

CLÁUDIO PAGOTTO RONCHI

INTERFERÊNCIA E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DE
CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

Tese 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
2002

À minha esposa Vanessa
Ao meu filho Murilo.
Aos meus pais Jair e Florita.

AGRADECIMENTO

A Deus, maior responsável pelo êxito deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À FMC e à FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

À minha esposa Vanessa, pelo amor, pela paciência, pela amizade, e por todas as vezes em que eu disse: “amor, tchau”.

Ao meu Orientador, Antônio Alberto, pela amizade, pela inefável confiança depositada, pela orientação profissional e pelo empenho na realização deste projeto.

Aos meus pais, Jair e Florita, à minha irmã Cléria, ao meu cunhado Pi e aos meus sobrinhos Túlio e Mateus, que, mesmo distantes, fizeram-se presentes no meu dia-a-dia e foram pilares afetivos na construção desta obra.

Ao Professor Lino Roberto, pela amizade, pelas brincadeiras e pelas críticas e sugestões oportunas.

Ao Professor Glauco, pelos aconselhamentos altamente significativos.

Ao Técnico em Agropecuária Luís Henrique Lopes de Freitas e ao bolsista de iniciação científica Agmar Antônio Terra, pela amizade e dedicação na execução dos experimentos.

Ao Professor Francisco Affonso, pelo exemplo, pelo carisma e pela contribuição para que este pudesse ser concluído.

Ao amigo e Professor Fábio, exemplo de seriedade e competência, pelo apoio, pelo incentivo e pelas sugestões.

Ao Dr. Antônio Alves Pereira (Tônico) e ao Professor Tocio, pelo apoio e pelas categóricas sugestões.

Aos funcionários de setor de Agronomia, pela colaboração, especialmente ao amigo Gino, que nunca mediu esforços para auxiliar-me nos experimentos.

Ao Professor **José** Francisco, pela concessão da área experimental.

Aos companheiros do Laboratório de Herbicidas, pela ajuda e pela convivência diária.

Aos meus amigos **Rodolfo**, **Edivan**, **Adriano** e **Carlos Magno**, companheiros fiéis desta batalha, que compartilharam intensamente de minhas alegrias e angústias, um muito obrigado especial.

Aos demais que colaboraram para o êxito deste trabalho, meu eterno agradecimento.

BIOGRAFIA

CLÁUDIO PAGOTTO RONCHI, filho de Jair Ronchi e Florita Pagotto Ronchi, nasceu em Afonso Cláudio, ES, em 15 de fevereiro de 1976.

Em fevereiro de 1990, ingressou no Curso de Técnico em Agropecuária, na Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA), em Alegre, ES, concluindo-o em dezembro de 1993.

Em fevereiro de 1995, iniciou o Curso de Agronomia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em janeiro de 2000.

Em fevereiro desse mesmo ano, nessa mesma Instituição, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, submetendo-se à defesa de tese em 15 de março de 2002.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
II. LITERATURA CITADA.....	5
1. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO CRESCIMENTO E NO CONTEÚDO RELATIVO DE MACRO E MICRONUTRIENTES DE PLANTAS EM CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.).....	7
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
■ 1.1. INTRODUÇÃO.....	9
1.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
1.4. CONCLUSÕES.....	33
1.5. LITERATURA CITADA.....	33
APÊNDICE A.....	36

2. EFICIÊNCIA DO CARFENTRAZONE-ETHYL, ISOLADO E ASSOCIADO A DUAS FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE, NO CONTROLE DE TRAPOERABAS.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
2.1. INTRODUÇÃO.....	50
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
2.4. CONCLUSÕES.....	68
2.5. LITERATURA CITADA.....	69
APÊNDICE B.....	72
3. EFICIÊNCIA DE MISTURAS DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE TRAPOERABAS.....	75
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	76
3.1. INTRODUÇÃO.....	77
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
3.4. CONCLUSÕES.....	88
3.5. LITERATURA CITADA.....	88
4. EFEITO DO 2,4-D NA QUEDA DE FRUTOS E NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO.....	90
RESUMO.....	90
ABSTRACT.....	91
4.1. INTRODUÇÃO.....	91
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	94
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	99
4.4. CONCLUSÕES.....	110
4.5. LITERATURA CITADA.....	111
III. CONCLUSÕES GERAIS.....	114

RESUMO

RONCHI, Cláudio Pagotto, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2002. **Interferência e controle de plantas daninhas na cultura de café (*Coffea arabica* L.)**. Orientador: Antônio Alberto da Silva. Conselheiros: Lino Roberto Ferreira e Glauco Vieira Miranda.

Foram desenvolvidos quatro experimentos em Viçosa-MG, sendo três em casa de vegetação e um no campo. No primeiro experimento, foram avaliados os efeitos da interferência de sete espécies de plantas daninhas, no crescimento e no conteúdo relativo de macro e micronutrientes na parte aérea de mudas de café. Para isso, as plantas daninhas conviveram, em vasos (12 L), nas densidades de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 plantas por vaso, com uma muda de café, durante 77 dias - *Bidens pilosa*, 98 dias - *Brachiaria decumbens*, 180 dias - *Commelina diffusa*, 82 dias - *Leonurus sibiricus*, 68 dias - *Nicandra physaloides*, 148 dias - *Richardia brasiliensis* e 133 dias - *Sida rhombifolia*. No segundo experimento, avaliou-se a eficiência do carfentrazone-ethyl (0, 10, 20, 30, 40 e 50 g ha⁻¹) isolado e associado com o glyphosate e, ou, glifosate potássico, ambos na dose de 720 g ha⁻¹, no controle de *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*, cultivadas em vasos (12 L), por 120 dias. No terceiro experimento, foi avaliada a eficiência de misturas de herbicidas, envolvendo combinações de carfentrazone-ethyl, glyphosate, glifosate potássico, paraquat,

diuron, flumioxazin, 2,4-D, metsulfuron methyl, oxyfluorfen e sulfentrazone, no controle daquelas duas espécies de *Commelina*. No último experimento, avaliou-se o efeito do 2,4-D na queda de frutos, de ramos plagiotrópicos nos terços inferior e superior da planta, e na produção do cafeeiro. Esse herbicida foi aplicado lateralmente à saia do cafeeiro, nas doses de 0,335, 670 e 1.005 g ha⁻¹. *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, acarretaram decréscimos consideráveis no crescimento e no conteúdo relativo de nutrientes (CR) das plantas de café. *B. pilosa* foi a única planta daninha que causou reduções de todas as características (altura, diâmetro do caule, número de folhas, biomassa seca da parte aérea e CR) avaliadas na parte aérea de plantas de café e que extraiu a maior quantidade de nutrientes. *N. physaloides* e *S. rhombifolia* foram as espécies que causaram menor interferência no cafeeiro. O grau de interferência (ou de competição) variou com a espécie e com a densidade das plantas daninhas. *C. diffusa* foi mais tolerante ao carfentrazone-ethyl, isolado ou associado com o glyphosate ou glifosate potássico do que *C. benghalensis*. Tanto o glyphosate quanto o glifosate potássico, isolados, não foram eficientes no controle de ambas as espécies de trapoerabas. A associação do carfentrazone-ethyl com glyphosate e, ou, glifosate potássico proporcionou controle de 71 a 80% de *C. diffusa* e superior a 81% de *C. benghalensis*, principalmente quando o carfentrazone-ethyl fez parte dessas misturas, em doses superiores a 30 g ha⁻¹. Apenas uma aplicação, mesmo dos tratamentos mais eficientes, não foi suficiente para o controle definitivo de *Commelina* spp., haja vista a rebrota de *C. diffusa* e a reinfestação dos vasos por *C. benghalensis*. As aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) e, também, de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron), foram os tratamentos mais eficientes sobre *C. diffusa* e *C. benghalensis*. No último experimento, o 2,4-D (aplicado 10 dias após a primeira ou a terceira floradas) não afetou a queda de frutos. O aumento da dose de 2,4-D causou reduções de até 13% no pegamento de frutos, que foi menor em ramos do terço inferior da planta (53,2%) do que do terço superior (60,6%). Possivelmente, isso foi devido à intoxicação das plantas na saia, pela deriva do 2,4-D. Esse herbicida, em doses de até 1.005 g ha⁻¹, em aplicação dirigida após a primeira ou terceira floradas, não afetou a produção final das plantas de café.

ABSTRACT

RONCHI, Cláudio Pagotto, MS., Universidade Federal de Viçosa, March, 2002. Interference and weed control in coffee plantations (*Coffea arabica* L.). Adviser: Antônio Alberto da Silva. Committee members: Lino Roberto Ferreira and Glauco Vieira Miranda.

Four experiments were conducted in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil, three of them in a greenhouse and the other in a field coffee plantation. In the first experiment it were evaluated the effects of seven weed species interference, at densities of 0, 1, 2, 3, 4 and 5 plants per pot, on the growth and on the relative contents of macro and micro-nutrients in shoot dry matter of coffee plants. The weeds coexisted in 12 L pots, at those densities, with one coffee seedling, during 77 days - *Bidens pilosa*, 98 days - *Brachiaria decumbens*, 180 days - *Commelina diffusa*, 82 days - *Leonurus sibiricus*, 68 days - *Nicandra physaloides*, 148 days - *Richardia brasiliensis* and 133 days - *Sida rhombifolia*. In the second experiment, it was evaluated the efficiency of carfentrazone-ethyl (0, 10, 20, 30 40 and 50 g ha⁻¹), isolated or combined to either glyphosate or glyphosate-potassium salt, these applied at doses of 720 g ha⁻¹, on the control *Commelina diffusa* and *C. benghalensis* grown in 12 L pots during 120 days. In the third experiment, it were evaluated the efficiency of herbicide mixtures involving combinations of carfentrazone-ethyl, glyphosate,

glyphosate- potassium salt, paraquat, diuron, flumioxazin, 2,4-D, metsulfuron methyl, oxyfluorfen and sulfentrazone, on the control of that both *Commelina* species. In the last experiment, it were evaluated the effects of 2,4-D on fruit shedding, either in lower or upper plagiotropic branches as well as on crop yield. This herbicide was laterally applied to coffee plants at doses of 0, 335, 670 and 1.005 g ha⁻¹. *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* and *R. brasiliensis*, even at low densities, imposed marked decreases on both growth and relative contents of nutrients (RC) of coffee plants. *B. pilosa* was the unique weed providing reductions of all coffee plant characteristics (plant height, leaf number, shoot dry matter and RC) and taken up the greatest nutrient amounts. *N. physaloides* and *S. rhombifolia* induced the smallest interference on coffee plants. The interference (or competition) degree depended on both specie and density of weeds. *C. diffusa* was more tolerant to carfentrazone-ethyl alone or combined with both glyphosate or glyphosate-potassium salt than was *C. benghalensis*. Both glyphosate and glyphosate-potassium salt were not efficient when applied isolatedly, regardless of the weed species. The association of carfentrazone-ethyl with glyphosate or glyphosate-potassium salt was translated into 71 to 80% control for *C. diffusa*, and above 81% for *C. benghalensis*, particularly at mixtures with doses of carfentrazone-ethyl above 30 g ha⁻¹. Irrespective of treatments, a single herbicide application did not decisively control *Commelina* spp., due to the recovery of *C. diffusa* as well as pot reinfestation by *C. benghalensis*. The sequence applications spaced of 21 days of (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate), and (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron) were the most efficient treatments on the control of both *C. diffusa* and *C. benghalensis*. In the last experiment, 2,4-D (applied at 10 days after either the first or third blossoming) did not affect fruit fall. Increasing 2,4-D doses reduced fruit set by 13%, with less pronounced affects in lower branches (53,2%) than in upper ones (60,6%). Possibly, this was due to injury to the bottom of plant canopies caused by 2,4-D drift. Maximum 2,4-D doses employed did not affect the final yield per plant neither when applied just after the first flowering nor after the third one.

I. INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de café, na safra 2000/2001, foi de 115 milhões de sacas, sendo 63,3 % de café Arábica e 36,6% de café Robusta (CAIXETA, 2001). No Brasil, estima-se existir atualmente uma área plantada de aproximadamente 2,166 milhões de hectares, com 4,651 bilhões de cafeeiros em produção e, ainda, 435 mil hectares, com 1,386 bilhão de pés em formação (até 2,5 anos de idade). Para a safra de 2001/2002, a produção brasileira foi estimada em 27,490 milhões de sacas, sendo 70,6% de café Arábica. Desses números decorre, então, a baixa produtividade nacional de café, de apenas 12,69 sacas ha⁻¹ (CONAB, 2002).

Segundo CAIXETA (2001), apesar de ter características instáveis, como os ciclos de preço e ciclos fisiológicos de produção (bienalidade), a cafeicultura é atividade economicamente interessante, pois é de alta densidade financeira, é rentável em pequena escala, gera maior renda e emprego por unidade de área, é adequada à topografia montanhosa, muitas vezes constitui-se a melhor oportunidade (caso da Zona da Mata de Minas Gerais), permite diversidade de tipos de processos de produção (cereja descascado, orgânico, especiais), dentre outras. Contudo, na atual conjuntura em que se encontra a cafeicultura, para garantir a competência e a permanência na atividade, o cafeicultor tem de se esforçar para tornar a lavoura mais produtiva, rentável e lucrativa, ou seja, ele deve ser mais eficiente. Mister se faz, então, administração adequada,

programação empresarial, comercialização eficiente, reduções nos custos de produção e altas produtividades de cafezais adequadamente manejados.

Nesse contexto, maior lucratividade na cafeicultura, seja devido à maior produtividade ou à redução nos custos de produção, pode ser conseguida pela otimização das atividades da cadeia produtiva do café, sendo o manejo de plantas daninhas uma delas. Esse, segundo VICTORIA FILHO (2000), pode ser definido como sendo a combinação racional de medidas preventivas associadas a medidas de controle e de erradicação de plantas daninhas, se necessárias, em um determinado agroecossistema. Quando bem planejado e executado, evita-se a interferência negativa das plantas daninhas com o cafeeiro e, conseqüentemente, o efeito direto das mesmas na redução da produtividade da lavoura, além de mitigar os gastos com insumos, principalmente de herbicidas, e com mão-de-obra.

Devido à grande capacidade competitiva das plantas daninhas por água, luz e nutrientes, esses fatores do ambiente tomam-se escassos ao cafeeiro, durante períodos críticos, prejudicando-lhe os crescimentos vegetativo e reprodutivo e, conseqüentemente, reduzindo-lhe a produtividade. A competição é mais severa entre os meses de outubro a março (época das águas) (BLANCO et al., 1982), período esse que coincide com a frutificação do cafeeiro, e, também, durante a implantação e formação da lavoura. BLANCO et al. (1982) constataram reduções na produção de café de 55,9% e 77,2%, quando a lavoura estava infestada, na época “das águas”, principalmente, por *Bidens pilosa*, *Digitaria horzonthalis*, *Portulaca oleracea* e *Amaranthus viridis*, nas densidades de 474, 83,78 e 17 plantas m⁻², respectivamente.

De acordo com GALLO et al. (1958), a capacidade competitiva das plantas daninhas varia com a espécie e o teor de nutrientes nessas plantas, é, na maioria dos casos, superior ao encontrado na matéria seca das principais culturas econômicas. Dessa forma, reveste-se de grande importância a identificação das espécies de plantas daninhas mais competitivas com as plantas de café, principalmente pela determinação dos teores e conteúdos de nutrientes em ambas as plantas, de café e daninhas, crescidas isoladas e em consórcio, em um mesmo ambiente.

Dentre as espécies de plantas daninhas que causam maiores danos em cafezais, a trapoeraba (*Commelina* spp.) ocupa lugar de destaque, pois além

de seu hábito perene, fácil propagação e alta capacidade de sobreviver em condições adversas (KISSMANN, 1997), essa planta é tolerante ao herbicida mais utilizado nas lavouras de café para controle não seletivo de plantas daninhas, o glyphosate. Ainda, segundo SANTOS et al. (2001), essa tolerância é diferencial entre as espécies de trapoeraba, ou seja, *Commelina diffusa* é mais tolerante que *C. benghalensis*.

Um dos herbicidas eficientes no controle da trapoeraba é o 2,4-D. No entanto, esse herbicida pode ser altamente tóxico ao homem, ao ambiente e, também, à lavoura de café. Na medida em que apresenta pressão de vapor alta ($5,5 \times 10^{-7}$ mm Hg, a 30°C – formulação sal e de $3,9$ a 23×10^{-4} mm Hg, a 25°C – formulações ésteres), é muito volátil (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998; LIEBL e THILL, 2000) e facilmente propenso à deriva, principalmente se a formulação for éster (WILSON JUNIOR e CHENG, 1976). Essa é uma das razões de freqüentes injúrias às plantas de café, principalmente quando aplicado em lavouras jovens. Também, por apresentar pequena sorção (WEBER et al., 1965; LUCHINI, 1987; VIEIRA et al., 1999) e alta mobilidade no perfil do solo (HERNADEZ e WARREN, 1950; HELLING, 1971; WILSON JUNIOR e CHENG, 1976; LUCHINI, 1987), mesmo não ocorrendo deriva, é possível que o 2,4-D alcance o sistema radicular do cafeeiro, seja absorvido e cause toxidez às plantas, quando aplicado em dose elevada, em solo de pequena capacidade sortiva.

Apesar de algumas evidências de o 2,4-D ser benéfico à lavoura (aumentando o pegamento de frutos) quando usado em concentrações hormonais, como demonstra o trabalho de GOPAL (1971), especula-se que esse herbicida, quando aplicado na lavoura em início de frutificação, em doses elevadas, aumente a queda de frutos de café nas fases iniciais de crescimento (fases "chumbinho" e de expansão rápida), reduzindo, assim, a produtividade da lavoura.

Faz-se necessário identificar novos herbicidas ou misturas de herbicidas que sejam eficientes no controle das trapoerabas, seguros para a lavoura e menos tóxicos ao homem e ao meio ambiente. Uma dessas novas moléculas, é o carfentrazone-ethyl. Pertencente ao grupo químico das triazolinonas, ele tem, como mecanismo de ação, a inibição da oxidase do protoporfirinogênio (PROTOX), que é a enzima envolvida na rota biossintética da clorofila (HRAC,

2002). Esse herbicida apresenta efeito residual no solo muito curto, baixo potencial de deriva e baixa toxicidade (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2000). Ademais, o **carfentrazone-ethyl** tem-se mostrado altamente eficiente no controle de **trapoeraba** (*Commelina spp.*) e **corda-de-viola** (*Ipomoea spp.*) (CORRÊA e BORGES, 2000; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2000), principalmente quando associado ao **glyphosate**.

Os objetivos do presente trabalho foram: (i) avaliar os efeitos da interferência (ou da competição) de diversas espécies de plantas daninhas, em diferentes densidades, no crescimento e no conteúdo relativo de macro e micronutrientes em mudas de café cultivadas em vasos; (ii) avaliar a eficiência do **carfentrazone-ethyl**, isolado e associado ao **glyphosate** e ao **glifosate potássico**, no controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis*; (iii) avaliar a eficiência de diferentes misturas de herbicidas no controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis*; e (iv) avaliar o efeito de quatro doses de 2,4-D, em aplicação dirigida, em duas épocas após a floração da lavoura, na queda de frutos em ramos nos terços inferior e superior da planta e, também, na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

II. LITERATURA CITADA

- BLANCO, H.G, OLIVEIRA, D.A., PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v.48, n.1, p.9-20, 1982.
- CAIXETA, G.Z.T. Gerenciamento da cafeicultura em época de crise. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Tecnologias de produção de café com qualidade**, Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. p.1-24.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **2ª previsão da safra brasileira de café 2001/2002 e levantamento do parque cafeeiro nacional**. [03/01/2002]. (<http://www.conab.gov.br>).
- CORRÊA, L.E.A., BORGES, A. glyphosate + carfentrazone: controle de ervas problemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.463.
- GALLO, J.R., MORAES, F.R.P., LOTT, W.L., INFORZATO, R. Absorção de nutrientes pelas ervas daninhas e sua competição com o cafeeiro. **Bol. Inst. Agron.**. Campinas, n.104, 1958. 13p.
- GOPAL, N.H. Preliminary studies on the control of fruit drop in arabica coffee. **Indian Coffee**, v.35, n.16, p.413-417, 1971.
- HELLING, C. Pesticide mobility in soils. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, v.35, n.5, p.732-748, 1971.
- HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE – HRAC. **Classification of herbicides according to mode of action**. [04/01/2002]. (<http://www.plantprotection.org/hrac/moa2002.htm>).

- HERNANDEZ, T.P., WARREN, G.F. Some factors affecting the rate of inactivation and leaching of 2,4-D in different soils. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.** v.56, p.287-293, 1950.
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. T.1. 825p.
- LIEBL, R., THILL, D. Growth regulator herbicides. In: **HERBICIDE ACTION COURSE**. Purdue University: Indiana, 2000. p.292-305.
- LUCHINI, L.C. **Adsorção, dessorção dos herbicidas paraquat, diuron e 2,4-D em seis solos brasileiros**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1987. 91p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S., CONSTANTIN, J. HERNADES, A.I.F.M., MARCHORI JUNIOR, O., RAMIREZ, A.C. **Carfentrazone: novo herbicida para o manejo de Ipomoea grandifolia e Commelina benghalensis em áreas de semeadura direta de soja e milho**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.440.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas**. 4. ed. Londrina, PR: Edição dos autores, 1998. 648p.
- SANTOS, I.C., SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., MIRANDA, G.V., PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.135-143, 2001.
- VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas, In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado de doenças, pragas e plantas daninhas**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.349-363.
- VIEIRA, E.M., PRADO, A.G.S., LANDGRAF, M.D., REZENDE, O.O. Estudo da adsorção/dessorção do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em solo na ausência e presença de matéria orgânica. **Química Nova**. v.22, n.3, p.305-308, 1999.
- WEBER, J.B., PERRY, P.W., UPCHURCH, R.P. The influence of temperature and time on the adsorption of paraquat, diquat, 2,4-D and prometone by clays, charcoal, and an anion-exchange resin. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, v.29, p.678-688, 1965.
- WILSON JUNIOR, R.G., CHENG, H.H. Breakdown and movement of 2,4-D in the soil under field conditions. **Weed Sci.**, v.24, n.5, p.41-466, 1976.

II. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NO CRESCIMENTO E NO CONTEÚDO RELATIVO DE MACRO E MICRONUTRIENTES EM PLANTAS DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da interferência de sete espécies de plantas daninhas no crescimento e no conteúdo relativo (CR) de macro e micronutrientes, na parte aérea de plantas de café. Para isto, aos 30 dias após o transplante das mudas de café, em vasos contendo 12L de substrato, fez-se o transplante e, ou, o semeio das espécies daninhas nesses vasos, em seis densidades (0, 1, 2, 3, 4 e 5 plantas por vaso). Os períodos de convivência, desde o transplante ou emergência das plantas daninhas até a colheita das plantas foram de 77 dias - *Bidens pilosa*, 98 dias - *Brachiaria decumbens*, 180 dias - *Commelina diffusa*, 82 dias - *Leonurus sibiricus*, 68 dias - *Nicandra physaloides*, 148 dias - *Richardia brasiliensis* e 133 dias - *Sida rhombifolia*. *N. physaloides* e *S. rhombifolia* foram as espécies que causaram menor interferência no cafeeiro. A altura das plantas, o número de folhas e a biomassa seca da parte aérea do cafeeiro foram severamente reduzidas com o aumento da densidade de *C. diffusa*. Esta planta, reduziu, também, o CR. *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, acarretaram decréscimos consideráveis no crescimento e no CR. *B. pilosa* foi a

única espécie que causou reduções de todas as características (altura, diâmetro do caule, número de folhas, biomassa seca da parte aérea e CR) avaliadas no cafeeiro e que extraiu a maior quantidade de nutrientes. O grau de interferência variou com a espécie e com a densidade de plantas daninhas.

