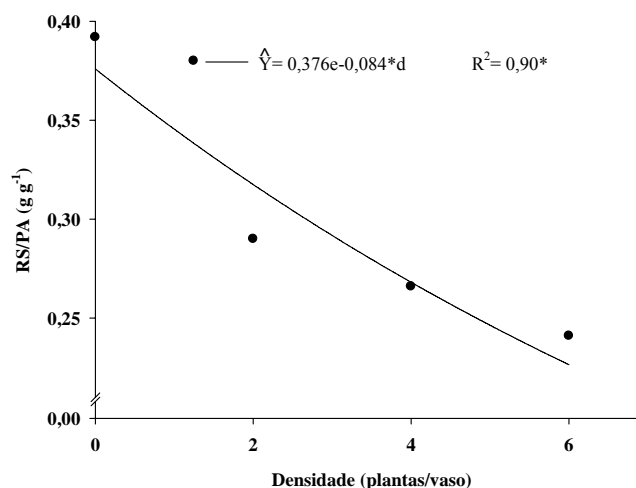


Figura 5 - Razão sistema radicular/parte aérea de plantas de café em função da densidade de plantas daninhas, após 90 dias de convivência. (* Teste F; P < 0,05)

Em resposta à competição, podem ocorrer alterações na partição de matéria seca, com mudanças morfológicas na planta, como reduções na proporção de matéria seca de raízes em relação à parte aérea, na fase inicial de desenvolvimento da cultura (Rajcan & Swanton, 2001). Essa é uma tentativa da planta em investir em determinado compartimento devido a maior carência de recurso (Poorter & Nagel, 2000).

Segundo Bianco et al. (2005), a *B. decumbens* é espécie muito exigente em termos nutricionais comparado a outras gramíneas. Dessa forma, dependendo da fase de desenvolvimento da planta e da intensidade da competição, pode ocorrer alternância na importância relativa da competição por recursos abaixo e acima da superfície do solo. Contudo, a competição que ocorre nas fases iniciais de desenvolvimento por recursos do solo (Semere & Froud-Williams, 2001) e a modulação do crescimento devido à qualidade de radiação solar (Ballaré & Casal, 2000; Almeida & Mundstock, 2001) definem o padrão de crescimento futuro de uma planta em relação aos seus vizinhos.

As plantas daninhas desenvolvendo juntamente com o café proporcionaram interação negativa para ambas as espécies, havendo menor acúmulo do incremento de altura, área foliar e matéria seca total das plantas de café, principalmente à medida que

se aumentou a densidade das plantas daninhas. Porém as plantas de café mais jovens (60 DAT) parecem ser mais sensíveis à interferência das plantas daninhas, pois houve menor acúmulo das variáveis de crescimento, principalmente com a máxima densidade de plantas e as duas gramíneas comportaram-se de forma similar não diferindo para a maioria das variáveis.

Para as plantas de café que passaram a conviver com as espécies de plantas daninhas aos 180 DAT houve maior sensibilidade à competição com a *B. plantaginea*. Este fato pode estar relacionado ao acúmulo similar de matéria seca da *B. plantaginea* independentemente da época de desenvolvimento do café, enquanto a *B. decumbens* acumulou quase a metade da matéria seca quando desenvolveu com mudas maiores de café. A maior estatura da planta de café pode ter propiciado vantagem competitiva pelo recurso luz, possibilitando sombrear a espécie daninha, principalmente por ser espécie exigente neste recurso. A *B. decumbens* desenvolvendo juntamente com o café, aos 180 DAT, foi menos competitiva que a *B. plantaginea*, que apresentou desenvolvimento similar para o fator época de desenvolvimento do café (60 DAT e 180 DAT). O aumento da densidade de plantas daninhas promoveu maior alocação para parte área em detrimento ao sistema radicular do café.

5.6. LITERATURA CITADA

ANTUNES, W. C. et al. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Ann. Appl. Biol.**, v. 59, n.1, p. 1-8, 2008.

ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilamento em plantas de trigo quando cultivadas sob competição. **Ciê. Rural**, v. 31, n. 3, p. 40-408, 2001.