Palavras-chave: competição, nutrição mineral, análise química

ABSTRACT

WEED SPECIES INTERFERENCE ON GROWTH AND ON MACRO AND MICRO-NUTRIENTS RELATIVE CONTENTS IN COFFEE PLANTS (*Coffea arabica* L.)

This work was conducted to evaluate the interference effects of seven weed species on the growth and on the relative contents of macro and micro-nutrients in coffee plant shoot dry matter. At 30 days after coffee seedling transplantation, in 12 L pots, the weeds were transplanted or sowed in those pots, at 0, 1, 2, 3, 4 and 5 plants per pot. The weedy periods, from the weed transplantation or emergence to plants harvesting, were 77 days - *Bidens pilosa*, 98 days - *Brachiaria decumbens*, 180 days - *Commelina diffusa*, 82 days - *Leonurus sibiricus*, 68 days - *Nicandra physaloides*, 148 days - *Richardia brasiliensis* e 133 days - *Sida rhombifolia*. *N. physaloides* and *S. rhombifolia* induced the smallest interference. Coffee plant height, leaf number and shoot dry matter were severely reduced with the increases in *C. diffusa* densities. This weed also reduced RC. *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* and *R. brasiliensis*, even at low densities, imposed marked decreases on both growth and relative contents of nutrients (RC) of coffee plants. *B. pilosa* was the unique weed providing reductions of all coffee plant characteristics (plant height, leaf number, shoot dry matter and RC) and taken up the greatest nutrient amounts. The interference degree depended on both species and density of weeds.

Key-words: competition, mineral nutrition, chemical analysis.

1.1. INTRODUÇÃO

As plantas raramente existem isoladas; coexistem com outras plantas em associações de espécies iguais ou diferentes. Nessa condição, podem ocorrer diferentes tipos de interações entre as espécies, podendo essas serem positivas, negativas e neutras. Ao se estudar esses três aspectos das interações entre plantas daninhas e culturas, torna-se possível decidir sobre os níveis de plantas daninhas e práticas culturais que otimizariam a produção da cultura e diminuiriam os custos (RADOSEVICH et al., 1996).

O termo genérico que caracteriza as interações entre espécies ou populações é denominado interferência. É o efeito que a presença de uma planta exerce no crescimento e desenvolvimento de uma planta vizinha. A interferência pode ser expressa pela alteração na taxa de crescimento ou na forma da planta, a qual resulta de uma mudança no ambiente devido à presença de outras plantas. Geralmente, não se estuda o porquê das mudanças que ocorrem no ambiente, mas, sim, apenas as resposta das plantas a essas mudanças (RADOSEVICH et al., 1996).

Dentre as várias formas possíveis de interferência, que ocorre entre plantas daninhas e cultura, três representam os efeitos negativos da interação: competição, amensalismo (no qual se inclui a alelopatia, que é a inibição de uma espécie de planta por uma outra, por meio da liberação de substâncias tóxicas – aleloquímicos – no ambiente) e parasitismo, sendo a competição, a forma mais estudada (RADOSEVICH et al., 1996). Segundo Barbour et al. (1987), citados por RADOSEVICH et al. (1996), competição é o efeito mutualmente adverso de plantas que utilizam um recurso escasso. Já RADOSEVICH et al. (1996), com base nas teorias de Grime e Tilman sobre competição, concluíram que plantas denominadas ‘boas competidoras’ são aquelas que se utilizam de um recurso rapidamente ou que são capazes de continuar a crescer, mesmo com baixos níveis do recurso. McNaughton e Wolf (1973), citados por CASTRO e GARCIA (1996), definem competição como sendo a interação biológica que ocorre entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou quando a qualidade dos recursos varia e a demanda é dependente da qualidade.

Recursos são os fatores consumíveis do ambiente como luz, gás carbônico, água, nutrientes e oxigênio. Uma vez que o crescimento das plantas, tanto da cultura quanto das plantas daninhas, após a germinação, depende da habilidade dessas plantas em extrair os recursos existentes no ambiente em que vive, e que, na maioria das vezes, o suprimento desses recursos é limitado, até mesmo para o próprio desenvolvimento da cultura, estabelece-se a competição. Essa limitação de recursos pode ser causada pela sua indisponibilidade, suprimento deficiente, ou pela presença de plantas vizinhas. Estas, por sua vez, podem exaurir um recurso já insuficiente ou criar deficiência onde existia quantidade suficiente do recurso para um único indivíduo. Assim sendo, qualquer planta daninha que se estabeleça na cultura vai usar parte dos fatores de produção, já limitados no meio, reduzindo a produtividade da mesma (RADOSEVICH et al., 1996).

Para que ocorra competição é necessário que haja suficiente sobreposição dos nichos dos indivíduos envolvidos, de forma que eles utilizem os mesmos recursos (McNaughton e Wolf, 1973, citados por CASTRO e GARCIA, 1996). Segundo PITELLI (1985), a competição somente se estabelece quando a intensidade de recrutamento de recursos do meio, pelos competidores, suplanta a capacidade do meio em fornecer esses recursos, ou quando um dos competidores impede o acesso por parte do outro competidor, como acontece, por exemplo, em condições de sombreamento. Na realidade, a competição entre a planta daninha e a cultivada afeta ambas as partes, porém a espécie daninha quase sempre supera a cultivada, ou seja, quando ocorrem associações entre cultura e plantas daninhas, o rendimento da cultura é, geralmente, reduzido.

BRIDGES (2000) destaca que um dos principais atributos das plantas daninhas que determina seu sucesso notável no ambiente é o fato de elas serem plantas ruderais, ou seja, plantas muito bem adaptadas às condições de elevado distúrbio no solo (como revolvimentos, irrigações, fertilizações) que, por sua vez, são comuns na nossa agricultura. Essas plantas apresentam esforço reprodutivo total relativamente alto, com produção de elevado número de sementes, porém com baixo investimento de carbono por semente. Além disso, outras vantagens competitivas das plantas daninhas podem ser citadas: germinação descontínua, fácil dispersão de sementes, habilidade de germinar

em solos que apresentem ampla faixa de variação de temperatura e potenciais hídricos, existência de elevada heterogeneidade dentro de sua população, habilidade de explorar rapidamente os recursos do meio, logo apresentam alta taxa de crescimento relativo no início da fase vegetativa, rápido crescimento do sistema radicular, maior taxa de expansão foliar e alongação do caule e, finalmente, as plantas daninhas apresentam plasticidade, propriedade que lhes permite tolerar diversas condições edafoclimáticas (BRIDGES, 2000). Dessas características das plantas daninhas e da competição que elas exercem, decorrem, então, seus efeitos adversos sobre a cultura do *café*, como pode ser constatado em vários trabalhos sobre esse tema, existentes na literatura: PEREIRA e JONES, 1954b; GALLO et al., 1958; BLANCO et al., 1982; FRIESSLEBEN et al., 1991; BRIGHENTI, 1995 e TOLEDO et al., 1996.

Segundo NJOROGE (1994), a competição das plantas daninhas com o cafeeiro é grande porque as raízes absorventes dessa cultura crescem superficialmente no solo, onde a maioria das raízes das plantas daninhas ocorre. Além da competição pelos recursos do ambiente, como água e nutrientes, essas plantas interferem em práticas culturais, como no controle de pragas e fertilização e, também, na colheita. Nesse caso, por dificultarem a prática da varrição. O efeito nocivo das plantas daninhas varia com a espécie, a fertilidade do solo e a disponibilidade de água.

GALLO et al. (1958) evidenciam a capacidade diferencial das espécies quanto a extração de nutrientes do solo, fato atribuído ao volume de solo explorado pelo sistema radicular e à fertilidade do solo. Os autores encontraram teores relativamente altos, na parte aérea, de N em plantas de *Euphorbia prunifolia* (7,5 dag kg⁻¹) e de *Bidens pilosa* (6,3 dag kg⁻¹); de K, em *Portulaca oleracea* (17,2 dag kg⁻¹); e de Ca e Mg, em *Amaranthus viridis* (6,0 e 1,9 dag kg⁻¹, respectivamente).

Em estudos de interferência de plantas daninhas nas culturas é muito importante o conhecimento dos fatores que influenciam o grau de competição das espécies invasoras. Dessa forma, o homem poderá interferir no equilíbrio da competição, permitindo, assim, que a planta cultivada seja beneficiada na sua luta pela obtenção dos elementos do ambiente (BLANCO e OLIVEIRA, 1978). O grau de interferência normalmente é medido em relação à produção da planta cultivada e pode ser definido, a grosso modo, com a redução

percentual da produção econômica de determinada cultura, provocada pela interferência da comunidade infestante (PITELLI, 1985).

Dentre os vários fatores que determinam o grau de competição, merece destaque o período de convivência ou o período de competição. Esse pode ser definido como a época (ou período de tempo) em que as espécies invasoras competem com as plantas cultivadas pelos fatores de crescimento (BLANCO, 1972). Geralmente, quanto maior for o período de convivência, maior será o grau de competição (PITELLI, 1985). Contudo, uma infestação moderada de plantas daninhas poderá ser tão danosa à cultura quanto uma infestação pesada, dependendo da época do ciclo da cultura em que se estabeleça a competição (PITELLI, 1985). Isso justifica, portanto, o estudo da época ideal de controle de plantas daninhas em cada cultura, visando ao mínimo de redução possível na produtividade (SILVA et al., 2001). PITELLI e DURIGAN (1984) sugeriram terminologias para os períodos de convivência das plantas daninhas com as culturas: Período Anterior à Interferência – PAI, Período Total de Prevenção da Interferência – PTPI e Período Crítico de Prevenção da Interferência – PCPI.

O importante a salientar sobre os períodos de competição (PAI, PTPI e PCPI) é que eles são determinados apenas para culturas de ciclo curto, anuais e bianuais. Para as culturas perenes, como a de citros e de café, esses conceitos não se aplicam diretamente. Nesse caso, usam-se apenas um termo geral para expressar o período de convivência, denominado Período Crítico de Competição das plantas daninhas – PCC. Este, muito semelhante ao PCPI, pode ser definido como a época do ano (ou período em meses no ano) em que a competição das plantas daninhas com o cafeeiro é mais severa e sua ocorrência certamente causará reduções significativas no crescimento ou na produção das plantas de café. É o período (época) em que a cultura deve ser mantida livre de plantas daninhas.

No Brasil, trabalhos sobre o PCC na cafeicultura são escassos. Talvez, o trabalho de BLANCO et al. (1982) seja o de maior importância. Eles demonstraram que, nas primeiras quatro safras, em lavouras localizadas em regiões como a Sudeste, que apresentam estações “das águas” e da “seca” bem definidas, o PCC situou-se entre os meses de outubro a março, coincidindo com o período de maior precipitação pluvial e, também, com a

floração e frutificação do cafeeiro. Sugeriram, ainda, por meio de ajustes de modelos de regressão linear simples, que o aumento na produção de café é proporcional ao aumento do número de meses em que a lavoura fica livre (sem competição) de plantas daninhas, no período de outubro a abril.

PEREIRA e JONES (1954b) verificaram, na Índia, que a produtividade de uma lavoura adulta de *C. arabica* aumentou linearmente com o número de anos em que a cultura permaneceu livre da competição de plantas daninhas. Ao final de cinco anos, o aumento foi de 24% em relação à produtividade inicial. Porém, quando a competição de plantas daninhas adultas foi permitida durante a época das águas, nos cinco anos, houve decréscimo linear na produtividade, de aproximadamente 52%.

Para lavouras muito jovens, dever-se-ia adotar um PCC que se estendesse desde a implantação da lavoura até seus primeiros dois anos de idade, sendo necessário, para isso, controlar as plantas daninhas principalmente na linha de plantio, durante todo esse período. Isso seria necessário, partindo-se da premissa de que, segundo BLANCO et al. (1982), a competição por luz em lavouras em formação é muito grande, uma vez que as plantas de café, ainda jovens, deixam grande área de solo livre, favorecendo, dessa forma, a infestação e o crescimento das espécies invasoras. Também, porque as espécies que se desenvolvem mais rápida e simultaneamente em altura e área foliar, como o fazem as plantas daninhas, competem mais efetivamente pela luz (WALKER et al., 1988). Logo, a presença de plantas daninhas durante as fases iniciais de crescimento atrasaria o estabelecimento e o tempo para que a cultura pudesse atingir o estágio reprodutivo, além de reduzir a capacidade produtiva do cafeeiro.

Outro fator que influencia o grau de competição de plantas daninhas com as culturas é sua densidade (BLANCO, 1972). Densidade é o número de indivíduos por unidade de área. De acordo com ZAKHARENKO (1969), a produção de um cultivo aumenta inversamente com o grau de infestação, segundo a fórmula $Y_x = Y_0 \cdot a^x$, em que Y_x é a produção de uma cultura infestada por plantas daninhas, x , a infestação (em número ou biomassa de plantas daninhas por unidade de área), Y_0 , a produção da cultura sem interferência de plantas daninhas e a , um coeficiente (<1) que expressa a habilidade competitiva da cultura em relação às plantas daninhas (determinado

experimentalmente). Essa fórmula permite estimar a perda de produção causada pelas plantas invasoras e o aumento de produção, proporcionado, por exemplo, pela aplicação de herbicidas.

Existem vários métodos para se estudar a competição entre plantas. Cada método é um tipo de bioensaio no qual a resposta de uma espécie é usada para descrever a influência de outras. Esses métodos agrupam-se em quatro tipos comuns de experimentos: “aditivos”, “substitutivos”, “sistemáticos” e “vizinhança”, sendo os experimentos aditivos, talvez, os mais comuns e usados para estudar a competição entre plantas daninhas e culturas (RAPER, 1977; RADOSEVICH, 1987; COUSENS, 1991; RADOSEVICH et al., 1996).

O experimento aditivo consiste em duas espécies de plantas crescendo juntas num determinado ambiente, onde a densidade de uma é mantida constante e a da outra é variável. A espécie cuja densidade permanece constante age como um indicador comparativo da agressividade e competitividade da outra espécie. Esse tipo de ensaio é de grande importância no contexto agrônomo, uma vez que simula a situação de uma cultura sujeita a diversos níveis de infestação por plantas daninhas (HARPER, 1977; RADOSEVICH, 1987).

O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos da interferência (ou da competição) de diversas espécies de plantas daninhas no crescimento e no conteúdo relativo de macro e micronutrientes em mudas de café, cultivadas em vasos, utilizando-se do “método aditivo” de estudo da competição entre plantas.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em casa de vegetação (reaberta por polietileno transparente e com laterais protegidas com sombrite 50%), localizada na Estação Experimental Diogo Alves de Melo, Campus da UFV. As mudas de café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Vermelho, no estágio de quatro a seis pares de folhas definitivas, formadas em substrato envolto por recipientes de polietileno, de 10 x 20 cm, foram plantadas em vasos de

polietileno, contendo 12 L de substrato (solo + matéria orgânica + fertilizantes + corretivos). O solo foi um LVA, comumente utilizado na Zona da Mata mineira para implantação de lavouras de café. Após peneirá-lo, foram aplicados $3,6 \text{ kg m}^{-3}$ de calcário dolomítico, para suprir a necessidade de calagem de $2,4 \text{ t ha}^{-1}$, conforme análise química apresentada no Quadro 1. Foi feita fertilização com $1,0 \text{ kg m}^{-3}$ de P_2O_5 , na forma de superfostato simples. Adicionou-se, ainda, matéria orgânica (esterco bovino) na proporção de 3,5:1 (solo: esterco). Após o pegamento das mudas, foram feitas duas aplicações de N em cobertura, em intervalos de 45 dias, na dose de $3,0 \text{ g vaso}^{-1}$, utilizando-se como fonte de N o sulfato de amônio. As irrigações foram feitas diariamente, por sistema automático de microaspersão.

Foram estudadas sete espécies de plantas daninhas: *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens*, *Commelina diffusa*, *Leonurus sibiricus*, *Richardia brasiliensis*, *Nicandra physaloides* e *Sida rhombifolia*. Cada espécie foi avaliada separadamente, em sete experimentos distintos. Cada experimento foi composto por seis densidades de plantas daninhas (0, 1, 2, 3, 4 e 5 plantas por vaso), num delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Quadro 1 - Resultados da análise química de amostra do solo utilizado no preparo do substrato para enchimento dos vasos. Viçosa, MG, 2001^{1/}

Análise Química										
pH	MO	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T
	dag kg^{-1}	--mg dm^{-3}		$\text{----- cmol}_c \text{ dm}^{-3}$						
4,9	2,95	3,4	50	0,9	0,7	0,2	4,6	1,03	1,93	5,63
V	m	Zn	Fe	Mn	Cu					
mg dm^{-3}										
18,3	46,6	0,5	81,9	8,1	1,72					

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

pH em água, KCl e CaCl_2 - Relação 1:2,5.

P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich-1.

Al, Ca e Mg: Extrator KCl 1 mol L^{-1} .

H+Al : Extrator $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ $0,5 \text{ mol L}^{-1}$, pH 7,0.

Mudas de *Commelina diffusa* e *Brachiaria decumbens* foram transplantadas e as demais espécies foram semeadas diretamente nos vasos, aos 33 dias após o transplântio das mudas de café. Para as espécies semeadas, as densidades almejadas foram mantidas por meio de desbastes. O período de interferência ou de convivência (Quadro 2), no mesmo vaso, entre a muda de café e a planta daninha, foi considerado como sendo aquele compreendido entre o transplântio (para as espécies transplantadas) ou emergência (para as espécies semeadas) das plantas daninhas e o encerramento dos experimentos, realizado na floração e, ou, frutificação das plantas daninhas.

No fim dos experimentos, ao término do período de convivência, foi determinada a altura das plantas de café, medindo-se a região compreendida entre o colo e a gema apical das plantas, o diâmetro do caule, tomado a 5,0 cm do solo, e o número de folhas dessas plantas. Em seguida, para determinação da biomassa seca, procedeu-se à retirada da parte aérea das plantas de café e, também, das plantas daninhas, cortando-se as mesmas rente ao solo e colocando-as em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, até massa constante. Todo o material seco foi moído, homogeneizado e amostrado para se fazer a determinação dos teores de macro e micronutrientes na parte aérea, tanto do cafeeiro como das plantas daninhas. A partir da matéria seca da parte aérea e de seus respectivos teores de nutrientes, foram calculados os conteúdos desses nas mesmas.

Para as análises dos teores de nutrientes, as amostras foram submetidas à digestão nitroperclórica para as determinações de P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe e Na; à digestão sulfúrica, seguida da utilização do reagente de Nessler, para a determinação de N-orgânico, segundo JACSON (1958); à extração com água em banho-maria a 45°C, durante uma hora, para análise de N-NO_3^- e à digestão via seca, para determinação do B. As leituras de N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P, S e B foram feitas em espectrofotômetro de fluxo contínuo (colorimetria); as de Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn em espectrofotômetro de absorção atômica; e as de K e Na em fotômetro de chamas.

Quadro 2 - Período de convivência (PC), no mesmo vaso, das plantas daninhas com a muda de café. Viçosa, MG, 2000

Espécies		Código ^{1/}	PC
Nome científico	Nomes comuns ^{1/}		(dias)
<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto, Fura-capa	BIDPI	77
<i>Brachiaria decumbens</i>	Capim-braquiária, Braquiária	BRADC	98
<i>Commelina diffusa</i>	Trapoeiraba, Maria-mole	COMDI	180
<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim, Macaé	LECSI	82
<i>Nicandra physaloides</i>	Joá-de-capote, Quintilho	NICPH	68
<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca, Poaia	SIDRH	148
<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma, Mata-pasto	RCHBR	133

^{1/} Fonte: LORENZI, 2000,

A verificação das pressuposições da análise de variância foi realizada por meio da análise gráfica de resíduos (NETER et al., 1990) e pelo teste F máximo para a homogeneidade das variâncias. Uma vez atendida as pressuposições, as variáveis diâmetro do caule, altura de plantas, número de folhas e as biomassas secas da parte aérea das plantas de café e das daninhas, foram submetidas às análises de variância e de regressão. Foram ajustados, então, modelos significativos, com parâmetros também significativos e com lógica biológica relacionando essas variáveis com as densidades de plantas daninhas.

Em experimentos como este, que se estuda a resposta de uma cultura à infestação (densidade) de plantas daninhas, verifica-se, freqüentemente, que o rendimento da cultura (ou a produção de biomassa ou a altura de plantas etc) aumenta marcadamente com a diminuição da densidade de plantas daninhas, até que se alcance um determinado valor de densidade, em que o rendimento não é mais afetado significativamente. Logo, além de modelos de regressão linear mais simples, como o linear simples e o quadrático, procurou-se ajustar, preferencialmente, equações exponenciais (negativas), uma vez que são as funções que melhor representam esse fenômeno (ALDRICH, 1987; RADOSEVICH, 1987; COUSENS et al., 1984). Para a análise de variância,

utilizou-se do sistema estatístico SAEG (SAEG, 1997) e, para a estimativa dos parâmetros do modelo, foi utilizado o programa SigmaPlot.

Para a interpretação dos dados de nutrição mineral, foi calculado o conteúdo relativo dos nutrientes na parte aérea de ambas plantas. Atribuiu-se o valor de 100% ao conteúdo de nutrientes verificado nas plantas de café que cresceram livres de interferência, na densidade de zero plantas daninhas por vaso. A partir desse valor referencial, foram calculados, para as demais densidades, os conteúdos percentuais (conteúdos relativos) de nutrientes na matéria seca das plantas de café e de daninhas, que conviveram juntas no mesmo vaso. Para essas variáveis, procedeu-se apenas à análise descritiva.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo da densidade de *B. decumbens*, *C. diffusa*, *N. physaloides* e *S. rhombifolia* sobre o diâmetro do caule de mudas de café, após a convivência dessas espécies com o cafeeiro por 98, 180, 68 e 133 dias, respectivamente. Verificou-se, contudo, para essa característica, que *Bidens pilosa* e *Richardia brasiliensis* causaram decréscimo linear, enquanto *Leonurus sibiricus* causou reduções exponenciais, à medida que suas densidades nos vasos aumentaram (Quadro 3; Figura 1A). Dentre as espécies estudadas, *B. pilosa* causou a maior redução no diâmetro das plantas de café. Por meio da equação apresentada no Quadro 3, pode-se estimar redução de 29% do diâmetro do caule, após a convivência das mudas de café com cinco plantas de *B. pilosa*, por um período de 77 dias, em relação à mudas crescidas livre da interferência dessa planta daninha.

Segundo FRIESSLEBEN et al. (1991), em uma lavoura de *C. arabica*, em Cuba, a competição das plantas daninhas com a cultura durante o período crítico de competição (PCC), reduziu significativamente o diâmetro do caule, a altura das plantas, o diâmetro da copa, o número e o comprimento de ramos plagiotrópicos, o número de nós produtivos e a produção do cafeeiro. Para o diâmetro do caule, verificaram reduções de aproximadamente 22%, no 2º e 3º anos

Quadro 3 - Equações relacionando o diâmetro do caule (DC), altura das plantas (AP), número de folhas (NF) e a biomassa seca da parte aérea (BPA) de plantas de café, em função da densidade de plantas daninhas, e os coeficientes de determinação. Viçosa, MG, 2000

Espécies	Variáveis	Equações	R ²
<i>Brachiaria decumbens</i>	DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 7,2$	-
	AP	$\hat{Y} = \bar{Y} = 36,3$	-
	NF	-	-
	BPA	$\hat{Y} = 29,218 - 7,292^{**}X + 1,061^{*}X^2$	0,66*
<i>Bidens pilosa</i>	DC	$\hat{Y} = 7,963 - 0,459^{**}X$	0,87**
	AP	$\hat{Y} = 44,082 - 2,000^{**}X$	0,80**
	NF	$\hat{Y} = 43,238 - 4,929^{**}X$	0,89**
	BPA	$\hat{Y} = 28,864 e^{-0,202^{**}X}$	0,95**
<i>Commelina diffusa</i>	DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 8,8$	-
	AP	$\hat{Y} = 48,786 - 1,539^{*}X$	0,71*
	NF	$\hat{Y} = 77,183 e^{-0,422^{**}X}$	0,89**
	BPA	$\hat{Y} = 53,236 e^{-0,254^{**}X}$	0,83*
<i>Leonurus sibiricus</i>	DC	$\hat{Y} = 5,407 + 2,086 e^{-1,307^{**}X}$	0,57*
	AP	$\hat{Y} = \bar{Y} = 39,1$	-
	NF	$\hat{Y} = \bar{Y} = 29,5$	-
	BPA	$\hat{Y} = 24,327 - 2,241^{*}X$	0,35*
<i>Nicandra physaloides</i>	DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,5$	-
	AP	$\hat{Y} = \bar{Y} = 42,1$	-
	NF	$\hat{Y} = \bar{Y} = 37,1$	-
	BPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 23,1$	-
<i>Sida rhombifolia</i>	DC	$\hat{Y} = \bar{Y} = 6,3$	-
	AP	$\hat{Y} = \bar{Y} = 40,0$	-
	NF	$\hat{Y} = \bar{Y} = 33,2$	-
	BPA	$\hat{Y} = \bar{Y} = 21,4$	-
<i>Richardia brasiliensis</i>	DC	$\hat{Y} = 8,252 - 0,379^{*}X$	0,61*
	AP	$\hat{Y} = \bar{Y} = 40$	-
	NF	$\hat{Y} = 48,034 - 4,243^{*}X$	0,50*
	BPA	$\hat{Y} = 38,627 e^{-0,189^{**}X}$	0,65*

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

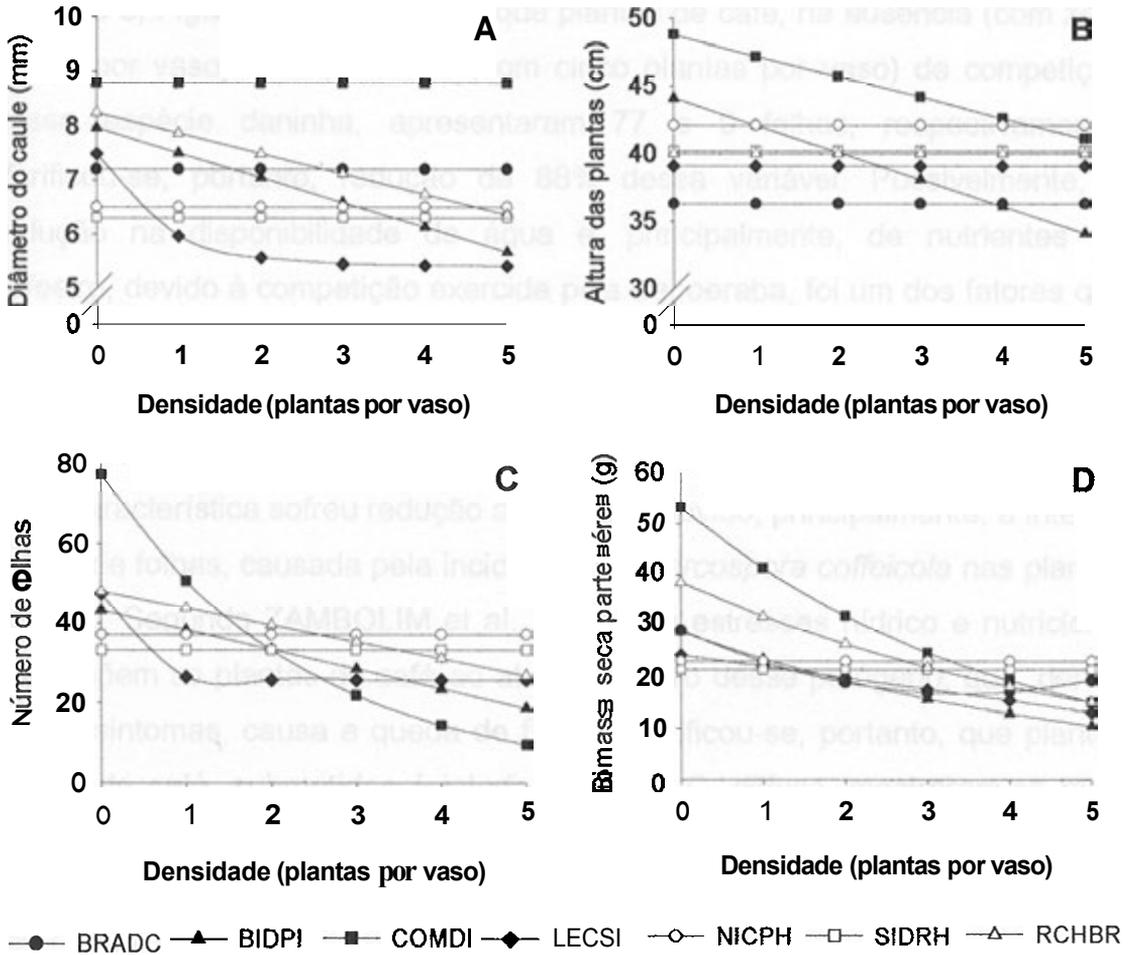


Figura 1 – Efeitos da interferência de diversas espécies de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em seis densidades, no diâmetro do caule (A), altura de plantas (B), número de folhas (C) e na biomassa seca da parte aérea (D) de plantas de café.

de cultivo. Concluíram, ainda, que em plantas de café com idade inferior a três anos o diâmetro do caule e o comprimento dos ramos plagiotrópicos (sem ramificações) são os melhores indicadores da competição de plantas daninhas com a cultura.

Para a altura das plantas de café, verificou-se efeito linear negativo ($p < 0,01$) das densidades apenas de *B. pilosa* e *C. diffusa* (Quadro 3; Figura 1B); para o número de folhas, todas as espécies daninhas causaram reduções significativas, com exceção de *N. physaloides* e *S. rhombifolia* (Quadro 3; Figura 1C). As reduções mais severas do número de folhas dos cafeeiros foram proporcionadas pelo aumento da densidade de *C. diffusa*. A partir da equação que relaciona essa característica com a densidade de *C. diffusa*

(Quadro 3; Figura 1C), estimou-se que plantas de café, na ausência (com zero planta por vaso) e na presença (com cinco plantas por vaso) de competição dessa espécie daninha, apresentaram 77 e 9 folhas, respectivamente. Verificou-se, portanto, redução de 88% dessa variável. Possivelmente, a redução na disponibilidade de água e, principalmente, de nutrientes ao cafeeiro, devido à competição exercida pela trapoeraba, foi um dos fatores que prejudicaram diretamente o crescimento das plantas de café e, conseqüentemente, a formação de folhas.

Além do efeito direto da competição no número de folhas do cafeeiro, essa característica sofreu redução acentuada, devido, principalmente, a intensa queda de folhas, causada pela incidência de *Cercospora coffeicola* nas plantas de café. Segundo ZAMBOLIM et al. (1997), os estresses hídrico e nutricional predis põem as plantas de café ao ataque severo desse patógeno, que, dentre outros sintomas, causa a queda de folhas. Verificou-se, portanto, que plantas jovens de café, submetidas à interferência de *C. diffusa*, mostraram-se mais sensíveis ao ataque de *Cercospora coffeicola* do que plantas sem competição, caracterizando, assim, efeito negativo indireto da competição sobre o cafeeiro.

Outro fator que pode ter favorecido a intensa redução do número de folhas foi o longo período de convivência do cafeeiro com *C. diffusa*, que, neste caso, foi de seis meses (Quadro 2). Provavelmente as plantas de café ficaram mais expostas aos efeitos diretos e indiretos da competição. Além do efeito exponencial negativo ($p < 0,01$) da densidade de *C. diffusa* na biomassa seca da parte aérea (BPA) de plantas de café (Quadro 3; Figura 1D), a queda de folhas contribuiu para os baixos valores observados para essa característica.

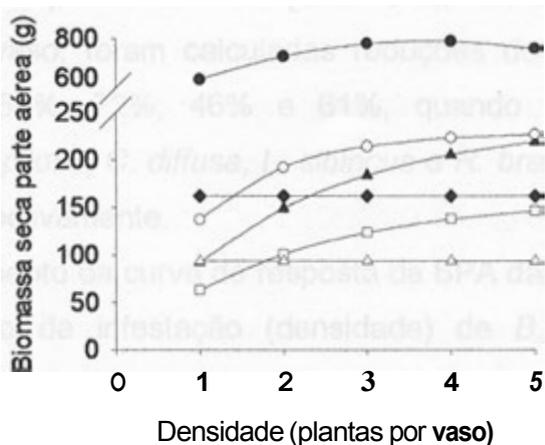
N. physaloides e *S. rhombifolia* foram as únicas espécies que não reduziram significativamente a BPA das plantas de café, à medida que se aumentou suas densidades nos vasos (Quadro 3; Figura 1D). Contudo, as biomassas secas dessas espécies daninhas aumentaram exponencialmente com o aumento de suas densidades, atingindo valor máximo na densidade de cinco planta por vaso (Quadro 4; Figura 2). Diferentemente desses resultados, houve efeito significativo da densidade de *L. sibiricus* e *R. brasiliensis* na redução da BPA do cafeeiro (Quadro 3; Figura 1D), apesar de as biomassas secas dessas espécies daninhas não terem sido influenciadas pelo aumento de suas densidades (Quadro 4; Figura 2). Estes resultados explicam porquê não

se encontrou significância ($p > 0,05$) na correlação linear simples entre a BPA do café e a biomassa seca da parte aérea de *N. physaloides*, *S. rhombifolia*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis* (Quadro 5).

Quadro 4 - Equações relacionando a biomassa seca da parte aérea de plantas daninhas, em função de suas densidades, e os coeficientes de determinação. Viçosa, MG, 2000

Espécies	Código	Equações	R ²
<i>Brachiaria decumbens</i>	BIDPI	$\hat{Y} = 427,353 + 192,366 * X - 25,53 * X^2$	0,88*
<i>Bidens pilosa</i>	BRADC	$\hat{Y} = 240,752 (1 - e^{-0,482^{**}X})$	0,93**
<i>Commelina diffusa</i>	COMDI	-	-
<i>Leanurus sibiricus</i>	LECSI	$\hat{Y} = \bar{Y} = 162,3$	-
<i>Nicandra physaloides</i>	NICPH	$\hat{Y} = 229,110 (1 - e^{-0,914^{**}X})$	0,90**
<i>Sida rhombifolia</i>	SIDRH	$\hat{Y} = 158,968 (1 - e^{-0,502^{**}X})$	0,89**
<i>Richardia brasiliensis</i>	RCHBR	$\hat{Y} = \bar{Y} = 93,9$	-

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.



● BRADC ▲ BIDPI ■ COMDI ● LECSI ○ NICPH □ SIDRH △ RCHBR

Figura 2 - Biomassa seca de plantas daninhas, em função de suas densidades.

Quadro 5 – Correlações linear simples das variáveis diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e biomassa seca da parte aérea (BPA) de plantas de café com a biomassa seca da parte aérea de diversas espécies de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em casa de vegetação. Viçosa, MG, 2000

Espécies	Código ^{1/}	Variáveis			
		DC	AP	NF	BPA
<i>B. pilosa</i>	BIDPI	-0,60**	-0,46**	-0,66**	-0,70**
<i>B. decumbens</i>	BRADC	0,60**	0,13 ^{ns}	-	0,07 ^{ns}
<i>L. sibiricus</i>	LECSI	0,12 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,09 ^{ns}
<i>N. physaloides</i>	NICPH	-0,14 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,03 ^{ns}	-0,03 ^{ns}
<i>S. rhombifolia</i>	SIDRH	-0,20 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,35 ^{ns}
<i>R. brasiliensis</i>	RCHBR	-0,01 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,18 ^{ns}

^{1/} Fonte: LORENZI, 2000; ** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. “n” = 44.

Enquanto a BPA do café se reduziu exponencialmente ($p < 0,01$) com o aumento da densidade de *B. pilosa* (Quadro 3; Figura 1D), a biomassa seca da parte aérea dessa espécie daninha aumentou exponencialmente ($p < 0,01$) com sua densidade (Quadro 4; Figura 2). Este resultado também pode ser observado no Quadro 5, em que verifica correlação linear simples negativa ($r = -0,70^{**}$) entre a BPA do café e a de plantas daninhas. A partir dos valores estimados da BPA de plantas de café (Quadro 3), nas densidades de zero e cinco plantas por vaso, foram calculadas reduções dessa característica de aproximadamente 64%, 72%, 46% e 61%, quando as plantas de café conviveram com *B. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, por 77, 180, 82 e 148 dias, respectivamente.

O comportamento da curva de resposta da BPA das plantas de café, em função do aumento da infestação (densidade) de *B. decumbens*, diferiu daquele verificado para as demais plantas daninhas. Observou-se comportamento quadrático: inicialmente, o acúmulo de biomassa decresceu com o aumento da densidade, atingiu o ponto mínimo de 16,69 g, na densidade estimada de 3,44 plantas de *B. decumbens*, a partir do qual cresceu com o aumento da densidade (Figura 3). Reduções cada vez menores da BPA do

cafeeiro eram esperadas com o aumento da densidade da planta daninha, segundo uma função exponencial negativa. Isso não ocorreu, porque a BPA de *B. decumbens* aumentou com o aumento da sua densidade, atingiu o ponto máximo de 789,72 g, na densidade estimada de 3,78 plantas de *B. decumbens*, a partir do qual decresceu com o aumento da densidade (Figura 3).

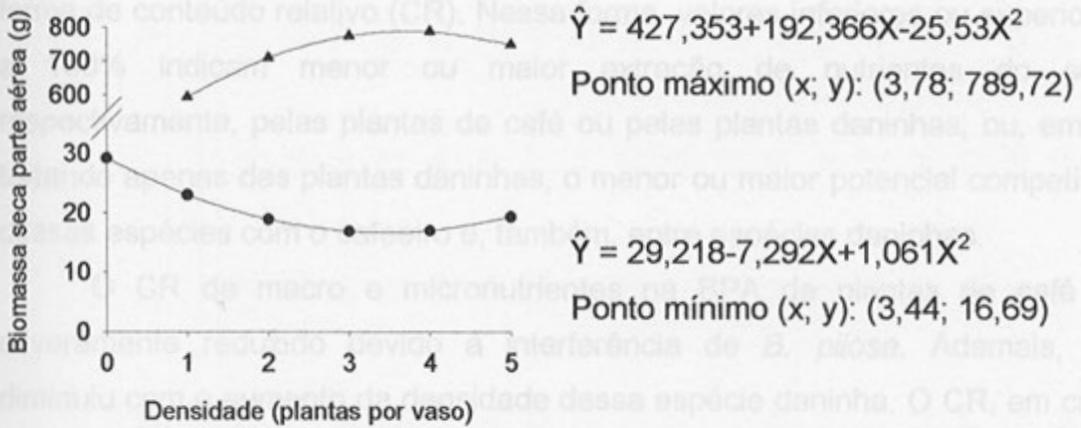


Figura 3 – Biomassas secas das partes aéreas de plantas de café (círculos) e de *B. decumbens* (triângulos), em função da densidade dessa espécie daninhas nos vasos.

Dentre as espécies avaliadas, *B. pilosa* foi a única cujo aumento de sua densidade causou redução em todas as características avaliadas nas plantas de café (Quadro 3). Ainda, essa foi a única espécie cuja produção de biomassa seca da parte aérea correlacionou-se negativa e significativamente com todas as características avaliadas no cafeeiro (Quadro 5). Logo, pode-se dizer que *B. pilosa* foi a planta daninha que apresentou o maior potencial de competição com as plantas de café, e que, se presente mesmo em baixas densidades, na linha de plantio, poderia reduzir o crescimento das mudas de café e comprometer a formação e a vida reprodutiva da lavoura.

Em relação à competição por nutrientes, os resultados são apresentados com base no conteúdo de nutrientes na parte aérea das plantas, uma vez que, segundo PITELLI (1985), quando se estuda a capacidade das plantas daninhas

em competir por nutrientes, deve-se considerar, com maior importância, o acúmulo de matéria seca pela comunidade infestante do que apenas os teores de nutrientes que essas plantas apresentam. Numa comunidade infestante, uma determinada planta daninha pode apresentar os maiores teores de nutrientes, no entanto, devido à sua baixa produção de biomassa seca, pode apresentar os menores conteúdos dos mesmos. Nos Quadros 6 e 7 são apresentadas as quantidades totais de nutrientes (conteúdos) presentes na parte aérea das plantas de café e das plantas daninhas, respectivamente, na forma de conteúdo relativo (CR). Nessa forma, valores inferiores ou superiores a 100% indicam menor ou maior extração de nutrientes do solo, respectivamente, pelas plantas de café ou pelas plantas daninhas, ou, em se tratando apenas das plantas daninhas, o menor ou maior potencial competitivo dessas espécies com o cafeeiro e, também, entre espécies daninhas.

O CR de macro e micronutrientes na BPA de plantas de café foi severamente reduzido devido à interferência de *B. pilosa*. Ademais, ele diminuiu com o aumento da densidade dessa espécie daninha. O CR, em café, de N (59%), P (72%), K (67%), Ca (67%), Mg (74%) e S (97%), na densidade de uma planta por vaso, reduziu-se para N (28%), P (39%), K (28%), Ca (31%), Mg (17%) e S (50%), na densidade de cinco plantas por vaso (Quadro 6). Comportamento análogo verificou-se para os micronutrientes (Quadro 6). Diferentemente do que ocorreu no cafeeiro, o CR em *B. pilosa* foi extremamente elevado. Na densidade de apenas uma planta por vaso, o CR foi de N (553%), P (1119%), K (532%), Ca (451%), Mg (481%) e S (848%) (Quadro 7). Portanto, o acúmulo desses macronutrientes em *B. pilosa* foi 5,53 (N) 11,19 (P), 5,32 (K), 4,51 (Ca), 4,81 (Mg) e 8,48 (S) vezes maior que aquele verificado em plantas de café crescidas sem a interferência de *B. pilosa* (Quadro 7). Contudo, quando se compara a quantidade de nutrientes extraída por uma planta de *B. pilosa* com aquela extraída por uma planta de café, após a convivência dessas plantas, no mesmo vaso, por 77 dias, verifica-se que *B. pilosa* acumulou 9,37 (N), 15,54 (P), 7,94 (K), 6,73 (Ca), 6,50 (Mg) e 8,74 (S) vezes mais nutrientes do que o cafeeiro.

Quadro 6 - Conteúdo relativo^{1/} de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de café, cultivadas em vasos, sob a interferência de diferentes densidades de plantas daninhas

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		----- % -----											
<i>Bidens pilosa</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	59	72	67	67	74	97	106	66	76	59	54	69
	2	47	73	59	62	71	88	75	55	73	53	37	60
	3	34	54	42	41	48	59	35	43	48	33	26	42
	4	28	45	31	36	39	54	38	36	34	32	25	30
	5	28	39	28	31	17	50	45	38	39	28	22	27
<i>Commelina diffusa</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	30	42	37	45	48	69	69	37	54	19	41	35
	2	33	51	40	53	56	113	108	40	63	21	55	40
	3	18	33	20	30	35	69	78	25	34	11	47	21
	4	18	37	25	31	34	62	92	29	42	11	54	24
	5	14	29	21	22	25	49	98	18	29	8	62	20
<i>Leonurus sibiricus</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	35	33	38	36	40	41	66	37	41	30	57	39
	2	31	36	39	31	43	43	47	37	52	24	65	37
	3	36	38	42	38	41	51	45	43	53	26	59	44
	4	39	44	39	40	44	57	51	55	61	36	72	40
	5	37	40	40	43	46	61	52	58	60	31	78	44

^{1/} Porcentagem em relação ao conteúdo de nutrientes da parte aérea do cafeeiro, na densidade de zero plantas daninhas por vaso.

Quadro 6 - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S'	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		----- % -----											
<i>Nicandra physaloides</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	37	62	68	72	76	86	114	69	101	50	107	68
	2	37	64	58	73	67	101	88	65	85	58	115	60
	3	34	59	50	54	56	83	53	48	71	45	66	52
	4	49	83	69	82	81	103	106	76	99	68	115	74
	5	44	64	67	72	75	96	89	72	98	45	80	71
<i>Sida rhombifolia</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	97	83	105	90	88	98	93	77	138	102	80	106
	2	73	72	77	71	93	90	56	61	96	78	68	78
	3	37	42	49	44	53	56	33	35	90	43	52	49
	4	72	62	85	60	81	79	66	63	135	54	91	85
	5	36	44	61	39	51	56	36	35	82	37	69	61
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	49	61	57	53	50	67	43	51	63	57	61	59
	2	32	42	48	37	40	48	40	43	45	41	49	47
	3	35	33	38	28	36	39	28	34	29	42	34	36
	4	43	54	58	51	51	69	52	49	60	47	46	55
	5	25	27	40	28	32	41	35	31	32	25	44	38

Quadro 7 - Conteúdo relativo^{1/} de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente a uma planta de café

Espécies	Plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
	por vaso	-----%											
	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Bidens pilosa</i>	1	553	1119	532	451	481	848	1300	684	524	452	1924	544
	2	367	1294	673	509	655	1517	1326	754	572	520	1466	697
	3	422	1349	651	672	803	2086	1492	964	591	629	1616	687
	4	407	1542	607	653	814	1995	1872	1076	677	674	1357	649
	5	400	1418	589	677	936	1945	1423	848	614	653	1128	641
	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Leonurus sibiricus</i>	1	231	427	525	357	256	603	594	717	755	227	629	547
	2	236	479	550	506	294	980	744	850	911	272	879	585
	3	202	412	451	450	259	978	656	845	772	255	761	450
	4	217	435	288	456	247	1009	641	777	892	269	686	375
	5	230	496	383	558	270	1479	604	846	1218	309	844	412

^{1/} Porcentagem em relação ao conteúdo de nutrientes da parte aérea do cafeeiro, na densidade de zero plantas daninhas por vaso.

Quadro 7 - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		%											
<i>Nicandra physaloides</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	228	1128	513	411	259	1973	841	694	487	211	492	622
	2	275	1348	487	572	302	2749	1079	869	701	278	685	620
	3	275	1634	610	754	372	3287	1108	929	798	331	649	725
	4	253	1613	540	695	359	3442	1307	879	726	333	605	589
	5	301	1734	672	633	357	3174	1222	980	773	313	743	742
<i>Sida rhombifolia</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	146	374	220	270	131	195	331	267	295	366	146	249
	2	198	627	447	463	255	332	484	476	507	596	284	479
	3	149	538	407	473	190	263	569	380	483	357	312	450
	4	210	598	442	484	219	334	683	475	530	517	408	483
	5	168	618	456	558	206	341	846	500	584	439	435	503
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1	179	205	213	496	136	382	690	1621	197	410	1298	228
	2	161	194	258	457	142	390	528	1326	210	403	1262	278
	3	239	202	321	503	167	444	631	1495	203	481	1384	331
	4	109	175	247	473	144	393	586	887	185	478	1352	253
	5	180	178	263	461	136	464	566	698	195	348	1648	273

Considerando apenas a densidade de uma planta por vaso, o CR dos micronutrientes em *B. pilosa* foi sempre superior a 450%, atingindo os valores máximos de 1300 e 1924%, para Cu e Fe, respectivamente (Quadro 7). O CR destes dois micronutrientes, na planta daninha, foi 12,26 e 35,63 vezes superior ao do cafeeiro. Verificou-se, também, que a quantidade de nutrientes acumulada em *B. pilosa* não variou muito com sua densidade. Logo, devido à sua alta capacidade de extração de nutrientes, mesmo presente em baixas densidades na lavoura, *B. pilosa* poderia reduzir a disponibilidade de nutrientes para o cafeeiro. Mal nutrido, as plantas de café teriam seu crescimento e potencial de competição com a planta daninha cada vez menores, tomando-se, inclusive, mais sensíveis ao ataque de patógenos, como discutido anteriormente.