BALLARÉ, C. L.; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Res.**, v. 67, n. 2, p. 149-160, 2000.

BIANCO, S., TONHÃO, M. A. R., PITELLI, R.A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta daninha**. v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

CAHILL Jr., J. F. Interactions between root and shoot competition vary among species. **Oikos**, v. 99, n. 1, p. 101-112, 2002.

CAHILL Jr., J. F. Lack of relationship between below-ground competition and allocation to roots in 10 grassland species. **J. Appl. Ecol.**, v. 91, n. 4, p. 532-540, 2003.

CAIXETA, G. Z. T. et al. Gerenciamento como forma de garantir a competitividade da cafeicultura. **Inf. Agropec.**, v. 29, n. 247, p. 14-23, 2008.

CRAINE, J. M. Competition for nutrients and optimal root allocation. **Plant Soil**, v. 285, n. 2, p. 171-185, 2006.

DUNBADIN, V. Simulating the role of rooting traits in crop-weed competition. **Field Crop. Res.**, v. 104, n. 1, p. 44-51, 2007.

KOGAN, M. A. Interferencia de las malezas en plantaciones y estrategias de control. In: **AVANCES en manejo de malezas en producción agrícola y forestal**, Santiago: Pontificia Universidad Católica, p. 119, 1992.

GUIMARÃES, P. T. G. et al. Cafeeiro. In: RIBEIRO, A. C. et al. **Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, p. 289-302, 1999 b.

MARCOLINI, L. W. et al. Effect of the density and of the distance of *Brachiaria decumbens* staff on the initial growth of *Coffea arabica* seedlings. **Coffee Sci.**, v. 4, n. 1, p. 11-15, 2009.

McCULLY, M. E. Roots in soil: unearthing the complexities of roots and their rhizospheres. **Rev. Plant**. v. 50, p. 695-718, 1999.

NJOROGE, J. M. Weeds and weed control in coffee. **Exp. Agric.**, v. 30, n. 4, p. 421-429, 1994.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 120, n. 11, p. 16-27, 1985.

POORTER H., NAGEL O. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. **Aust. J. Plant. Physiol.**, v. 27, n. 6, p. 595-607, 2000.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop. Res.**, v. 71, n. 2, p. 139-150, 2001.

RONCHI, C. P. et al. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.

RONCHI, C. P., SILVA, A. A. Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants. **Planta Daninha**, v. 24, n. 2, p. 415-423, 2006.

SEMERE, T.; FROUD-WILLIAMS, R. J. The effect of pea cultivar and water stress on root and shoot competition between vegetative plants of maize and pea. **J. Appl. Ecol.**, v. 38, n. 1, p. 137-145, 2001.

SHIPLEY, B.; MEZIANE, D. The balanced-growth hypothesis and the allometry of leaf and root biomass allocation. **Funct. Ecol.**, v. 16, n. 3, p. 326-331, 2002.

SILVA, A. A. et al. Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café. In: TOMAZ, M. A. et al. (Eds.) **Seminário para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre:UFES, 2008. p. 251-268.

SOUZA, L. S. et al. Efeitos das faixas de controle do Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As quatro espécies plantas daninhas estudadas proporcionaram redução no crescimento do cafeeiro, com destaque para *M. aterrima* e *B. plantaginea*.
- Ocorreu relação negativa entre densidade de plantas daninhas e as variáveis de crescimento e os teores de nutrientes nas folhas de plantas de café.
- Os teores de nutrientes nas folhas das plantas daninhas diferiram por espécie indicando capacidade diferenciada de acúmulo de nutrientes.
- A cultura do café mostrou-se mais sensível a competição por *B. decumbens* e *B. plantaginea* aos 60 DAT que aos 180 DAT.
- A *B. plantaginea* foi à espécie de planta daninha mais competitiva quando a competição se instalou aos 180 DAT, aos 60 DAT *B. decumbens* e *B. plantaginea* afetaram de forma similar o café.
- O aumento da densidade de plantas daninhas promove maior alocação de fotoassimilados para parte aérea em detrimento ao sistema radicular do cafeeiro.