Commelina diffusa foi uma das espécies que proporcionou as maiores reduções no CR em plantas de café, com exceção do S, Cu e Fe. Isso ocorreu devido ao maior grau de competição, causado, principalmente, pelo longo período de convivência entre a cultura e planta daninha (180 dias) (Quadro 2). Apesar de presentes, as diferenças no CR, em cafeeiro, foram pequenas entre as densidades estudadas. Verificou-se, portanto, na densidade de cinco plantas por vaso, CR inferior a 20% para N, Zn e Mn e, entre 20 e 30%, para P, K, Ca, Mg, B e Na (Quadro 6).

O CR em plantas de café também foi severamente reduzido pela interferência de *L. sibiricus*, tanto em baixas (com 1-2 plantas por vaso) quanto em altas densidades (com 4-5 plantas por vaso), não existindo diferenças entre elas. Da mesma forma, o CR de cada nutriente, com exceção do S, na parte aérea dessa planta daninha foi o mesmo, nas diferentes densidades estudadas. Isso ocorreu porque não houve efeito da densidade de *L. sibiricus* na sua produção de biomassa (Figura 2). Em relação à planta daninha, à medida que sua densidade nos vasos aumentou, o acúmulo de biomassa e, conseqüentemente, o de nutrientes, de cada planta individualmente, diminuiu, de forma que o acúmulo final foi o mesmo, para as baixas ou altas densidades. Segundo RADOSEVICH et al. (1996), o crescimento individual das plantas daninhas decresce com o aumento de sua densidade, ou seja, em baixas densidades, a produção total de biomassa é determinada por poucas plantas grandes, enquanto em altas densidades, é determinada por muitas plantas

pequenas. Esse tipo de relação entre densidade e produtividade de plantas é conhecida como a “lei do rendimento final constante”. Ademais, como com o aumento da densidade determinado nível (número) de indivíduos é alcançado, a partir do qual a interferência ocorre entre plantas vizinhas, verificou-se, neste experimento, além da competição interespecífica entre café e *L. sibiricus*, a ocorrência de competição intraespecífica entre indivíduos dessa espécie daninha.

Considerando apenas a densidade de uma planta de *L. sibiricus* por vaso, uma vez que não houve diferenças entre densidades, verificou-se pequeno CR, em café, de N (35%), P (33%), K (38%), Ca (36%), Mg (40%) e S (41%) (Quadro 6), enquanto em *L. sibiricus*, os macronutrientes acumularam-se em muito maior extensão, N (232%), P (427%), K (525%), Ca (357%), Mg (256%) e S (603%) (Quadro 7). Logo, convivendo no mesmo vaso, por 82 dias, uma planta de *L. sibiricus* acumulou 6,60 (N), 12,94 (P), 13,82 (K), 9,92 (Ca), 6,40 (Mg) e 14,71 (S) vezes mais nutrientes do que o cafeeiro. Analogamente, para os micronutrientes (Cu, Zn, B, Mn, Fe e Na), seus acúmulos nessa planta daninha foram, em média, 13,24 vezes maiores que no cafeeiro.

Nicandra physaloides foi a espécie daninha que menos afetou o CR em plantas de café, com exceção de N e Mn. O CR no cafeeiro permaneceu estável com o aumento da densidade; contudo, em *N. physaloides*, aumentou com o aumento da sua densidade. Esse aumento ocorreu devido à maior produção de biomassa dessa planta daninha em densidades mais altas (Figura 2). Após planta daninha e cultura conviverem juntas, no mesmo vaso, por 68 dias, na densidade de uma planta por vaso, verificou-se que o CR, em café, foi de N (37%), P (62%), K (68%), Ca (72%), Mg (76%) e S (86%) (Quadro 6) e, em *N. physaloides*, de N (228%), P (1128%), K (513%), Ca (411%), Mg (259%) e S (1973%) (Quadro 7), portanto, diferentes entre si em 6,16 (N), 18,19 (P), 7,54 (K), 5,71 (Ca), 3,41 (Mg) e 22,94 (S) vezes. Essas relações aumentaram para 6,84 (N), 27,09 (P), 10,03 (K), 8,79 (Ca), 4,76 (Mg) e 33,06 (S) quando se considerou a densidade de cinco plantas de *N. physaloides* por vaso.

Com o aumento da densidade de *S. rhombifolia* nos vasos, houve decréscimo do CR em plantas de café e aumento no CR na planta daninha. O CR de N (97%), P (83%), K (105%), Ca (90%), Mg (88%) e S (98%)%, nas plantas de café infestadas por apenas um indivíduo de *S. rhombifolia*, reduziu-se para N (36%), P (44%), K (61%), Ca (39%), Mg (51%) e S (56%), quando

infestadas por cinco plantas dessa espécie daninha (Quadro 6). Na planta daninha, o CR de N (146%), P (374%), K (220%), Ca (270%), Mg (131%) e S (195%), na densidade de uma planta por vaso, aumentou para N (168%), P (618%), K (456%), Ca (558%), Mg (206%) e S (341%), na densidade de cinco plantas por vaso (Quadro 7). Logo, na densidade de uma planta por vaso, *S. rhombifolia* acumulou, em média, 2,43 vezes mais macronutrientes do que o cafeeiro. Para os micronutrientes, essa relação foi de 2,82 vezes. Na densidade de cinco plantas por vaso, as relações de macro e micronutrientes aumentaram para 7,81 e 11,89, respectivamente.

A interferência de *R. brasiliensis* sobre o café, após convivência por 148 dias, revestiu-se de redução do CR de todos os nutrientes na parte aérea do cafeeiro, sendo que a redução aumentou com o aumento da densidade de *R. brasiliensis*. O CR de N (49%), P (61%), K (57%), Ca (53%), Mg (50%) e S (67%)%, nas plantas de café infestadas por apenas um indivíduo de *R. brasiliensis*, reduziu-se para N (25%), P (27%), K (40%), Ca (28%), Mg (32%) e S (41%), quando a infestação aumentou para cinco plantas por vaso (Quadro 6). Na planta daninha, o conteúdo relativo dos nutrientes teve o mesmo comportamento da sua produção de biomassa seca (Figura 2), ou seja, não aumentou com o incremento da densidade, mas foi sempre superior a 100%. Na densidade de uma planta de *R. brasiliensis* por vaso, o CR foi de N (179%), P (205%), K (213%), Ca (496%), Mg (136%), S (382%), Cu (690%), Zn (1691%), B (197%), Mn (410%), Fe (1298%) e Na (228%) (Quadro 7). Quando se calcula a relação desses valores com aqueles encontrados no cafeeiro, verifica-se, em média, 4,76 e 13,88 vezes mais macro e micronutrientes, respectivamente, na planta daninha, com destaque para o Zn e Fe, cujas relações foram de 31,78 e 21,28, respectivamente.

SINGH e SINGH (1939), estudando o crescimento de plantas daninhas e o acúmulo de nutrientes durante seu ciclo de vida, verificaram que: (i) a produção de matéria seca e a absorção de nutrientes são altamente influenciadas pelo estágio de desenvolvimento da planta; (ii) no estágio de pré-florescimento as plantas daninhas apresentam as máximas taxas de acúmulo de biomassa e de absorção de nutrientes; (iii) no pré-florescimento, também, as plantas daninhas apresentam os mais altos teores de nutrientes, os quais são muito maiores do que aqueles verificados na maioria das culturas agrícolas; e

(iv) tanto a taxa como a ordem de absorção de nutrientes variam entre plantas daninhas. Essas observações sinalizam para que o manejo de plantas daninhas em lavouras em formação e, ou, adultas, deva ser realizado antes que as plantas daninhas atinjam o florescimento, principalmente quando ainda são jovens, pois, além do menor gasto de energia e maior facilidade no seu controle, a competição por nutrientes com o cafeeiro é ainda pequena.

1.4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que: (i) *5. pilosa*, *C. diffusa*, *L. sibiricus* e *R. brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, acarretaram decréscimos consideráveis no crescimento e no conteúdo relativo de nutrientes de plantas de café; (ii) a altura das plantas, o número de folhas e a biomassa seca da parte aérea do cafeeiro foram severamente reduzidas com o aumento da densidade de *C. diffusa*. Esta espécie, reduziu, também, o conteúdo relativo e predispôs o cafeeiro ao ataque de *Cercospora coffeicola*; (iii) *B. pilosa* foi a única planta daninha que causou reduções de todas as características avaliadas nas plantas de café e que extraiu a maior quantidade de nutrientes; (iv) *N. physaloides* e *S. rhombifolia* foram as espécies que causaram menor interferência no cafeeiro; (v) o grau de interferência (ou de competição) variou com a espécie e com a densidade das plantas daninhas.

1.5. LITERATURA CITADA

ALDRICH, R.J. Predicting crop yield reductions from weeds. **Weed Technol.**, v. 1, p.199-206, 1987.

BLANCO, H.G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **Biológico**, v.38, n.10, p.343-350, 1972.

- BLANCO, H.G, OLIVEIRA, D.A. Estudos dos efeitos da época de controle do mato sobre a produção de citros e a composição da flora daninha. **Biológico**, v.45, n.1, p.25-36, 1978.
- BLANCO, H.G, OLIVEIRA, D.A., PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v.48, n.1, p.9-20, 1982.
- BRDGES, D.C. Weed interference and weed ecology. In: **HERBICIDE ACTION COURSE**. Purdue University: Indiana, 2000. p.577-608.
- BRIGHENTI, A.M. Plantas daninhas. In: COSTA, E.B., SILVA, A.E.S., NETO, A.P.M.A., DAHER, F.A. (Coords.). **Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória: SEAG-ES, 1995. p.90-106.
- CASTRO, C.R.T., GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. **Ciencia Rural**, v.26, n.1, p.167-174, 1996.
- COUSENS, R. Aspects of the design and interpretation of competition (interference) experiments. **Weed Technol.**, v.5, p.664-673, 1991.
- COUSENS, R., PETERS, N.C.B., MARSHALL, C.J. Models of yield loss-weed density relationships. **7th Int. Symp. Weed Biol. Ecol. Syst.**, p.367-374, 1984.
- FRIESSLEBEN, U., POHLAN, J., FRANKI, G. The response of *Coffea arabica* L. to weed competition. **Café, Cacao Thé**. v.35, n.1, p.15-20, 1991.
- GALLO, J.R., MORAES, F.R.P., LOTT, W.L., INFORZATO, R. Absorção de nutrientes pelas ervas daninhas e sua competição com o cafeeiro. **Bol. Inst. Agron.** Campinas, n.104, 1958. 13p.
- HARPER, J.L. **The population biology of plants**. London: Academic Press, London, 1977. 892p.
- JACSON, M.L. **Soil chemical analysis**. Englewood Cliffs, Prentice hall, Inc., 1958. 498p.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5. ed. Nova Odessa, São Paulo: Editora Plantarum, 2000. p.384.
- NETER, J., WASSERMAN, V., KUTNER, M.H. **Applied linear statistical models: regression, analysis of variance and experimental designs**. Homewood: Richard A. Irwin, 1990. 842p.
- NJOROGE, J.M. Weeds and weed control in coffee. **Exper. Agric.**, v.30, p.421-429, 1994.
- OLIVEIRA, J.A., MATIELO, J.B., CARVALHO, F. Estudo do efeito da época de controle das plantas daninhas em café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 7, 1979, Araxá, MG. **Resumos...**, 1979. p.360-362.

- PEREIRA, H.C., JONES, P.A. A tillage study in Kenya Coffee. Part I: The effects of tillage practices on coffee yields. **Emp. J. Exp. Agric.**, v.22, n.87, p.231-240, 1954.
- PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v. 120n. 11, p.16-27, 1985.
- PITELLI, R.A., DURIGAN, J.C. Terminologias para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte, MG. Resumos..., Piracicaba, SP: AUGEGRAP, 1984. p.37.
- RADOSEVICH, S.R., HOLT, J., GHERSA, C. Physiological aspects of competition. In: **Weed ecology: Implication for managements**. New York. John Willeg and Sous, 1996. p.217-301.
- RADOSEVICH, S.R. Methods to study interactions among crops and weeds. **Weed Technol.**, v. 1, p.190-198, 1987.
- SILVA, A.A., SILVA, J.F., FERREIRA, F.A., FERREIRA, L.R., SILVA, J.F. Controle de plantas daninhas. Brasília: **ABEAS**. 2001. 202p. (Curso por Tutoria a Distância. Curso de Proteção de Plantas. Módulo, 3).
- SINGH, B.N., SINGH, L.B. Relative absorption of nutrients by weeds of arable land. **Soil Sci.**, v.47, p.227-235, 1939.
- SISTEMA DE **ANÁLISES** ESTATÍSTICAS E **GENÉTICAS** – **SAEG**. versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernades, 1997.
- 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.
- WALKER, G.K., BLACKSHAW, R.E., DEKKER, J. Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. **Weed Technol.**, v.2, n.2, p.159-165, 1988.
- ZAKHARENKO, V.A. Investigating the competitive ability of weeds and crop plants in relation to herbicide application. **Weeds Abstr.** v.18, n.3, art.1271, 1969.
- ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., PEREIRA, A.A., CHAVES, G.M. Café: *Coffea arabica* L.; controle de doenças. In: VALE, F.X.R., ZAMBOLIM, L. (Ed.). Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa: UFV; Brasília: MAA, 1997. v.1, p.83-180.

APÊNDICE A

Quadro I A – Valores médios das variáveis diâmetro do caule (DC), altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e biomassa seca da parte aérea de plantas de café (BPA) e da parte aérea de plantas daninhas (BPAD), em função da densidade de plantas daninhas. Viçosa, MG, 2001

Espécies	Plantas por vaso	Variáveis				
		DC (mm)	AP (cm)	NF	BPA (g)	BPAD
<i>Brachiaria decumbens</i>	0	7,9	42,9	-	31,64	-
	1	6,0	32,4	-	17,74	611,81
	2	7,6	36,4	-	21,78	675,75
	3	7,1	28,6	-	15,44	771,57
	4	7,8	38,5	-	20,11	826,62
	5	6,8	39,1	-	17,59	732,21
<i>Bidens pilosa</i>	0	7,7	44,0	42,3	28,42	-
	1	7,5	41,6	38,8	23,38	94,40
	2	7,7	42,8	38,0	21,85	152,36
	3	6,5	36,1	24,8	14,21	187,14
	4	5,9	34,3	20,3	11,64	183,47
	5	5,7	35,8	21,5	11,33	234,17
<i>Commelina diffusa</i>	0	9,6	51,1	84,0	59,67	-
	1	8,7	45,0	34,5	30,98	-
	2	8,9	45,4	39,5	33,16	-
	3	8,1	42,4	20,0	20,57	-
	4	9,0	44,5	19,8	23,95	-
	5	8,4	41,3	13,5	19,11	-
<i>Leonurus sibiricus</i>	0	7,5	44,3	47,5	32,99	-
	1	5,9	35,9	26,8	15,52	151,30
	2	5,8	35,5	22,0	14,50	179,35
	3	5,2	39,2	28,0	17,14	144,71
	4	5,3	38,7	25,5	15,27	153,24
	5	5,6	40,7	27,0	16,93	182,75
<i>Nicandra physaloides</i>	0	6,7	43,8	40,3	26,10	-
	1	6,6	43,1	37,5	23,53	137,32
	2	6,3	39,4	33,0	21,35	185,00
	3	5,7	40,1	33,0	18,85	233,16
	4	6,8	44,0	40,8	24,81	209,84
	5	6,6	42,3	38,0	24,14	228,29
<i>Sida rhombifolia</i>	0	7,2	44,1	46,0	26,68	-
	1	6,5	41,4	36,3	26,99	58,95
	2	7,1	41,9	34,8	23,35	116,01
	3	5,3	36,1	23,3	13,38	110,19
	4	6,4	40,0	35,5	23,99	131,84
	5	5,2	37,6	23,3	14,13	154,18
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	8,8	45,9	58,0	45,01	-
	1	7,5	42,8	37,0	25,89	89,27
	2	7,3	38,3	34,8	21,60	85,96
	3	6,4	36,6	26,8	16,67	100,26
	4	7,6	42,0	39,8	27,16	87,04
	5	6,3	40,0	28,3	16,91	93,91

Quadro 2A - Teores médios de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de café, cultivadas em vasos, sob a interferência de diferentes densidades de plantas daninhas

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		dag kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
<i>Bidens pilosa</i>	0	0,554	0,207	2,195	1,062	0,704	0,147	3,25	17,25	107,25	118,25	542,75	10850,0
	1	0,399	0,180	1,798	0,869	0,635	0,172	4,19	13,75	99,27	85,25	355,75	9157,6
	2	0,340	0,196	1,692	0,854	0,652	0,168	3,18	12,25	101,49	81,00	259,25	8499,4
	3	0,381	0,224	1,846	0,872	0,681	0,174	2,29	15,00	102,21	79,00	278,75	9032,2
	4	0,382	0,226	1,644	0,931	0,676	0,193	3,05	15,25	90,03	92,00	336,75	7872,6
	5	0,382	0,203	1,538	4,832	0,306	0,186	3,66	16,50	104,37	83,75	305,25	7402,5
<i>Commelina diffusa</i>	0	0,526	0,269	1,587	4,975	0,691	0,159	3,99	14,75	99,39	150,75	227,00	8280,0
	1	0,306	0,219	1,132	0,842	0,639	0,210	5,31	10,50	103,11	54,25	178,75	5647,4
	2	0,316	0,249	1,141	0,922	0,696	0,324	7,74	10,50	112,98	58,25	223,00	5898,1
	3	0,272	0,257	0,905	0,856	0,694	0,316	8,98	10,50	97,23	49,00	308,25	5051,9
	4	0,237	0,246	0,978	0,743	0,585	0,246	9,13	10,50	103,35	39,50	303,00	4863,9
	5	0,228	0,240	1,027	0,665	0,536	6,245	12,19	8,25	90,57	35,50	436,75	5240,0
<i>Leonurus sibiricus</i>	0	0,628	0,299	2,025	1,079	0,632	0,162	3,46	13,75	72,57	165,00	255,00	9909,7
	1	0,461	0,207	1,652	0,817	0,544	0,140	4,89	10,75	62,97	104,50	309,25	8217,3
	2	0,441	0,244	1,781	0,755	0,623	0,157	3,69	11,50	86,46	90,50	374,75	8344,1
	3	0,431	0,218	1,619	0,793	0,499	0,157	3,03	11,25	74,34	83,00	291,25	8342,7
	4	0,524	0,286	1,725	0,933	0,597	0,201	3,83	16,25	96,09	128,50	394,00	8532,2
	5	0,452	0,278	1,571	0,908	0,563	0,193	3,53	15,50	84,54	98,75	389,00	8405,4

Quadro 2A - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		dag kg ¹						mg kg ⁻¹					
<i>Nicandra physaloides</i>	0	0,586	0,229	2,203	0,949	0,694	0,127	3,28	18,75	96,78	120,25	305,25	10787,3
	1	0,242	0,158	1,660	0,760	0,586	0,122	4,15	14,25	108,93	67,25	361,25	8154,6
	2	0,265	0,179	1,554	0,852	0,571	0,157	3,54	15,00	100,92	85,50	430,50	7872,6
	3	0,274	0,186	1,522	0,713	0,542	0,147	2,40	12,50	95,40	74,50	278,00	7778,6
	4	0,305	0,201	1,603	0,823	0,593	0,138	3,64	15,00	101,13	86,00	368,25	8342,7
	5	0,279	0,160	1,595	0,738	0,560	0,132	3,15	14,50	102,63	58,00	265,00	8311,4
<i>Sida rhombifolia</i>	0	0,539	0,301	1,773	1,229	0,727	0,170	5,28	31,50	106,56	198,25	498,00	8656,1
	1	0,517	0,248	1,846	1,091	0,629	0,164	4,85	24,00	145,29	199,75	396,00	9094,9
	2	0,452	0,248	1,562	1,004	0,770	0,174	3,35	22,00	116,61	176,50	386,75	7715,9
	3	0,401	0,254	1,749	1,075	0,761	0,189	3,46	22,00	191,94	169,75	520,25	8530,7
	4	0,432	0,209	1,684	0,820	0,658	0,149	3,85	22,00	159,60	119,25	505,50	8217,3
	5	0,363	0,249	2,057	0,913	0,705	0,179	3,64	21,00	163,98	136,75	646,75	9972,4
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	0,518	0,278	1,725	1,155	0,678	0,160	3,98	21,75	93,51	141,25	431,25	8781,5
	1	0,437	0,294	1,717	1,063	0,595	0,187	3,00	19,25	102,42	139,75	460,75	8969,5
	2	0,342	0,244	1,717	0,894	0,566	0,158	3,28	19,50	87,12	120,75	444,25	8562,1
	3	0,483	0,247	1,781	0,886	0,650	0,170	2,99	20,00	74,49	159,25	393,75	8593,4
	4	0,368	0,251	1,653	0,980	0,570	0,183	3,40	17,50	92,94	110,00	326,50	8029,3
	5	0,344	0,202	1,830	0,876	0,580	0,174	3,66	17,75	80,52	93,75	508,75	8938,2

Quadro 3A - Teores médios de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em várias densidades, juntamente a um planta de café

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		dag kg ⁻¹							mg kg ⁻¹				
<i>Nicanora</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0,922	0,696	3,518	1,441	1,019	0,374	12,72	35,50	169,05	160,75	3143,19	17776,3
	2	0,379	0,499	2,755	1,009	0,860	0,415	8,04	24,25	114,39	114,75	1483,81	14109,4
	3	0,355	0,423	2,171	1,083	0,858	0,464	7,36	25,25	96,21	113,00	1332,25	11320,1
	4	0,349	0,493	2,065	1,073	0,887	0,453	9,43	28,75	112,53	123,50	1140,56	10912,6
<i>Bidens pilosa</i>	5	0,269	0,356	1,571	0,873	0,799	0,346	5,61	17,75	79,89	93,75	743,00	8436,7
	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0,316	0,278	2,317	0,840	0,353	0,213	4,49	21,50	119,49	81,75	349,50	11821,5
	2	0,272	0,263	2,049	1,004	0,341	0,291	4,74	21,50	121,62	82,50	412,25	10661,9
	3	0,290	0,280	2,082	1,107	0,373	0,360	5,18	26,50	127,65	96,00	442,50	10160,5
<i>Leonurus sibiricus</i>	4	0,293	0,279	1,257	1,059	0,336	0,351	4,78	23,00	139,35	95,50	376,75	8003,8
	5	0,260	0,267	1,400	1,087	0,308	0,431	3,78	21,00	159,51	92,00	388,75	7371,1

Quadro 3A - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		----- dag kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----					
<i>Nicandra physaloides</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0,255	0,492	2,147	0,742	0,342	0,477	5,24	24,75	89,52	48,25	285,25	12760,3
	2	0,227	0,436	1,514	0,766	0,296	0,494	4,99	23,00	95,73	47,25	295,00	9439,6
	3	0,181	0,419	1,506	0,801	0,289	0,468	4,06	19,50	86,43	44,50	221,75	8750,1
	4	0,184	0,460	1,480	0,820	0,310	0,545	5,33	20,50	87,36	49,75	229,75	7904,6
	5	0,202	0,455	1,692	0,686	0,283	0,462	4,58	21,00	85,56	43,00	259,25	9157,6
<i>Sida rhombifolia</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0,355	0,510	1,765	1,503	0,430	0,150	7,91	38,00	142,41	328,50	329,75	9753,0
	2	0,245	0,434	1,822	1,310	0,426	0,130	5,88	34,50	124,23	271,75	325,00	9533,6
	3	0,194	0,392	1,749	1,407	0,334	0,108	7,28	29,00	124,65	171,25	376,50	9439,6
	4	0,229	0,364	1,587	1,204	0,322	0,115	7,30	30,25	114,36	207,50	411,50	8468,1
	5	0,157	0,322	1,400	1,187	0,260	0,100	7,74	27,25	107,73	150,50	374,50	7527,8
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	0,467	0,287	1,855	2,885	0,464	0,307	13,83	177,75	92,96	292,25	2821,75	10097,8
	2	0,436	0,283	2,333	2,765	0,503	0,326	11,00	151,00	102,87	298,00	2849,25	12761,8
	3	0,556	0,252	2,487	2,607	0,508	0,318	11,26	146,00	85,08	304,75	2679,25	13043,8
	4	0,293	0,253	2,203	2,825	0,506	0,325	12,04	99,75	89,43	349,50	3015,25	11476,8
	5	0,447	0,237	2,171	2,550	0,442	0,355	10,79	72,75	87,51	235,75	3406,75	11476,8

Quadro 4A - Conteúdos médios de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de café, cultivadas em vasos, sob a interferência de diferentes densidades de plantas daninhas

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
		----- mg planta" -----											
<i>Bidens pilosa</i>	0	157,38	58,69	623,90	301,68	199,93	41,64	0,09	0,49	3,05	3,36	15,42	308,36
	1	93,27	42,02	420,22	203,07	148,43	40,21	0,10	0,32	2,32	1,99	8,32	214,06
	2	74,35	42,83	369,80	186,57	142,37	36,60	0,07	0,27	2,22	1,77	5,67	185,73
	3	54,13	31,86	262,33	123,82	96,75	24,65	0,03	0,21	1,45	1,12	3,96	128,32
	4	44,47	26,30	191,23	108,29	78,59	22,48	0,04	0,18	1,05	1,07	3,92	91,60
	5	43,29	22,95	174,30	94,31	34,62	21,02	0,04	0,19	1,18	0,95	3,46	83,89
<i>Commelina diffusa</i>	0	314,03	160,52	946,86	581,81	412,19	94,58	0,24	0,88	5,93	9,00	13,55	494,09
	1	94,64	67,84	350,79	260,91	197,79	64,90	0,16	0,33	3,19	1,68	5,54	174,94
	2	104,79	82,40	378,20	305,74	230,88	107,27	0,26	0,35	3,75	1,93	7,39	195,58
	3	55,83	52,75	186,16	176,09	142,72	64,93	0,18	0,22	2,00	1,01	6,34	103,89
	4	56,64	58,97	234,27	177,99	140,03	58,85	0,22	0,25	2,47	0,95	7,26	116,48
	5	43,53	45,92	196,27	127,15	102,40	46,78	0,23	0,16	1,73	0,68	8,35	100,15
<i>Leonurus sibiricus</i>	0	207,03	98,48	668,07	355,99	208,51	53,28	0,11	0,45	2,39	5,44	8,41	326,95
	1	71,59	32,05	256,34	126,76	84,43	21,65	0,08	0,17	0,98	1,62	4,80	127,53
	2	63,92	35,37	258,23	109,44	90,30	22,76	0,05	0,17	1,25	1,31	5,43	120,95
	3	73,88	37,37	277,58	135,85	85,46	26,91	0,05	0,19	1,27	1,42	4,99	143,01
	4	79,93	43,70	263,32	142,37	91,15	30,61	0,06	0,25	1,47	1,96	6,02	130,27
	5	76,50	47,05	265,81	153,59	95,20	32,71	0,06	0,26	1,43	1,67	6,58	142,26

Quadro 4A - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	mg planta ⁻¹											
		N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
<i>Nicandra physaloides</i>	0	153,03	59,84	575,14	247,58	181,15	33,22	0,09	0,49	2,53	3,14	7,97	281,58
	1	56,89	37,12	390,59	178,91	137,78	28,59	0,10	0,34	2,56	1,58	8,50	191,90
	2	56,64	38,22	331,88	181,92	121,82	33,42	0,08	0,32	2,15	1,83	9,19	168,10
	3	51,55	35,06	286,87	134,45	102,07	27,71	0,05	0,24	1,80	1,40	5,24	146,63
	4	75,54	49,93	397,66	204,17	147,05	34,30	0,09	0,37	2,51	2,13	9,14	206,96
	5	67,34	38,50	384,96	178,13	135,11	31,86	0,08	0,35	2,48	1,40	6,40	200,62
<i>Sida rhombifolia</i>	0	143,67	80,31	473,14	327,96	193,90	45,22	0,14	0,84	2,84	5,29	13,29	230,94
	1	139,40	67,00	498,34	294,33	169,70	44,13	0,13	0,65	3,92	5,39	10,69	245,47
	2	105,48	57,79	364,83	234,43	179,80	40,57	0,08	0,51	2,72	4,12	9,03	180,17
	3	53,63	33,99	234,07	143,90	101,81	25,26	0,05	0,29	2,57	2,27	6,96	114,16
	4	103,69	50,13	403,98	196,58	157,78	35,62	0,09	0,53	3,83	2,86	12,13	197,11
	5	51,23	35,15	290,76	128,99	99,67	25,26	0,05	0,30	2,32	1,93	9,14	140,94
<i>Richardia brasiliensis</i>	0	233,16	125,25	776,33	519,67	305,18	71,79	0,18	0,98	4,21	6,36	19,41	395,28
	1	113,19	76,11	444,38	275,05	153,90	48,34	0,08	0,50	2,65	3,62	11,93	232,20
	2	73,80	52,69	370,70	193,01	122,12	34,12	0,07	0,42	1,88	2,61	9,59	184,90
	3	80,50	41,13	296,93	147,72	108,38	28,25	0,05	0,33	1,24	2,65	6,56	143,23
	4	99,93	68,23	448,78	266,12	154,65	49,56	0,09	0,48	2,52	2,99	8,87	218,04
	5	58,09	34,12	309,48	148,09	98,04	29,38	0,06	0,30	1,36	1,59	8,60	151,14

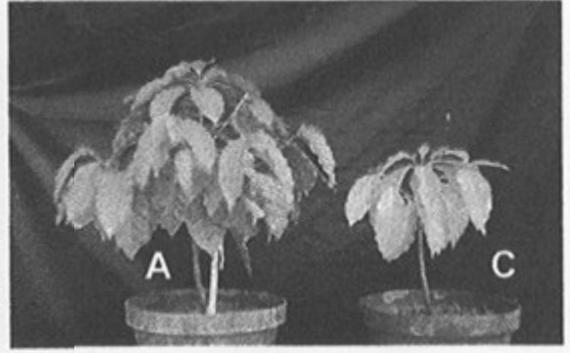
Quadro 5A - Conteúdos médios de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas daninhas, cultivadas em vasos, em várias densidades, Juntamente a uma planta de café

<i>Espécies</i>	Plantas	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
por vaso		mg planta ⁻¹											
	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bidens pilosa</i>	1	870,09	656,75	3320,65	1360,47	961,89	353,27	1,20	3,35	15,96	15,17	296,70	1678,00
	2	577,04	759,49	4197,58	1536,50	1310,25	631,51	1,22	3,69	17,43	17,48	226,07	2149,64
	3	664,80	791,58	4062,61	2026,67	1605,62	868,31	1,38	4,73	18,00	21,15	249,31	2118,38
	4	640,30	904,95	3789,47	1968,61	1626,90	830,65	1,73	5,27	20,65	22,66	209,26	2002,12
	5	629,33	832,47	3677,74	2043,13	1871,02	809,64	1,31	4,16	18,71	21,95	173,99	1975,63
	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leonurus sibiricus</i>	1	477,34	420,23	3505,56	1270,90	533,32	321,51	0,68	3,25	18,08	12,37	52,88	1788,57
	2	487,83	472,14	3675,32	1800,23	612,03	521,91	0,85	3,86	21,81	14,80	73,94	1912,22
	3	418,94	405,56	3012,48	1601,61	539,05	521,33	0,75	3,83	18,47	13,89	64,04	1470,35
	4	448,23	427,92	1926,58	1623,19	514,50	537,87	0,73	3,52	21,35	14,63	57,73	1226,50
	5	475,15	488,40	2558,78	1986,95	561,96	788,11	0,69	3,84	29,15	16,81	71,04	1347,07

Quadro 5A - Continuação

Espécies	Plantas por vaso	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B	Mn	Fe	Na
mg planta ⁻¹													
	0				-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1				018,19	469,96	655,34	0,72	3,40	12,29	6,63	39,17	1752,18
<i>Nicandra</i>	2				416,66	547,61	912,99	0,92	4,26	17,71	8,74	54,58	1746,35
<i>Physaloides</i>	3	420,85	977,61	3510,49	1867,01	673,24	1091,76	0,95	4,55	20,15	10,38	51,70	2040,16
	4	386,63	965,28	3105,63	1720,18	649,46	1143,12	1,12	4,30	18,33	10,44	48,21	1658,73
	5	460,58	1037,59	3863,27	1566,09	646,07	1054,14	1,04	4,76	19,53	9,82	59,18	2090,60
	0		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	209,25	300,47	1040,54	885,65	253,46	88,12	0,47	2,24	8,39	19,36	19,44	574,89
<i>Sida</i>	2	284,52	503,78	2113,82	1519,18	494,50	150,24	0,68	4,00	14,41	31,53	37,70	1106,02
<i>rhombifolia</i>	3	213,76	432,20	1927,18	1550,30	368,02	118,72	0,80	3,20	13,73	18,87	41,48	1040,11
	4	302,24	479,90	2092,00	1587,68	424,52	150,96	0,96	3,99	15,08	27,36	54,25	1116,43
	5	241,29	496,07	2158,76	1829,35	400,10	154,18	1,19	4,20	16,61	23,20	57,74	1160,64
	0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	417,13	256,21	1655,58	2575,29	414,22	274,29	1,23	15,87	8,30	26,09	251,90	901,45
<i>Richardia</i>	2	374,98	242,82	2005,52	2376,23	432,57	280,21	0,95	12,98	8,84	25,61	244,91	1096,94
<i>brasiliensis</i>	3	557,43	252,65	2493,79	2613,21	509,06	318,82	1,13	14,64	8,53	30,55	268,61	1307,74
	4	254,84	219,76	1917,73	2458,96	440,40	282,43	1,05	8,68	7,78	30,42	262,43	998,88
	5	420,00	222,56	2038,69	2394,64	415,31	332,90	1,01	6,83	8,22	22,14	319,92	1077,73

***Commelina diffusa* (Traçoeraba)**



***Richardia brasiliensis* (Poaia-branca)**



***Bidens pilosa* (Picão-preto)**

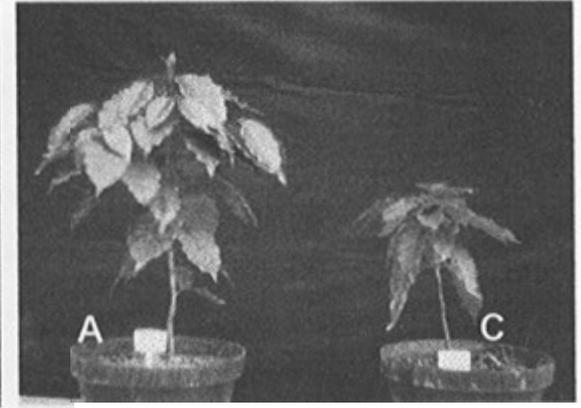
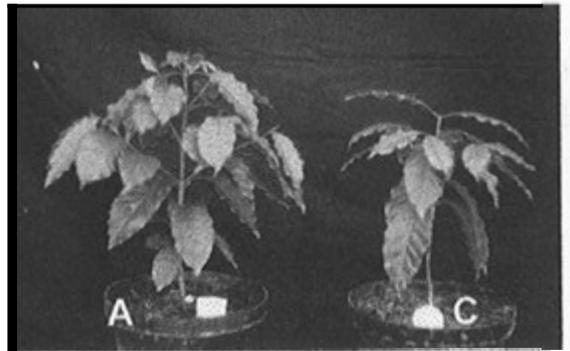


Figura 1A - Efeitos da interferência de *C. diffusa*, *R. brasiliensis* e *B. pilosa* sobre a parte aérea de plantas de café. Plantas de café sem interferência (A); plantas convivendo no mesmo vaso (B); e plantas de café após a convivência com aquelas plantas daninhas por 180, 148 e 77 dias, respectivamente (C).



Nicandra physaloides
(Joá-de-capote)



***Leonurus sibiricus* (Rubim)**

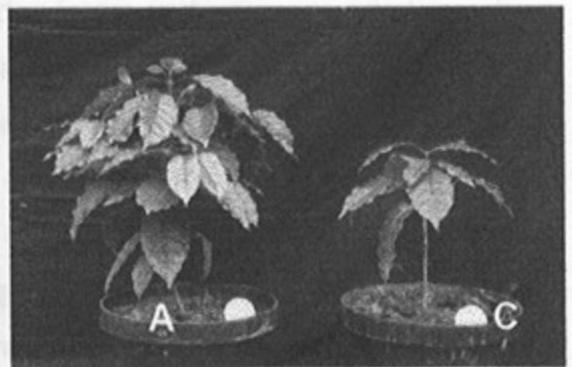


Figura 2A - Efeitos da interferência de *N. physaloides* e *L. sibiricus* sobre a parte aérea de plantas de café. Plantas de café sem interferência (A); plantas convivendo no mesmo vaso (B); e plantas de café após a convivência com aquelas plantas daninhas por 68 e 82 dias, respectivamente (C).

2. EFICIÊNCIA DO CARFENTRAZONE-ETHYL, ISOLADO E ASSOCIADO A DUAS FORMULAÇÕES DE GLYPHOSATE, NO CONTROLE DE TRAPOERABAS

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do carfentrazone-ethyl (Aurora 400 CE), isolado e associado ao glyphosate (Roundup CS) ou ao glifosate potássico (ZAPP Qi), no controle de duas espécies de trapoeraba, *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*. Para isso, segmentos de caule dessas plantas foram transplantados e cultivados em vasos com 12 L de substrato, durante 120 dias. Os tratamentos avaliados foram carfentrazone-ethyl nas doses 0, 10, 20, 30, 40 e 50 g ha⁻¹, isoladas e aplicadas em associação com o glyphosate e o glifosate potássico, ambos na dose de 720 g ha⁻¹. Foram feitas avaliações de controle da trapoeraba e da biomassa fresca da parte aérea (BPA). *C. diffusa* foi mais tolerante ao carfentrazone-ethyl e à sua mistura ao glyphosate e ao glifosate potássico do que *C. benghalensis*. Tanto o glyphosate quanto o glifosate potássico, isolados, promoveram controle ruim (inferior a 30%) de ambas as espécies. A eficiência de controle pelas misturas de herbicida foi superior à das suas aplicações isoladas, com exceção do carfentrazone-ethyl em doses acima a 30 g ha⁻¹, que proporcionaram controle de *C. benghalensis* semelhante ao das misturas. Apesar do razoável controle (de 71 a 80%) para *C.*

diffusa e bom e excelente controle (acima de 81%) para *C. benghalensis*, proporcionados pelas misturas de carfentrazone-ethyl com glyphosate e, ou, glifosate potássico, apenas uma aplicação dessas misturas não foi suficiente para o controle definitivo da *Commelina spp.*, pois verificou-se para ambas as espécies, por meio da avaliação da BPA, a reinfestação da área devido à recuperação das plantas, ou mesmo, no caso de *C. benghalensis*, a reinfestação a partir de sementes subterrâneas.

Palavras-chave: *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, herbicidas, tolerância.

Nomenclatura: carfentrazone-ethyl (etil 2-cloro-3-[2-cloro-4-fluoro-5-[4-(difluoro-4,5-dihidro-3-metil-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-il)]fenil] propanoato), glyphosate (N-(fosfometil) glicina) – sal de isopropilamina, glifosate potássico (N-(fosfometil) glicina) – sal potássico.

ABSTRACT

EFFICIENCY OF CARFENTRAZONE-ETHYL ISOLATED AND COMBINED TO TWO GLYPHOSATE FORMULATIONS ON CONTROLLING DAYFLOWERS

This work was conducted in order to evaluate the efficiency of carfentrazone-ethyl (Aurora 400 CE), isolated or combined to glyphosate (Roundup CS) or glyphosate-potassium salt (ZAPP Qi), on controlling two dayflower species, *Commelina diffusa* and *C. benghalensis*. These species were grown from stem segments in 12 L pots, during 120 days. The treatments were carfentrazone-ethyl (0,10, 20, 30,40 and 50 g ha⁻¹), isolated or combined to either glyphosate or glyphosate-potassium salt (both at doses of 720 g ha⁻¹).

The percentages of weed control and shoot fresh weight (SFW) were evaluated. *C. difusa* was more tolerant to carfentrazone-ethyl alone or combined with both glyphosate and glyphosate-potassium salt than was *C. benghalensis*. Both glyphosate and glyphosate-potassium salt were not efficient (control below 30%) when applied isolatedly, regardless of the weed species. The efficiency of controlling herbicide mixtures was greater than their single applications, except for the carfentrazone-ethyl in doses above 30 g ha⁻¹, with *C. benghalensis*, in which control was similar to the employed mixtures. Despite the reasonable control (from 71 to 80%) for *C. difusa* and the very good control (above 81%) for *C. benghalensis*, obtained with carfentrazone-ethyl + glyphosate or carfentrazone-ethyl + glyphosate-potassium salt mixtures, a single application of these herbicide mixtures did not decisively control *Commelina* spp. In effect, recovery of plants as seen through SFW evaluation took place irrespective of the species; moreover, for *C. benghalensis*, reinfestation from underground seeds was also found.

Key words: *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, herbicides, tolerance.

2.1. INTRODUÇÃO

A família *Commelinaceae* apresenta entre 40 a 50 gêneros, com cerca de 700 espécies. As espécies infestantes que ocorrem no Brasil concentram-se em quatro gêneros; destes, *Commelina* é o mais importante, de ampla distribuição no Brasil, sendo conhecido pelo nome comum de trapoeraba (KISSMANN, 1997). Essas plantas ocupam lugar de importância na agricultura, pois em áreas com suficientes umidade e temperatura há perenização por alastramentos sucessivos, e pedaços de ramos deixados no solo resistem ao estresse hídrico, suportando situações de baixa luminosidade por longo período, até o aparecimento de condições favoráveis ao seu brotamento. Na cafeicultura, assim como em outras culturas perenes, como a de citrus, a trapoeraba encontra condições favoráveis ao seu pleno desenvolvimento,

tornado-se uma das espécies de plantas daninhas mais importantes, causando forte interferência sobre as plantas de café, principalmente quando estas são jovens (RONCHI et al., 2000a).

Além das características supracitadas que a torna indesejável na cafeicultura, a trapoeraba é, também, de difícil manejo químico, uma vez que tem apresentado tolerância aos herbicidas mais utilizados em lavouras cafeeiras para o controle não-seletivo de plantas daninhas, glyphosate e sulfosate, que são de uso generalizado em lavouras de café, uma vez que se apresentam eficientes sobre a maioria das espécies de plantas daninhas (DEUBER, 1997). Além da característica intrínseca da trapoeraba de tolerar determinado tratamento herbicida, mesmo sofrendo injúrias, a eliminação da competição pode ser fator responsável pela atual predominância dessa espécie nas lavouras (RAMOS e DURIGAN, 1996). A tolerância dessas espécies pode estar relacionada com a não sensibilidade da enzima EPSPs (5 enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase) aos herbicidas (VARGAS et al., 1999) ou com características anatômicas e fisiológicas dessas plantas (SANTOS et al., 2001). A ineficiência do glyphosate no controle de trapoerabas foi, também, relatada por DURIGAN et al. (1988), FOLONI et al. (2000), OLIVEIRA JUNIOR et al. (2000) e RONCHI et al. (2000b). SANTOS et al. (2001) verificaram, tolerância diferencial entre *C. diffusa* e *C. benghalensis*, sendo *C. diffusa* mais tolerante ao glyphosate.

Um dos herbicidas de uso generalizado, em lavouras de café, para o controle trapoeraba, é o ácido 2,4-(diclorofenoxi) acético (2,4-D). No entanto, esse herbicida pode ser altamente tóxico ao homem, ao ambiente e também à lavoura, uma vez que é muito volátil (possui alta pressão de vapor) e de fácil deriva, sendo essa uma das razões de freqüentes injúrias às plantas de café, principalmente se jovens (RONCHI et al., 2000c). Também, por apresentar pequena sorção (WEBER et al., 1965; LUCHINI, 1987; VIEIRA et al., 1999) e alta mobilidade no perfil do solo (HELLING, 1971; WILSON JUNIOR e CHENG, 1976; LUCHINI, 1987), mesmo não ocorrendo deriva, o 2,4-D pode atingir o sistema radicular do cafeeiro, ser absorvido e causar-lhe severa toxidez, quando aplicado em dose elevada.

Atualmente, devido à maior conscientização e exigência por parte da sociedade civil e à maior pressão exercida pelos órgãos ambientais, as

empresas têm investido na síntese de novas moléculas herbicidas que sejam eficientes agronomicamente, mas que causem baixo impacto ambiental (RONCHI et al., 2001). Uma dessas novas moléculas é o *carfentrazone-ethyl*. Esse herbicida apresenta efeito residual no solo muito curto, baixo potencial de deriva e baixa toxicidade (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2000). Além dessas características, o *carfentrazone-ethyl* tem se mostrado altamente eficiente no controle de *trapoeraba* (*Commelina spp.*) e *corda-de-viola* (*Ipomoea spp.*) (CORRÊA e BORGES, 2000; FOLONI et al., 2000; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2000).

De acordo com HRAC (2001), o *carfentrazone-ethyl* pertence ao grupo químico das triazolinonas e tem como mecanismo de ação a inibição da oxidase do protoporfirinogênio (PROTOX), que é a enzima envolvida na rota biossintética da clorofila. Logo, nas plantas tratadas com aquele herbicida, ocorre acúmulo de protoporfirinogênio IX, que, na presença da luz, está envolvido na formação de oxigênio singleto, responsável pela peroxidação de membranas (DAYAN et al., 1997). Isso causa rápida dessecação das espécies suscetíveis e a sintomatologia pode ser observada no mesmo dia da aplicação (BURGA e CORRÊA, 2000; CORRÊA e BORGES, 2000).

O *carfentrazone-ethyl* pode apresentar efeito sinérgico quando misturado ao *glyphosate*, pois as plantas daninhas tolerantes ou não ao *glyphosate*, como *C. benghalensis*, mostram, no primeiro dia após a aplicação, sintomas visuais de intoxicação e controle total aos 30 dias (CORRÊA e BORGES, 2000).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do *carfentrazone-ethyl* isolado e em misturas com *glyphosate* e, ou, *glifosate potássico*, no controle de *C. benghalensis* e *C. diffusa*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos contendo 12 L de substrato, no período de junho a dezembro de 2000. O solo LVAd utilizado para enchimento dos vasos, de classe textural franco-argilo-arenosa,

com 30% de argila, recebeu $1,0 \text{ kg m}^{-3}$ de P_2O_5 , segundo recomendação de RIBEIRO (1999), e $2,0 \text{ kg m}^{-3}$ de calcário dolomítico, para suprir a necessidade de calagem de $3,0 \text{ t ha}^{-1}$. Para cada vaso foram transplantados cinco segmentos de caule de *C. benghalensis* e de *C. diffusa*, com dois a três nós, coletadas na região cafeeira da Zona da Mata Mineira, sendo cada espécie propagada em vasos separados.

Durante o período experimental foram realizadas duas fertilizações com $3,0$, $0,75$ e $3,0 \text{ g vaso}^{-1}$ de N , P_2O_5 e K_2O , respectivamente, utilizando-se a fórmula 20-05-20, sendo a primeira aos dois meses após o transplante dos acessos das trapoerabas e a segunda aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). A irrigação dos experimentos foi realizada por microaspersão, sendo a lâmina de água ajustada em função da demanda das plantas e das condições ambientais.

Cada espécie constituiu um experimento, sendo ambos conduzidos no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e 18 tratamentos (Quadro 1). Os herbicidas foram aplicados quatro meses após o transplante dos acessos das trapoerabas, entre 7 e 10 horas da manhã, estando a temperatura e umidade relativa do ar em 23°C e 92% , respectivamente. As plantas apresentavam-se completamente desenvolvidas, estando *C. diffusa* com maior volume de massa verde e maior comprimento de ramos. Nessa ocasião, foram coletadas amostras de solo nos vasos da bordadura, para a caracterização química (Quadro 2) do substrato no qual as plantas se desenvolviam.

Para a aplicação dos herbicidas, utilizou-se pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO_2 , operando à pressão constante de $2,0 \text{ kgf cm}^{-2}$, barra com dois bicos Turbo Teejet 110-03, a uma altura de 30 cm das plantas, pulverizando-se o equivalente a 200 L ha^{-1} de calda. Ambas as espécies de trapoeraba receberam os tratamentos simultaneamente.

A eficiência dos tratamentos foi avaliada aos 7, 14, 21, 28 e 42 DAT, atribuindo-se notas percentuais de controle em relação à testemunha (sem aplicação) de cada bloco, sendo zero ausência de controle e cem, senescência completa da planta. Para melhor interpretação dos resultados foram definidos níveis de controle (conceitos) em função de faixas de eficiência de controle, utilizando a escala proposta pela ALAM (1974), com algumas modificações: de

Quadro 1 - Tratamentos avaliados no controle de *C. difusa* e *C. benghalensis*, cultivadas em vasos, em casa de vegetação. Viçosa, MG, 2000

Tratamentos	Dose (g ha ²)
01. carfentrazone-ethyl ^{1/} + Assist ^{4/}	10 + 0,5%
02. carfentrazone-ethyl + Assist	20 + 0,5%
03. carfentrazone-ethyl + Assist	30 + 0,5%
04. carfentrazone-ethyl + Assist	40 + 0,5%
05. carfentrazone-ethyl + Assist	50 + 0,5%
06. carfentrazone-ethyl + glyphosate ^{2/} + Assist	10 + 720 + 0,5%
07. carfentrazone-ethyl + glyphosate + Assist	20 + 720 + 0,5%
08. carfentrazone-ethyl + glyphosate + Assist	30 + 720 + 0,5%
09. carfentrazone-ethyl + glyphosate + Assist	40 + 720 + 0,5%
10. carfentrazone-ethyl + glyphosate + Assist	50 + 720 + 0,5%
11. carfentrazone-ethyl + glifosate potássico ^{3/} + Assist	10 + 720 + 0,5%
12. carfentrazone-ethyl + glifosate potássico + Assist	20 + 720 + 0,5%
13. carfentrazone-ethyl + glifosate potássico + Assist	30 + 720 + 0,5%
14. carfentrazone-ethyl + glifosate potássico + Assist	40 + 720 + 0,5%
15. carfentrazone-ethyl + glifosate potássico + Assist	50 + 720 + 0,5%
16. glyphosate	720
17. glifosate potássico	720
18. testemunha	-

^{1/} Aurora 400 CE; ^{2/} Sal de isopropilamina: marca comercial Roundup CS; ^{3/} Sal potássico: marca comercial Zapp Qi; ^{4/} Óleo mineral.

Quadro 2 - Resultados da análise química da amostra do solo (substrato) coletada nos vasos, no dia da aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Viçosa, MG, 2000"

Análise Química												
pH	MO	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m
	dag kg ⁻¹	--mg dm ⁻³ --					cmol _c dm ⁻³				-----%	
6.4	5.66	171.6	172	0.0	9.29	1.56	1.65	11.29	11.29	12.	87.2	0.0

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

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5.

P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich-1.

Al, Ca e Mg: Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

H + Al : Extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0.

91 a 100%, controle ótimo; de 81 a 90%, controle bom; de 71 a 80%, controle razoável; de 61 a 70%, controle insuficiente; e, quando inferior a 50%, controle ruim.

Aos 60 DAT, foi feita a determinação da biomassa fresca da parte aérea (BPA) das plantas de trapoeraba em cada parcela (vaso). Essa biomassa era formada por partes da planta que toleraram os tratamentos herbicidas, por novas brotações e, também, exclusivamente para *C. benghalensis*, por plantas originadas de sementes formadas no sistema radicular, em estruturas denominadas rizantógenos (KISSMANN, 1997), que se tornaram viáveis após a morte da parte aérea, devido ao efeito dos herbicidas. Aos 100 DAT, ou 40 dias após a coleta da parte aérea, foi determinado o número de manifestações epígeas de *C. benghalensis* que emergiram nos vasos.

A verificação das pressuposições da análise de variância foi realizada por meio da análise gráfica de resíduos (NETER et al., 1990) e pelo teste F máximo para a homogeneidade das variâncias. A análise de variância da porcentagem de controle foi realizada individualmente para cada época de avaliação (Quadro 3), desdobrando-se os graus de liberdade de tratamento em grupos de contrastes ortogonais de interesse prático. A decomposição dos graus de liberdade foi feita de três formas diferentes, para a obtenção dos contrastes de interesse, mantida a ortogonalidade.

O tratamento testemunha foi excluído da análise de variância, para a variável 'controle', uma vez que foi utilizado como padrão de comparação para os outros tratamentos, sendo considerado 0% de controle. Contudo, para a variável BPA, fez-se ligeira modificação no quadro de análise de variância antes mencionado, incluindo-se o tratamento 'testemunha'. Em consequência disso, além dos contrastes apresentados no Quadro 3, foi adicionado o contraste Y_0 , para testar todos os tratamentos com herbicidas *versus* a testemunha. Os contrastes Y_5 e Y_8 (contrastos sem interesse) sofreram pequenas modificações para incluir a testemunha na análise de variância.

A relação da porcentagem de controle e da BPA com as doses do carfentrazone-ethyl, tanto isoladas quanto nas misturas, foi analisada por regressão, testando-se os modelos linear e raiz quadrada. Tanto para a análise de variância quanto para a estimativa dos parâmetros da regressão do modelo, utilizou-se o sistema estatístico SAEG (SAEG, 1997).

Quadro 3 - Decomposição dos graus de liberdade de tratamentos em três grupos de contrastes ortogonais (Grupo A: $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \hat{Y}_3, \hat{Y}_4$; Grupo B: $Y_5, \hat{Y}_6, \hat{Y}_7$; Grupo C: \hat{Y}_8, \hat{Y}_9) para o estudo dos efeitos dos grupos de tratamentos no controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis*

Grupo	Fontes de Variação	G.L.
	Bloco	3
	Tratamentos	(16)
A	\hat{Y}_1 = carfentrazone-ethyl vs glyphosate e glifosate potássico	1
	\hat{Y}_2 = glyphosate vs glifosate potássico	1
	\hat{Y}_3 = carfentrazone-ethyl isolado vs carfentrazone-ethyl nas misturas	1
	\hat{Y}_4 = carfentrazone + glyphosate vs carfentrazone + glifosate potássico	1
	Outras comparações	12
B	\hat{Y}_5^* = carfentrazone-ethyl isolado vs resto (contraste sem interesse)	1
	\hat{Y}_6 = carfentrazone-ethyl + glyphosate vs glyphosate	1
	\hat{Y}_7 = carfentrazone-ethyl + glifosate potássico vs glifosate potássico	1
	Outras comparações	13
C	\hat{Y}_8^* = herbicidas isolados vs mistura (contraste sem interesse)	1
	\hat{Y}_9 = carfentrazone-ethyl isolado vs glyphosate e glifosate potássico	1
	Outras comparações	14
	Resíduo	48
	Total	67

* Não há interesse em Y_5 e Y_8 . Eles foram montados apenas para a obtenção dos contrastes ortogonais de interesse Y_6, Y_7 e Y_9 .

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que todas as variáveis (% de controle e biomassa fresca da parte aérea - BPA) atenderam às pressuposições da análise de variância. Os resumos das análises de variância da porcentagem de controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis* são apresentados nos Quadros 4 e 5, respectivamente, e as estimativas dos contrastes, no Quadro 6. Verificou-se

que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no controle de *C. benghalensis* quando foi aplicada a mistura de carfentrazone-ethyl + glyphosate ou carfentrazone-ethyl + glifosate potássico (Contraste Y_4 – Quadro 5). O aumento da dose de carfentrazone-ethyl nessas misturas, principalmente com glifosate potássico, proporcionou aumento na porcentagem de controle de *C. Benghalensis*. Por exemplo, a partir da equação (Quadro 7) que relaciona a porcentagem de controle de *C. benghalensis*, aos 28 DAT, com as doses de carfentrazone-ethyl, quando associadas ao glyphosate potássico, pode-se estimar porcentagem de controle de 79% na dose de 10 g ha⁻¹, que aumentou para 95%, na dose de 50 g ha⁻¹ (Figura 1: H). Quando misturado com glyphosate o controle permaneceu em torno de 80%, a partir dos 28 DAT (Figura 1: H e J), independentemente da dose de carfentrazone-ethyl na mistura.

A mistura de carfentrazone-ethyl com glifosate potássico (Zapp Qi) foi superior ($p < 0,05$) no controle de *C. diffusa* à mistura com glyphosate, com exceção da avaliação realizada aos 28 DAT (Quadros 4 e 6 - Contraste Y_4). Até os 21 DAT (Figura 1: A, C e E), a mistura de carfentrazone-ethyl com glifosate potássico foi superior à mistura com glyphosate quando o carfentrazone-ethyl estava presente em doses superiores a 19 g ha⁻¹. Essa dose corresponde ao ponto de interseção entre as retas apresentadas na Figura 1 E, cujas equações encontram-se no Quadro 7, que relaciona a porcentagem de controle de *C. diffusa*, aos 21 DAT, com as doses de carfentrazone-ethyl, associadas ao glyphosate e ao glifosate potássico. Todavia, aos 42 DAT, a mistura de carfentrazone-ethyl com glifosate potássico foi superior à outra, independentemente da dose de carfentrazone-ethyl utilizada (Figura 1: I).

As aplicações isoladas de glyphosate ou glifosate potássico, na dose de 720 g ha⁻¹, proporcionaram controle inferior a 30% de ambas as espécies de trapoeraba (Figura 1: A a J), não se observando diferenças significativas ($p > 0,05$) entre esses tratamentos (Quadros 4, 5 e 6 - Contraste Y_2). Estes resultados estão de acordo com os de FOLONI et al. (2000), OLIVEIRA JUNIOR et al. (2000) e RONCHI et al. (2000c), que relatam a tolerância de *C. benghalensis* a doses iguais ou superiores a 720 g ha⁻¹ de glyphosate. Contudo, SANTOS et al. (2001), conduzindo experimento em condições semicontroladas, obtiveram controle excelente (94,5%) para *C. benghalensis*, com

Quadro 4 - Resumo da análise de variância da porcentagem de controle de *C. diffusa*, em cinco épocas de avaliação. Viçosa, MG, 2000

Fontes de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		7 DAT ^{1/}	14 DAT	21 DAT	28 DAT	42 DAT
Bloco	3	206,863**	270,956*	727,9412**	50,525 ^{ns}	58,132 ^{ns}
Tratamento	(16)	1.134,789**	2.251,976**	2.648,391**	2.745,554**	3.521,279**
\hat{Y}_1	1	9.042,656**	14.294,120**	9.318,433**	6.462,822**	3.242,740**
\hat{Y}_2	1	3,125 ^{ns}	0,000 ^{ns}	12,500 ^{ns}	78,125 ^{ns}	12,500 ^{ns}
\hat{Y}_3	1	2.125,209**	11.407,500**	28.520,850**	3.546,430**	49.654,000**
\hat{Y}_4	1	275,625*	302,500*	302,500*	27,225 ^{ns}	765,625**
\hat{Y}_5	1	501,203**	5.717,875**	19.985,500**	26.919,250**	41.262,450**
\hat{Y}_6	1	4.813,334**	9.013,335**	8.416,876**	6.307,500**	4.979,408**
\hat{Y}_7	1	5.880,000**	11.020,830**	8.806,535**	8.806,535**	6.720,033**
\hat{Y}_8	1	6.885,635**	21.985,920**	37.666,400**	41.832,010**	50.779,280**
\hat{Y}_9	1	4.282,231**	3.715,714**	172,857 ^{ns}	97,232 ^{ns}	2.117,500**
Resíduo	48	39,936	70,1745	53,722	46,254	90,132
CV (%)		12,714	16,440	14,790	13,316	18,926

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

^{1/} Dias após a aplicação dos tratamentos. \hat{Y}_1 a \hat{Y}_9 – ver Quadro 3.

Quadro 5 - Resumo da análise de variância da porcentagem de controle de *C. benghalensis*, em cinco épocas de avaliação. Viçosa, MG, 2000

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		7 DAT ^{1/}	14 DAT	21 DAT	28 DAT	42 DAT
Bloco	3	76,777 ^{'''}	21,971 ^{'''}	32,110 ^{ns}	27,817 ^{'''}	178,144 ^{'''}
Tratamento	(16)	2.349,891 ^{**}	2.383,106 ^{**}	2.3121,154 ^{**}	2.512,104 ^{**}	2.743,339 ^{**}
\hat{Y}_1	1	34.782,86 ^{**}	33.066,990 ^{**}	28.230,330 ^{**}	28.132,210 ^{**}	22.548,170 ^{**}
\hat{Y}_2	1	18,000 ^{ns}	0,000	36,125 ^{ns}	78,125 ^{'''}	153,125 ^{'''}
\hat{Y}_3	1	443,906 ^{**}	1.324,017 ^{**}	2.252,468 ^{**}	2.943,270 ^{**}	7.341,419 ^{**}
\hat{Y}_4	1	8,649 ^{'''}	17,956 ^{'''}	95,790 ^{'''}	22,952 ^{'''}	170,569 ^{'''}
\hat{Y}_5	1	551,471 ^{**}	56,235 ^{'''}	42,518 ^{ns}	173,792 ^{'''}	2.291,998 ^{**}
\hat{Y}_6	1	17.739,010 ^{**}	16.945,630 ^{**}	15.481,410 ^{**}	16.544,010 ^{**}	14.807,410 ^{**}
\hat{Y}_7	1	16.940,880 ^{**}	17.390,570 ^{**}	14.961,100 ^{**}	14.394,870 ^{**}	12.825,740 ^{**}
\hat{Y}_8	1	10.070,640 ^{**}	12.566,780 ^{**}	13.463,200 ^{**}	14.887,480 ^{**}	20.342,340 ^{**}
\hat{Y}_9	1	25.156,140 ^{**}	21.824,230 ^{**}	17.019,600 ^{**}	16.188,100 ^{**}	9.547,235 ^{**}
Resíduo	48	30,175	36,954	61,198	88,591	264,006
CV (%)		7,234	7,932	10,547	12,749	25,793

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

^{1/} Dias após a aplicação dos tratamentos. \hat{Y}_1 a \hat{Y}_9 – ver Quadro 3.

Quadro 6 - Estimativas dos contrastes, calculadas a partir da porcentagem média de controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis* de cada tratamento, em cinco épocas de avaliação. Viçosa, MG, 2000^{1/}

Contrastes	<i>C. diffusa</i>					<i>C. benghalensis</i>				
	7 DAT ^{2/}	14 DAT	21 DAT	28 DAT	42 DAT	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	42 DAT
\hat{Y}_1	1.073,75	1.350,00	1.090,00	907,75	643,00	2.105,90	2.053,30	1.897,20	1.893,90	1.695,55
\hat{Y}_2	-1,25	0,00	-2,50	6,25	-2,50	-3,00	0,00	-4,25	-6,25	-8,75
\hat{Y}_3	-126,25	-292,50	-462,50	-615,75	-610,25	-57,70	-99,65	-129,98	-148,58	-234,65
\hat{Y}_4	-26,25	-27,50	-27,50	-8,25	-43,75	-6,70	-4,65		-7,58	-20,65
\hat{Y}_5	-357,50	-1.207,50	-2.257,50	-2.620,00	-3.243,75	375,00	119,75	-104,13	-210,63	-764,50
\hat{Y}_6	190,00	260,00	251,25	217,50	193,25	364,75	356,50	340,75	352,25	333,25
\hat{Y}_7	210,00	287,50	266,25	257,00	224,50	356,45	361,15	334,98	328,58	310,15
\hat{Y}_8	1.431,25	-2.557,50	-3.347,50	-3.527,75	-3.886,75	1.730,90	-1.933,55	-2.001,33	-2.104,53	-2.460,05
\hat{Y}_9	273,75	255,00	55,00	-41,25	-192,50	663,50	618,00	545,75	532,25	408,75

^{1/} Estimativas com valores positivos ou negativos indicam a superioridade do primeiro ou do segundo grupo de tratamentos de cada contraste, respectivamente.

^{2/} Dias após a aplicação dos tratamentos. \hat{Y}_1 a \hat{Y}_9 – ver Quadro 3.

Quadro 7 - Equações relacionando a porcentagem de controle e a biomassa fresca da parte aérea – BPA de *C. diffusa* e *C. benghalensis* com doses (g ha⁻¹) de carfentrazone-ethyl (C), aplicadas isoladas ou em mistura com 720 g ha⁻¹ de glyphosate (C+G) ou glifosate potássico (C+GK), em cinco épocas de avaliação. Viçosa, MG, 2000

Variável	<i>C. diffusa</i>		<i>C. benghalensis</i>	
	Equações	R ²	Equações	R ²
7 DAT				
C	$\hat{Y} = 23,375 + 0,7375^{**}X$	0,885 ^{**}	$\hat{Y} = 62,725 + 0,5875^{**}X$	0,987 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = 41,250 + 0,4750^{**}X$	0,609 ^{**}	$\hat{Y} = 79,225 + 0,2075^{**}X$	0,817 ^{**}
C+GK	$\hat{Y} = 39,750 + 0,7000^{**}X$	0,708 ^{**}	$\hat{Y} = 75,930 + 0,3600^{**}X$	0,818 ^{**}
14 DAT				
C	$\hat{Y} = 7,875 + 0,9625^{**}X$	0,951 ^{**}	$\hat{Y} = 54,425 + 0,7875^{**}X$	0,975 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = 47,500 + 0,5250^{**}X$	0,574 ^{**}	$\hat{Y} = \bar{Y} = 87,55$	-
C+GK	$\hat{Y} = 41,370 + 0,9100^{**}X$	0,791 [*]	$\hat{Y} = 74,940 + 0,4500^{**}X$	0,868 ^{**}
21 DAT				
C	$\hat{Y} = 3,125 + 0,6625^{**}X$	0,920 ^{**}	$\hat{Y} = 41,000 + 1,0650^{**}X$	0,919 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = \bar{Y} = 66,50$	-	$\hat{Y} = 75,100 + 0,3100^{*}X$	0,834 [*]
C+GK	$\hat{Y} = 57,000 + 0,5000^{**}X$	0,561 ^{**}	$\hat{Y} = 73,780 + 0,4600^{**}X$	0,854 ^{**}
28 DAT				
C	$\hat{Y} = 7,125 + 0,4375^{**}X$	0,616 ^{**}	$\hat{Y} = 30,775 + 1,3525^{**}X$	0,922 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = \bar{Y} = 71,00$	-	$\hat{Y} = \bar{Y} = 84,50$	-
C+GK	$\hat{Y} = \bar{Y} = 72,65$	-	$\hat{Y} = 74,792 + 0,4058^{**}X$	0,858 ^{**}
42 DAT				
C	$\hat{Y} = -1,875 + 0,4625^{**}X$	0,563 ^{**}	$\hat{Y} = 8,250 + 1,525^{**}X$	0,956 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = \bar{Y} = 68,65$	-	$\hat{Y} = \bar{Y} = 75,4$	-
C+GK	$\hat{Y} = \bar{Y} = 77,40$	-	$\hat{Y} = 56,610 + 0,760^{**}X$	0,690 ^{**}
BPA (g) – 60 DAT				
C	$\hat{Y} = \bar{Y} = 795,00$	-	$\hat{Y} = 749,00 - 11,75^{**}X$	0,930 ^{**}
C+G	$\hat{Y} = \bar{Y} = 472,25$	-	$\hat{Y} = \bar{Y} = 373,00$	-
C+GK	$\hat{Y} = \bar{Y} = 294,75$	-	$\hat{Y} = \bar{Y} = 244,85$	-

* , ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

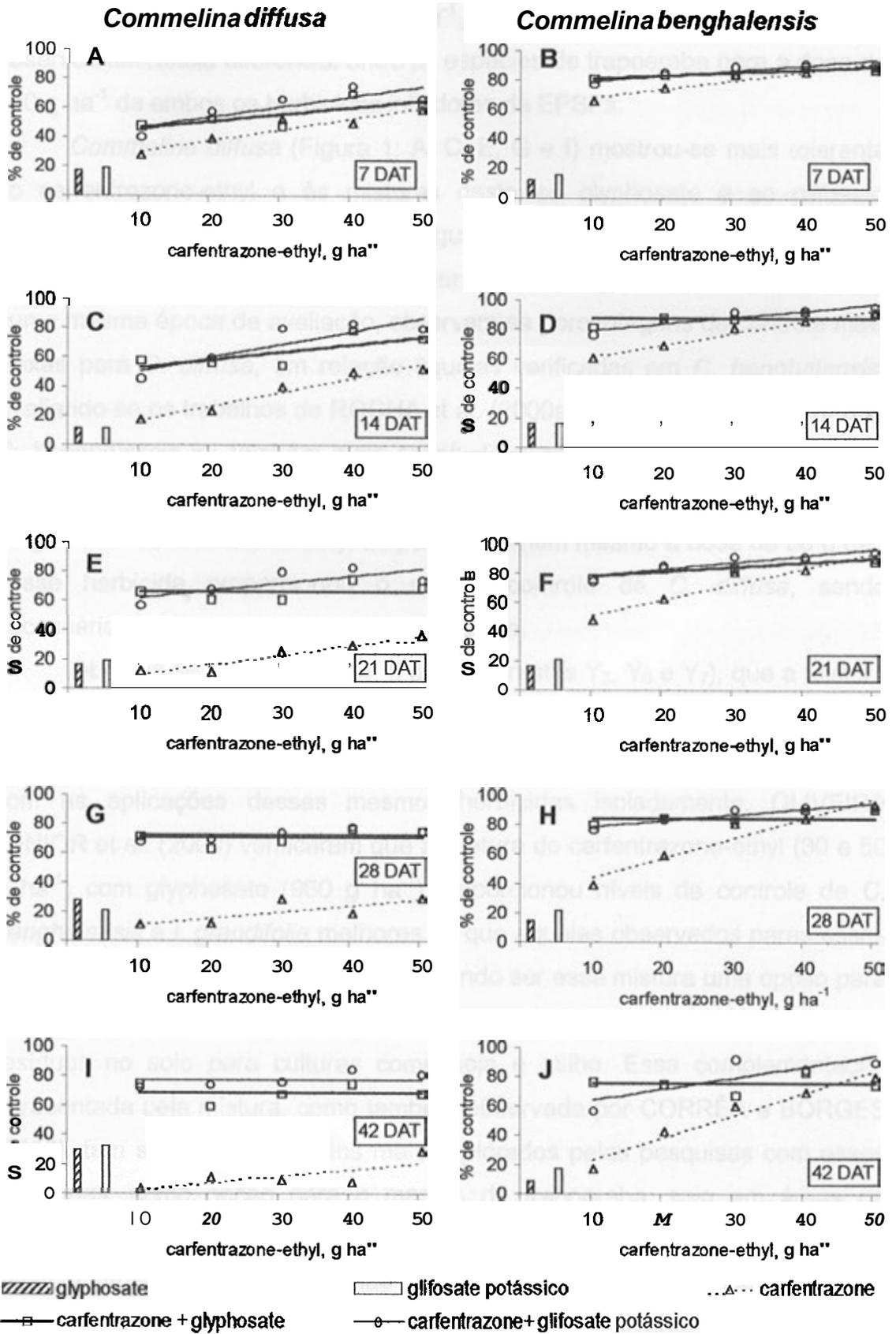


Figura 1 – Porcentagem de controle de *C. diffusa* e *C. benghalensis*, aos 7, 14, 21, 28 e 42 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), em função de doses de carfentrazone-ethyl, aplicadas isoladas ou em mistura com glyphosate (720 g ha⁻¹) ou glifosate potássico (720 g ha⁻¹). (Para equações, ver Quadro 7).

doses iguais ou superiores a 720 g ha⁻¹, a partir dos 25 DAT. Assim, não se observou tolerância diferencial entre as espécies de *trapoeraba* para a dose de 720 g ha⁻¹ de ambos os herbicidas inibidores da EPSPs.

Commelina diffusa (Figura 1: A, C, E, G e I) mostrou-se mais tolerante ao carfentrazone-ethyl e às misturas deste ao glyphosate e ao glifosate potássico do que *C. benghalensis* (Figura 1: B, D, F, H e J), uma vez que nessas Figuras, ao se comparar a porcentagem de controle entre as espécies, numa mesma época de avaliação, observam-se porcentagens de controle mais baixas para *C. diffusa*, em relação àquelas verificadas em *C. benghalensis*. Avaliando-se os trabalhos de ROCHA et al. (2000a, 2000b), pode-se inferir que *C. benghalensis* foi também mais sensível ao carfentrazone-ethyl do que *C. diffusa*, pois conseguiu-se controle eficiente de *C. benghalensis* com a dose de 30 g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl ao passo que nem mesmo a dose de 50 g ha⁻¹ desse herbicida proporcionou o melhor controle de *C. diffusa*, sendo necessário, para isso, misturá-lo ao glyphosate.

Observa-se nos Quadros 4, 5 e 6 (contrastes Y₃, Y₆ e Y₇), que a mistura do carfentrazone-ethyl tanto ao glyphosate quanto ao glifosate potássico foi superior no controle das duas espécies de *trapoerabas*, quando comparadas com as aplicações desses mesmos herbicidas isoladamente. OLIVEIRA JUNIOR et al. (2000) verificaram que a mistura de carfentrazone-ethyl (30 e 50 g ha⁻¹) com glyphosate (960 g ha⁻¹) proporcionou níveis de controle de *C. benghalensis* e *1 grandifolia* melhores do que aqueles observados para esses herbicidas utilizados isoladamente, sugerindo ser essa mistura uma opção para dessecações em áreas de semeadura direta, uma vez que não deixam resíduos no solo para culturas como soja e milho. Essa complementação apresentada pela mistura, como também observada por CORRÊA e BORGES (2000), tem sido um dos pontos mais explorados pelas pesquisas com esses herbicidas, como opção para o manejo da *trapoeraba*, seja em Breas de semeadura direta (para dessecações) ou em lavouras cafeeiras, visto que essa espécie daninha está entre aquelas de maior importância na cafeicultura.

Além da mistura de carfentrazone-ethyl com glyphosate ou glifosate potássico proporcionar melhor controle, os sintomas de sua toxidez na *trapoeraba* apareceram no dia seguinte à aplicação. Resultados semelhantes foram observados por BURGA e CORRÊA (2000), CORRÊA e BORGES

(2000) e OLIVEIRA JUNIOR et al. (2000). A rapidez no aparecimento dos sintomas de toxidez na trapoeraba é proporcionada pelo carfentrazone-ethyl.

A presença do carfentrazone-ethyl na calda aplicada proporcionou controle maior das trapoerabas do que a aplicação isolada do glyphosate ou glifosate potássico (Quadros 4, 5 e 6 – contraste Y_1). Para *C. benghalensis*, essa superioridade ocorreu não somente devido à mistura, mas também devido à aplicação do carfentrazone-ethyl isolado, uma vez que, ao se comparar o controle proporcionado pelo glyphosate e glifosate potássico (Quadros 5 e 6 – contraste Y_9), constatou-se que aquele foi superior. Isso também foi verdadeiro para *C. diffusa*, nas avaliações feitas aos 7 e 14 DAT (Quadros 4 e 6 - contraste Y_9). Todavia, aos 21 e 28 DAT, não houve diferenças significativas ($p>0,05$) entre os tratamentos; aos 42 DAT, a situação inverteu-se, e o glyphosate e o glifosate potássico foram superiores ao carfentrazone-ethyl isolado. Isso ocorreu pelo fato de, inicialmente, o carfentrazone-ethyl ter causado alta toxidez em *C. diffusa*, porém houve rápida recuperação das plantas (Figura 1: A, C, E, G e I).

Observou-se, em quase todas as épocas de avaliação, que o aumento da dose de carfentrazone-ethyl, no intervalo de 10 a 50 g ha⁻¹, promoveu aumento no controle das duas espécies de trapoeraba, principalmente quando esse herbicida foi aplicado isoladamente (Figura 1). Nessa condição, para *C. diffusa*, a maior eficiência de controle foi obtida aos 7 DAT (Figura 1: A) com a maior dose de carfentrazone-ethyl (50 g ha⁻¹). Contudo, nas épocas subsequentes, tendo em vista a recuperação das plantas, a porcentagem de controle foi diminuindo (Figura 1: A, C, E, G e I), chegando a valores próximos de zero para a dose de 10 g ha⁻¹ e inferiores a 30%, para a dose de 50 g ha⁻¹ (Figura 1: I).

Para *C. benghalensis*, que se mostrou mais sensível ao carfentrazone-ethyl, observou-se, aos 7 DAT (Figura 1: B), controle variando de 65 a 85% e, aos 42 DAT (Figura 1: J), eficiência de controle variando de 20 a 85%. Isso indica que, até a época da última avaliação, não houve recuperação das trapoerabas quando foram aplicados 50 g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl. Essas diferenças de controle, nas várias épocas, podem ser visualizadas na Figura 1.

Com relação à avaliação da biomassa fresca da parte aérea (BPA), realizada aos 60 DAT, observou-se (Quadro 8 - contraste Y_2) que todos os

tratamentos contribuíram significativamente ($p < 0,01$) para a redução da BPA, comparativamente à testemunha (Figura 2: A e B). Devido à maior tolerância (ou menor controle) de *C. difusa* aos herbicidas utilizados e à rápida recuperação das plantas, com lançamento de novas brotações, essa espécie (Figura 2: A) apresentou valores maiores de BPA (Quadro 7), comparativamente a *C. benghalensis* (Figura 2: B).

A maior redução significativa ($p < 0,01$) na produção de BPA de *C. difusa* foi proporcionada pela mistura de carfentrazone-ethyl + glifosate potássico, seguida da mistura de carfentrazone-ethyl + glyphosate e, por último, pelo carfentrazone-ethyl isolado (Quadro 8 – contraste Y_2 e Y_3) (Figura 2: A). Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre glyphosate e glifosate potássico isolados (Quadro 8 – contraste Y_2) e entre glyphosate isolado e sua mistura ao carfentrazone-ethyl (Quadro 8 – contraste Y_6). No entanto, foi significativa ($p < 0,05$) a maior redução da BPA de *C. difusa* pela mistura do carfentrazone-ethyl + glifosate potássico, comparada ao glifosate potássico isolado (Quadro 8 – contraste Y_7).

Para *C. benghalensis*, a partir dos 28 DAT e, principalmente, aos 42 DAT, observou-se o início da reinfestação dos vasos. Isso não ocorreu somente a partir de partes vegetativas que toleram os tratamentos herbicidas mas, principalmente, devido à germinação e emergência de plantas originadas de sementes formadas em estruturas subterrâneas (rizomas), que se tornaram viáveis com a morte da parte aérea. As novas plantas e as brotações apresentaram crescimento rápido e alto vigor vegetativo. Dessa forma, a BPA de *C. benghalensis*, determinada aos 60 DAT, representava a reinfestação que ocorreu naqueles tratamentos (misturas de carfentrazone-ethyl ao glyphosate e ao glifosate potássico e pela aplicação isolada do carfentrazone-ethyl em doses superiores a 30 g ha⁻¹) em que o controle havia sido bom e excelente. Nos vasos em que o controle foi ruim, como também na testemunha, a BPA era aquela remanescente desde o início do experimento, sem reinfestação. Logo, pela Figura 2: B e Quadro 8 (contraste Y_4), observa-se que a reinfestação foi ligeiramente maior ($p < 0,05$) para carfentrazone-ethyl + glyphosate do que para carfentrazone-ethyl + glifosate potássico. O carfentrazone-ethyl proporcionou comportamento variado em função das doses: baixas doses não controlaram totalmente a parte aérea e contribuíram para o maior valor da BPA; para doses

altas, observou-se o contrário (Figura 2: B). O maior valor de BPA para o glyphosate isolado, em relação ao glifosate potássico (Figura 2: B), indica ligeira superioridade ($p < 0,05$) do glifosate potássico no controle de *C. benghalensis* (Quadro 8 – contraste Y_2).

Pode-se inferir desses resultados que, *a priori*, muitos dos tratamentos utilizados foram eficientes no controle de *C. benghalensis*. Contudo, nenhum deles proporcionou níveis de controle de 100%. Se esses tratamentos herbicidas fossem aplicados em condições de campo, mesmo que proporcionassem controle total da parte aérea dessa espécie daninha, seria inevitável a reinfestação da área, visto que, com a morte da parte aérea, as sementes subterrâneas seriam estimuladas a germinar, caso a planta tivesse atingido o estágio reprodutivo.

Quadro 8 - Resumo da análise de variância e estimativas dos contrastes da biomassa fresca da parte aérea de *C. diffusa* e *C. benghalensis*, aos 60 DAT, de acordo com os contrastes propostos no Quadro 3. Viçosa, MG, 2000

F.V.	G.L.	Quadrados médios		Estimativas dos contrastes	
		<i>C. diffusa</i>	<i>C. berghalensis</i>	<i>C. diffusa</i>	<i>C. benghalensis</i>
Bloco	3	61.344,80 ^{ns}	76.673,46 ^{ns}	-	-
Trat.	(17)	296.955,50 ^{**}	364.506,30 ^{**}	-	-
\hat{Y}_0	1	2.204.480,00 ^{**}	4.636.487,00 ^{**}	-12.986,30	-18.833,30
\hat{Y}_1	1	10.622,04 ^{ns}	99.414,76 ^{ns}	1.163,75	3.560,25
\hat{Y}_2	1	78,13 ^{ns}	196.878,10 [*]	-6,25	313,75
\hat{Y}_3	1	2.257.763,00 ^{**}	102.843,20 ^{ns}	4.115,00	878,25
\hat{Y}_4	1	313.062,50 ^{**}	164.224,30 [*]	887,50	640,75
\hat{Y}_5	1	3.624.264,00 ^{**}	924.481,80 ^{**}	34.267,50	17.037,00
\hat{Y}_6	1	140,83 ^{ns}	193.201,90 [*]	-32,50	-1.203,75
\hat{Y}_7	1	120.650,20 [*]	10.138,41 ^{ns}	-951,25	-275,75
\hat{Y}_8	1	990.004,10 ^{**}	2,22 ^{ns}	18.521,30	27,75
\hat{Y}_9	1	560.270,00 ^{**}	20.657,23 ^{ns}	3.131,25	-601,25
Resíduo	51	26.017,59	34.607,77	-	-
CV (Yo)		28,879	44,967	-	-

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; *, **, Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

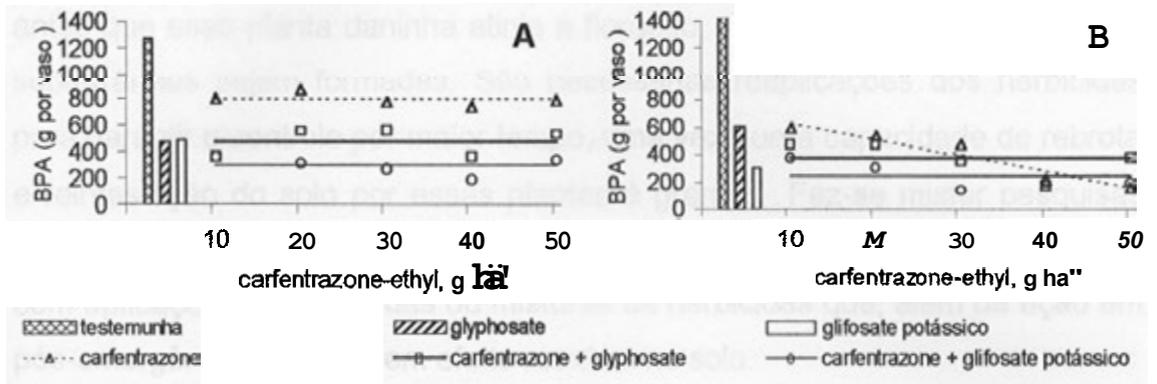


Figura 2 - Biomassa fresca da parte aérea (BPA) de *C. diffusa* (A) e *C. benghalensis* (B), aos 60 DAT, em função de doses de carfentrazone-ethyl, aplicadas isoladas ou em mistura com glyphosate (720 g ha⁻¹) ou glifosate potássico (720 g ha⁻¹). (Para equações, ver Quadro 7).

Germinação de sementes subterrâneas semelhante àquela que causou a infestação dos vasos foi verificada novamente aos 40 dias após a eliminação da parte aérea de *C. benghalensis*, quando se fez a contagem do número de plantas emergidas em cada vaso (Quadro 9). Para aqueles tratamentos (testemunha, glyphosate e glifosate potássico), em cujos vasos ainda não havia ocorrido germinação de sementes subterrâneas, uma vez que a parte aérea não havia morrido, observou-se a germinação média de maior número de plantas (superior a 10 plantas por vaso), devido ao provável maior banco de sementes viáveis formadas nos rizomas subterrâneos. Nos demais tratamentos (Quadro 9), ocorreu, em média, menor número de plantas emergidas (inferior a 7 plantas por vaso), pois nesses vasos haviam ocorrido germinações após a morte da parte aérea causada pelos herbicidas.

Pelos números apresentados no Quadro 9, considerando apenas a testemunha, observa-se o alto potencial de reinfestação do solo (192 plantas m⁻²) por *C. benghalensis*. SANTOS et al. (2001), durante aproximadamente os 60 dias que sucederam a morte da parte aérea de *C. benghalensis*, causada por doses diferenciadas de glyphosate, observaram a emergência média de 993 plantas m⁻², em ambiente desprotegido, em cultivo em vasos.

Assim, é imprescindível a identificação da espécie presente na lavoura para se fazer o manejo adequado da trapoeiraba, que deverá ser realizado

antes que essa planta daninha atinja a floração, a fim de evitar que sementes subterrâneas sejam formadas. São necessárias reaplicações dos herbicidas para garantir o controle por maior tempo, uma vez que a capacidade de rebrota e reinfestação do solo por essas plantas é grande. Faz-se mister pesquisas sobre o manejo do banco de sementes subterrâneas de *C. benghalensis*, talvez com aplicações de herbicidas ou misturas de herbicidas que, além da ação em pós-emergência, apresentem efeito residual no solo.

Quadro 9 – Média do número de plantas de *C. benghalensis* emergidas nos vasos, aos 40 dias após a eliminação da parte aérea das “plantas-mãe”, em função de grupos de tratamentos (médias de quatro blocos) e seus respectivos valores extrapolados para 1,0 m² de solo. Viçosa, MG, 2000

Grupos de tratamentos	Plantas emergidas por vaso (área _{vaso} =0,0573 m ²)	Plantas m ⁻² de solo
Testemunha	11,00	192
glyphosate	16,00	279
glifosate potássico	9,75	170
carfentrazone-ethyl ^{1/}	6,85	120
(carfentrazone-ethyl + glyphosate) ^{1/}	6,90	120
(carfentrazone-ethyl + glifosate)^{1/}	6,25	110

^{1/} Refere-se à média de cinco tratamentos, ou seja, às doses de 10 a 50 g ha⁻¹ de carfentrazone-ethyl, isolado e em misturas.

2.4. CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que: (i) *C. diffusa* foi mais tolerante ao carfentrazone-ethyl e às suas misturas, do que *C. benghalensis*; (ii) tanto o glyphosate como o glifosate potássico isolados promoveram controle ruim de ambas as espécies de trapoeraba, na dose de 720 g ha⁻¹; (iii) ambas as misturas foram eficientes no controle de *C. benghalensis*, não existindo diferenças entre elas; (iv) melhor controle de *C. diffusa* foi obtido com a mistura de carfentrazone-ethyl +

glifosate potássico, principalmente quando o carfentrazone-ethyl estava presente em doses acima de 30 g ha⁻¹ na mistura; (v) as misturas de herbicida foram superiores às suas aplicações isoladas, com exceção do carfentrazone-ethyl na maior dose (50 g ha⁻¹), o qual proporcionou controle de *C. benghalensis* semelhante às misturas; (vi) melhor nível de controle foi obtido quando o carfentrazone-ethyl entrou nas misturas em doses superiores a 30 g ha⁻¹; (vii) apesar do razoável controle para *C. diffusa* e bom a excelente controle de *C. benghalensis*, proporcionados pelas misturas de carfentrazone-ethyl com glyphosate e, ou, carfentrazone-ethyl + glifosate potássico, apenas uma aplicação não foi suficiente para o controle definitivo de *Commelina* spp.

2.5. LITERATURA CITADA

- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v.1, n.1, p.35-38, 1974.
- BURGA, C.A., CORRÊA, L.E.A. Carfentrazone no controle de folhas largas, em aplicação em pós-emergência na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.272.
- CORRÊA, L.E.A., BORGES, A. glyphosate + carfentrazone: controle de ervas problemáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.463.
- DAYAN, F.E., DUKE, S.O., WEETE, J.D., HANCOCK, H.G. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. **Pestic. Sci.**, v.51, p.65-73, 1997.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas, SP, 1997, v.2. 285p. il.
- DURIGAN, J.C., GALLI, A.J.B., LEITE, G.J. Avaliação da eficiência da mistura de glyphosate e 2,4-D para o controle de plantas daninhas em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 1988, Piracicaba, SP. **Resumos...** Piracicaba, SP: SBCPD, 1988. p.303-304.

- FOLONI, L.L., RODRIGUE, J.D., ONO, E.O. Controle de plantas daninhas com carfentrazone, na cultura do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.345.
- HELLING, C. Pesticide mobility in soils. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, Detroit, v.35, n.5, p.732-748, 1971.
- HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE – HRAC. **Classification of herbicides according to mode of action.** [04/01/2002]. (<http://www.plantprotection.org/hrac/moa2002.htm>).
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas.** 2. ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. T.1. 825p.
- LUCHINI, L.C. **Adsorção, dessorção dos herbicidas paraquat, diuron e 2,4-D em seis solos brasileiros.** Piracicaba, SP: ESALQ, 1987. 91p. Tese (Mestrado)– Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987.
- MATIELLO, J.B. **O café: do cultivo ao consumo.** São Paulo: Globo, 1991. 320p.
- NETER, J., WASSERMAN, V., KUTNER, M.H. **Applied linear statistical models: regression, analysis of variance and experimental designs.** Homewood: Richard A. Irwin, 1990. 842p.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S., CONSTANTIN, J., HERNADES, A.I.F.M., MARCHORI JUNIOR, O., RAMIREZ, A.C. Carfentrazone: novo herbicida para o manejo de *Ipomoea grandifolia* e *Commelina benghalensis* em áreas de semeadura direta de soja e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.440.
- RAMOS, H.H., DURIGAN, J.C. Avaliação da eficiência da mistura pronta de glyphosate + 2,4-D no controle da *Commelina virginica* L. em citrus. **Planta Daninha**, v.14, n.1, p.33-41, 1996.
- RIBEIRO, A.C. Recomendação de calagem e adubação de substratos para mudas, covas e canteiros. In: RIBEIRO, C.A., GUIMARÃES, P.T.E., ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** Viçosa: UFV-MG, 1999. p.263-263.
- ROCHA, D.C., RODELLA, R.A., MACIEL, C.D.G., MARTINS, D., BORGES, A. Efeito da aplicação de herbicidas em pós-emergência sobre *Commelina diffusa* e *Commelina erecta*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000b. p.444.
- ROCHA, D.C., RODELLA, R.A., MARTINS, D., MACIEL, C.D.G., BORGES, A. Efeito da aplicação de herbicidas em pós-emergência sobre *Commelina benghalensis* e *Commelina villosa*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA

- CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu-PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000a. p.443.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. Avaliação da interferência de *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens* e *Commelina diffusa* sobre o desenvolvimento de plantas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000a. p.11.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. Controle químico de trapoerabas (*Commelina spp.*) em lavouras de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu-PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000b. p.347.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. MELO, H.B. Efeito da deriva simulada de diversos herbicidas sobre mudas de café (*Coffea arabica* L.) com nove meses de idade a campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000c. p.479.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café.** Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. 94p.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS – SAEG.** versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernades, 1997.
- SANTOS, I.C., SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., MIRANDA, G.V., PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.135-143, 2001.
- VARGAS, L. SILVA, A.A., BORÉM, A. FERREIRA, F.A., SEDIYAMA, T. **Resistencia de Plantas Daninhas a Herbicidas.** Viçosa, MG: Jard Prod. Gráficas, 1999, 131p.
- VIEIRA, E.M., PRADO, A.G.S., LANDGRAF, M.D., REZENDE, O.O. Estudo da adsorção/dessorção do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em solo na ausência e presença de matéria orgânica. **Química Nova**. v.23, n.3, p.305-308, 1999.
- WEBER, J.B., PERRY, P.W., UPCHURCH, R.P. The influence of temperature and time on the adsorption of paraquat, diquat, 2,4-D and prometone by clays, charcoal, and an anion-exchange resin. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, v.29, p.678-688, 1965.
- WILSON JUNIOR, R.G., CHENG, H.H. Breakdown and movement of 2,4-D in the soil under field conditions. **Weed Sci.**, v.24, n.5, p.41-466, 1976.

APÉNDICE B

Quadro 1B - Comparações de algumas características fitotécnicas e fisiológicas entre duas espécies de trapoeraba, cultivadas em vasos^{1/}, em casa de vegetação, por 120 dias. Viçosa, MG, 2000

Características	Espécies ^a	
	<i>C. diffusa</i>	<i>C. benghalensis</i>
Biomassa fresca da parte aérea (g vaso ⁻¹)	655,00	795,00
Biomassa seca da parte aérea (g vaso ^o)	70,51	81,91
Teor de água na parte aérea (%)	89,24	89,70
Biomassa fresca do sistema radicular (g vaso ^o)	157,65	162,86
Biomassa seca do sistema radicular (g vaso ^o)	10,15	10,24
Teor de água no sistema radicular (%)	93,56	93,71
Volume do sistema radicular fresco (mL vaso ^o)	165,50	169,00
Transpiração (mol m ⁻² s ⁻¹)	4,60	4,40
Condutância estomática (mol m ⁻² s ⁻¹)	0,575	0,445
Fotossíntese (μmol m ⁻² s ⁻¹)	6,15	6,30

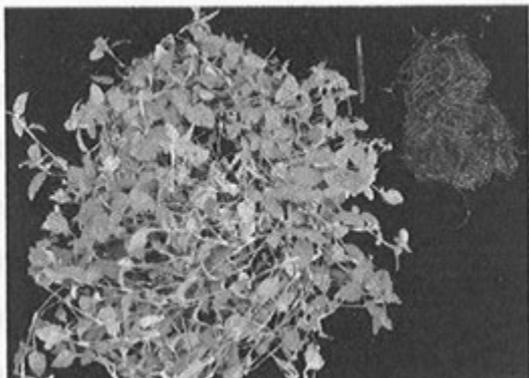
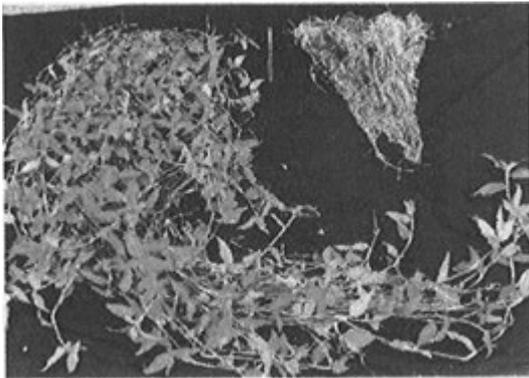
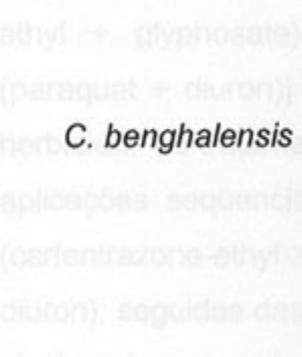
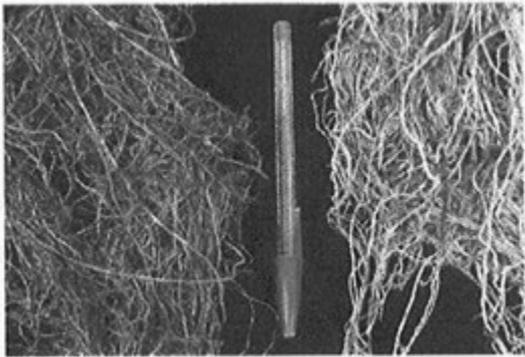
^{1/} Vasos da bordadura contendo 12 L de substrato; ^{2/} Média de duas repetições.

QUADRO 2B - Teores e conteúdos de macronutrientes na parte aérea (PA), no sistema radicular (SR) e seus valores totais nas plantas de *C. diffusa* e *C. benghalensis*, cultivadas em vasos^{1/}, em casa de vegetação, por 120 dias. Viçosa, MG, 2000

Espécies	Parte da Planta	Variável	Nutrientes ^o					
			N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Commelina diffusa</i>	PA	Teor (dag kg ^o)	1,527	0,430	5,646	1,163	0,354	0,451
		Conteúdo (g)	1,077	0,303	3,981	0,820	0,250	0,318
	SR	Teor (dag kg ⁻¹)	0,951	0,220	3,463	0,688	0,312	0,609
		Conteúdo (g)	0,097	0,044	0,351	0,070	0,032	0,062
	Total	Conteúdo (g)	1,174	0,347	4,332	0,890	0,282	0,380
<i>Commelina benghalensis</i>	PA	Teor (dag kg ⁻¹)	1,411	0,513	6,334	1,648	0,352	0,233
		Conteúdo (g)	1,156	0,420	5,188	1,350	0,288	0,191
	SR	Teor (dag kg ^o)	0,906	0,296	2,901	1,070	0,728	0,410
		Conteúdo (g)	0,093	0,030	0,297	0,110	0,075	0,042
	Total	Conteúdo (g)	1,249	0,450	5,485	1,460	0,363	0,233

^{1/} Vasos da bordadura; ^{2/} Médias de duas repetições.

Quadro 3B - Características morfológicas da parte aérea e do sistema radicular de duas espécies de trapoeraba, cultivadas em vasos^{1/}, em casa de vegetação, por 120 dias. Viçosa, MG, 2000

Espécies	
<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Commelina diffusa</i>
<p>Esta espécie apresentou ramos mais curtos e espessos, porém tenros; folhas mais carnosas com tonalidades claras. Sistema radicular de coloração amarronzada, com poucas raízes longas e grossas, porém com ampla rede de raízes secundárias, mais finas e sensíveis (pois quebravam-se facilmente ao serem coletadas e lavadas). Verificou-se, também, a presença de flores (e de sementes) modificadas formadas em caules subterrâneos, que dariam origem, conseqüentemente, à novas plantas.</p>	<p>Esta espécie apresentou ramos mais longos e finos, porém resistentes; folhas mais delgadas, de coloração verde-escura. Sistema radicular de cor clara (esbranquiçado), com grande número de raízes longas e grossas e com menor número de raízes secundárias; essas apresentaram maior resistência a danos mecânicos e ausência de flores. Tendo em vista sua maior agressividade, é provável que o custo de controle mecânico desta espécie, por unidade de Área, seja maior que o de <i>C. benghalensis</i>.</p>
	
 <p><i>C. benghalensis</i></p>	 <p><i>C. diffusa</i></p>

^{1/} Vasos da bordadura.

3. EFICIENCIA DE MISTURAS DE HERBICIDAS NO CONTROLE DE TRAPOERABAS

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de misturas de herbicidas no controle de duas espécies de trapoeraba, *Commelina diffusa* e *C. benghalensis*. Para isto, segmentos de caule dessas espécies foram transplantados em com 12 L de substrato. Após 120 dias, foram aplicados os seguintes tratamentos: carfentrazone-ethyl em mistura com glyphosate e também com glifosate potássico (30 + 720 g ha⁻¹); glyphosate (720 g ha⁻¹) em mistura com flumioxazin (60 g ha⁻¹), 2,4-D (670 g ha⁻¹) e com metsulfuron methyl (4,0 g ha⁻¹); oxyfluorfen + sulfentrazone (480 + 375 g ha⁻¹); aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, de [(paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate)] [(200+400)+(30+720)] e de [(paraquat + diuron) + (paraquat + diuron)] [(200+400)+(200+400)]; e testemunha sem aplicação de herbicida. Os tratamentos mais eficientes no controle das trapoerabas foram as aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) e de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron); seguidas das misturas de 2,4-D + glyphosate e de carfentrazone-ethyl + glyphosate e, ou glifosate potássico.

Palavras-chave: *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, mistura de tanque.

Nomenclatura: carfentrazone-ethyl (etil-2-cloro-3-[2-cloro-4-fluoro-5-[4-(difluoro)-4,5-dihidro-3-metil-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-il]fenil] propaonato), glyphosate (N-(fosfonometil) glicina) – sal de isopropilamina, glifosate potássico (N-(fosfonometil) glicina) – sal potássico, flumioxazin (7-fluoro-6-[(3,4,5,6-tetrahidro)ftalimida]-4-(2-propinil)-1,4-benzoxazinco-3-(2H)-one), 2,4-D (ácido (2,4-diclorofenoxi) acético), metsulfuron-methyl (ácido 2-[[[[4-metoxi-6-metil-1,3,5-triazina-2,2-il]amino] carbonil] amino] sulfonil] benzóico), oxyfluorfen (2-cloro-1-(3-etoxi-4-nitrofenoxi)-4-trifluorometil)-benzeno), sulfentrazone (N-[2,4-dicloro-5-[difluorometil]-4,5-dihidro-3-metil-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-il] metanosulfonamida), diuron (N'-(3,4-diclorofenil)-N,N-dimetilureia), paraquat (1,1'-dimetil-4,4'-dicloreto de bipyridílio íon).

ABSTRACT

EFFECIENCY OF HERBICIDE MIXTURES ON CONTROLLING DAYFLOWER

This work was conducted to evaluate the efficiency of herbicide mixtures on the control of two dayflower species, *Commelina diffusa* and *C. benghalensis*. These species were grown from stem segments in 12 L pots during 120 days. The treatments were carfentrazone-ethyl combined to either glyphosate or glyphosate-potassium salt (30 + 720 g ha⁻²); glyphosate (720 g ha⁻²) combined to flumioxazin (60 g ha⁻²), 2,4-D (670 g ha⁻²) and metsulfuron methyl (4 g ha⁻²); oxyfluorfen + sulfentrazone (480 + 375 g ha⁻²); sequential applications spaced of 21 days of (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) (200+400)+(30+720) and (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron) (200+400)+(200+400); and no herbicide application as check control. The more efficient treatments on the control of both species were the sequential applications spaced of 21 days of (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) and of (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron); followed by 2,4-D +

glyphosate and carfentrazone-ethyl + glyphosate or glyphosate-potassium salt mixtures, as evaluated by shoot fresh mass.

Key words: *Commelina benghalensis*, *Commelina diffusa*, tank mixture.

3.1. INTRODUÇÃO

A família Commelinaceae apresenta entre 40 a 50 gêneros, com cerca de 700 espécies. As espécies infestantes que ocorrem no Brasil concentram-se em quatro gêneros; destes, *Commelina* é o mais importante, de ampla distribuição no Brasil, sendo conhecido pelo nome comum de **trapoeraba** (KISSMANN, 1997). Essas plantas ocupam lugar de importância na agricultura, pois em áreas com suficiente umidade e temperatura há perenização por alastramentos sucessivos, e pedaços de ramos deixados no solo resistem ao estresse hídrico, suportando situações de baixa luminosidade por longo período, até o aparecimento de condições favoráveis ao seu brotamento. Na cafeicultura, assim como em outras culturas perenes, como a de citrus, a **trapoeraba** encontra condições altamente favoráveis ao seu pleno desenvolvimento, tornando-se uma das espécies de plantas daninhas mais importantes, causando forte interferência sobre as plantas de café, principalmente quando estas são jovens (RONCHI et al., 2000a).

Além das características supracitadas que a torna indesejável na cafeicultura, a **trapoeraba** é, também, de difícil manejo químico, uma vez que tem apresentado tolerância aos herbicidas mais utilizados em lavouras cafeeiras para o controle não-seletivo de plantas daninhas, **glyphosate** e **sulfosate**, que são de uso generalizado em lavouras de café, uma vez que se apresentam eficientes sobre a maioria das espécies de plantas daninhas (DEUBER, 1997). Além da característica intrínseca da **trapoeraba** de tolerar determinado tratamento herbicida, mesmo sofrendo injúrias, a eliminação da competição pode ser fator responsável pela atual predominância dessa espécie nas lavouras (RAMOS e DURIGAN, 1996). A tolerância dessas espécies pode

estar relacionada com a não sensibilidade da enzima EPSPs (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase) aos herbicidas (VARGAS et al., 1999) ou com características anatômicas e fisiológicas dessas plantas (SANTOS et al., 2001). Estes autores verificaram, ainda, tolerância diferencial entre *C. diffusa* e *C. benghalensis*, sendo *C. diffusa* mais tolerante ao glyphosate.

Devido à ineficiência do glyphosate no controle de trapoerabas, surge a necessidade de se selecionar outros herbicidas eficientes para manejo dessa planta daninha no cafezal. Contudo, com exceção do 2,4-D, que se tem mostrado eficaz no seu controle (RONCHI et al., 2000b; OLIVEIRA et al., 2000), quase a totalidade dos herbicidas são ineficientes no controle dessa espécie adulta, em uma única aplicação. Ainda, considerando que o uso continuado de um mesmo herbicida ou de herbicidas com mesmo mecanismo de ação não é recomendado, pois exercem alta pressão de seleção, aumentando a possibilidade de seleção de biótipos resistentes (VARGAS et al., 1999), a importância do uso de misturas de herbicidas no controle dessa espécie aumenta.

Na maioria das vezes, as misturas são utilizadas com o objetivo de aumentar o espectro de controle das plantas daninhas. Além dessa vantagem, o uso de misturas de herbicidas permite reduzir as doses, o que implica em menor risco de intoxicação da cultura, menor efeito residual no solo e redução nos custos de controle. Também, nas misturas, um herbicida pode melhorar a ação do outro, ou seja, pode ocorrer efeito sinérgico ou complementar da mistura, resultando em maior eficiência de controle (OLIVEIRA e BEGAZO, 1989a; OLIVEIRA e BEGAZO, 1989b; SOUZA et al., 1985). Ademais, o uso de misturas de herbicidas com diferentes mecanismos de ação minimiza o risco de surgimento de plantas daninhas tolerantes e, ou, resistentes (KRUSE et al., 2000; VARGAS et al., 1999).

Várias evidências demonstram que misturas envolvendo os herbicidas carfentrazone-ethyl, glyphosate, 2,4-D, flumioxazin, oxyfluorfen, paraquat e diuron se revestem de uso potencialmente elevado no controle da trapoeraba (CARVALHO et al., 2000; CORRÊA e BORGES, 2000; OLIVEIRA et al., 2000; MONQUERO et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes misturas de herbicidas, no controle de *Commelina benghalensis* e *C. diffusa*.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos contendo 12 L de substrato, no período de junho a dezembro de 2000. O solo (LVAd) utilizado para enchimento dos vasos, classe textural franco-argilo-arenosa, com 30 dag kg⁻¹ de argila, recebeu 1,0 kg m⁻³ de P₂O₅, segundo recomendação de RIBEIRO (1999), e 2,0 kg m⁻³ de calcário dolomítico, para suprir a necessidade de calagem de 3,0 t ha⁻¹. Para cada vaso, foram transplantados cinco segmentos de caule de *C. benghalensis* ou de *C. diffusa*, com dois a três nós, coletadas na região cafeeira da Zona da Mata mineira, sendo cada espécie propagada em vasos separados.

Durante o período experimental, foram realizadas duas fertilizações com 3,0, 0,75 e 3,0 g vaso⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, utilizando-se a fórmula 20-05-20, sendo a primeira aos dois meses após o transplântio dos acessos das trapoerabas e a Segunda, aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). A irrigação dos vasos foi feita por microaspersão, sendo a lâmina de água ajustada em função da demanda das plantas e das condições ambientes. Outras plantas que germinaram nos vasos foram eliminadas manualmente e os ramos das trapoerabas foram conduzidos sobre cada vaso, durante os três primeiros meses seguintes ao transplântio, à medida que cresciam.

Cada espécie constituiu um experimento, sendo conduzidos no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições e nove tratamentos (Quadro 1). Estes foram aplicados quatro meses após o transplântio dos acessos das trapoerabas, entre 7 e 10 horas da manhã, estando a temperatura e umidade relativa do ar em 23°C e 92%, respectivamente. As plantas apresentavam-se completamente desenvolvidas, estando *C. diffusa* com maior volume de massa verde e maior comprimento de ramos. Nessa ocasião, foram coletadas amostras de solo nos vasos da bordadura para a caracterização química (Quadro 2) do substrato no qual as plantas se desenvolviam.

Para a aplicação dos tratamentos, foi utilizado pulverizador costal, pressurizado a CO₂, operando à pressão constante de 2,0 kgf cm⁻², barra com

dois bicos Turbo Teejet 110.03, a uma altura de 30 cm das plantas, pulverizando-se o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. Ambas as espécies de trapoeraba receberam os tratamentos simultaneamente.

Quadro 1 - Tratamentos avaliados no controle de *C. difusa* e *C. benghalensis*, cultivadas em vasos, em casa de vegetação. Viçosa, MG, 2000

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)
[carfentrazone-ethyl ¹ + glyphosate ² + Assist ³] ⁴	30 + 720 + 0,5%
[carfentrazone-ethyl+glifosate potássico ⁵ + Assist] ⁴	30 + 720 + 0,5%
[(paraquat+diuron) ⁶ +(carfentrazone-ethyl+glyphosate +Assist)] ⁷	(200+400)+(30+720+0,5%)
[glyphosate + flumioxazin ⁸] ⁴	720 + 60
[glyphosate + 2,4-D ⁹] ⁴	720 + 670
[glyphosate + metsulfuron methyl ¹⁰] ⁴	720 + 4,0
[oxyfluorfen ¹¹ + sulfentrazone ¹²] ⁴	480 + 375
[(paraquat + diuron) + (paraquat + diuron)] ⁷	(200+400)+(200+ 400)
testemunha (sem aplicação)	-

¹. Aurora 400 CE; ². Sal de isopropilamina de marca comercial: Roundup CS; ³. Óleo mineral; ⁴. Mistura no tanque do pulverizador; ⁵. Sal potássico de marca comercial: Zapp Qi; ⁶. Mistura pronta de marca comercial Gramocil; ⁷. Aplicação seqüencial com intervalo de 21 dias; ⁸. Sumisoya; ⁹. DMA 806; ¹⁰. Ally; ¹¹. Goal; ¹². Boral 500 SC.

Quadro 2 - Resultados da análise química da amostra do solo (substrato) coletada nos vasos, no dia da aplicação dos tratamentos, em casa de vegetação. Viçosa, MG, 2000^{1/}

Análise Química												
pH	MO	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V	m
	dag kg ⁻¹	--mg dm ⁻³ --				-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----	
6,4	5,66	171,6	172	0,0	9,29	1,56	1,65	11,29	11,29	12,	87,2	0,0

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

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5.

P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich-1.

Al, Ca e Mg: Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

H + Al : Extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0.

A eficiência dos tratamentos foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 DAT, atribuindo-se notas percentuais de controle em relação à testemunha (sem aplicação) de cada bloco, sendo zero ausência de controle e cem, senescência completa da planta. Aos 60 DAT, foi feita a determinação da biomassa fresca da parte aérea (BPA) das plantas de trapoeraba em cada parcela (vaso). Essa biomassa era formada por partes de planta que toleraram os tratamentos herbicidas, por novas brotações e, também, exclusivamente para *C. benghalensis*, por plantas originadas de sementes formadas no sistema radicular, em estruturas denominadas rizantógenos (KISSMANN, 1997), que se tornaram viáveis após a morte da parte aérea, devido ao efeito dos herbicidas.

A verificação das pressuposições da análise de variância foi realizada por meio da análise gráfica de resíduos (NETER et al., 1990) e pelo teste F máximo para a homogeneidade das variâncias. A análise de variância da porcentagem de controle foi realizada individualmente para cada época de avaliação. Para melhor interpretação dos resultados, foram definidos níveis de controle (conceitos) em função de faixas de eficiência de controle, utilizando a escala proposta pela ALAM (1974), com algumas modificações: de 91 a 100%, controle excelente; de 81 a 90%, controle bom; de 71 a 80%, controle razoável; de 51 a 70%, controle insuficiente; e, quando inferior a 50%, controle ruim.

O tratamento testemunha foi excluído da análise de variância, para a variável 'controle', uma vez que foi utilizado como padrão de comparação para os outros tratamentos, sendo considerado 0% de controle. Contudo, para a BPA, esse tratamento foi incluído na análise. Em seguida, procederam-se às comparações múltiplas de médias, utilizando-se o teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Tanto para as análises de variância quanto para as comparações múltiplas, utilizou-se do sistema estatístico SAEG (SAEG, 1997).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, em todas as épocas, diferenças significativas ($p < 0,01$) de controle das trapoerabas, em função das misturas de herbicidas utilizadas

(Quadros 3 e 4). Aos 7 DAT, na primeira avaliação, verificou-se que a mistura, no tanque, de carfentrazone-ethyl + glifosate potássico e as aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, das misturas de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) ou de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron) proporcionaram os melhores resultados no controle de *C. diffusa*, com destaque para esse último tratamento, com controle de 81,25% (Quadro 5). Aos 14 DAT, com exceção das misturas de glyphosate + flumioxazin e de glyphosate + metsulfuron methyl, os demais tratamentos proporcionaram controle de *C. diffusa* superior a 76% (Quadro 5), não existindo diferenças significativas ($p < 0,05$) entre eles.

Para *C. diffusa*, aos 28 DAT (Quadro 5), as misturas estatisticamente semelhantes ($p < 0,05$) e mais eficientes no seu controle foram as de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) (controle de 96,5%), em aplicação seqüencial, com intervalo de 21 dias; a mistura, no tanque, de glyphosate + 2,4-D (88,75%); e a aplicação seqüencial de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron) (98,25%). Resultados pouco inferiores a esses, foram proporcionados pelas misturas de carfentrazone-ethyl + glyphosate (73,75%) e de carfentrazone-ethyl + glifosate potássico (80,00%).

Aos 28 DAT, os tratamentos que proporcionaram os melhores resultados no controle de *C. benghalensis*, sem diferenças significativas entre eles ($p < 0,05$), foram as misturas, no tanque, de carfentrazone-ethyl + glyphosate ou glifosate potássico e as aplicações seqüenciais com intervalo de 21 dias, sendo a primeira de paraquat + diuron e a segunda de carfentrazone-ethyl + glifosate ou novamente de paraquat + diuron (Quadro 6). Esses resultados foram os mesmos verificados nas demais épocas; houve apenas ligeiro aumento na porcentagem de controle da primeira avaliação, aos 7 DAT, para a última, aos 28 DAT (Quadro 6).

A mistura de glyphosate + 2,4-D proporcionou a morte lenta de ambas as traçoerabas, uma vez que o controle aumentou progressivamente, de 40-50%, aos 7 DAT, para 80-90%, aos 28 DAT (Quadros 5 e 6). Os tratamentos com paraquat + diuron, para ambas as espécies, e aqueles com carfentrazone-ethyl, principalmente para *C. benghalensis*, promoveram bom controle dessas espécies (entre 80-90%; Quadros 5 e 6) a partir de 7 DAT.

Para as misturas de carfentrazone-ethyl com glyphosate e com glifosate potássico, assim como para a mistura de paraquat + diuron, os sintomas de toxidez nas trapoerabas apareceram no dia seguinte à aplicação. Resultados semelhantes foram observados por CORRÊA e BORGES (2000). A rapidez no aparecimento dos sintomas de toxidez (necrose foliar) na trapoeraba é proporcionada pelo carfentrazone-ethyl que, segundo a HRAC (2000), é inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), envolvida na rota biossintética da clorofila.

Quadro 3 - Resumo da análise de variância da porcentagem de controle de *C. diffusa*, em quatro épocas de avaliação, em função dos tratamentos aplicados. Viçosa, MG, 2000

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		7 DAT ^{1/}	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Bloco	3	139,5833 ^{ns}	83,45834 ^{ns}	200,7813 ^{ns}	235,7917 ^{**}
Tratamento	7	2.201,785 ^{**}	2.166,982 ^{**}	2.253,459 ^{**}	1.518,411 ^{**}
Resíduo	21	50,89295	61,69652	80,54325	46,12500
CV (%)		13,588	12,505	15,075	9,078

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{**} Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F; ^{1/} Dias após a aplicação dos tratamentos.

Quadro 4 - Resumo da análise de variância da porcentagem de controle de *C. benghalensis*, em quatro épocas de avaliação, em função dos tratamentos aplicados. Viçosa, MG, 2000

Fonte de variação	G.L.	Quadrados Médios			
		7 DAT ^{1/}	14 DAT	21 DAT	28 DAT
Bloco	3	112,1146 [*]	107,4479 [*]	255,6979 ^{**}	167,9479 ^{**}
Tratamento	7	3.227,424 ^{**}	3.294,495 ^{**}	2.905,313 ^{**}	2.862,495 ^{**}
Resíduo	21	25,99526	26,73335	25,88811	27,92383
CV (%)		8,203	7,997	7,764	7,279

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; ^{*}, ^{**} Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. ^{1/} Dias após a aplicação dos tratamentos.

Quadro 5 - Porcentagem média de controle de *C. diffusa*, em quatro épocas de avaliação, em função dos tratamentos aplicados. Viçosa, MG, 2000

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Épocas: dias após a aplicação dos tratamentos - DAT			
		7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
[carfentrazone ¹ + glyphosate ² + Assist ³] ⁴	30 + 720 + 0,5%	55,00 bc	71,25 a	61,25 bc	73,75 bc
[carfentrazone + glifosate potássico ⁵ + Assist] ⁴	30 + 720 + 0,5%	68,75 ab	75,50 a	70,00 abc	80,00 b
[(paraquat+diuron) ⁶ +(carfentrazone + glyphosate + Assist)] ⁷	(200+400)+(30+720 +0,5%)	76,25 a	81,25 a	76,25 abc	96,50 a
[glyphosate + flumioxazin ⁸] ⁴	720 + 60	28,75 d	36,25 b	35,00 de	50,00 d
[glyphosate + 2,4-D ⁹] ⁴	720 + 670	48,75 c	71,25 a	81,25 ab	88,75 ab
[glyphosate + metsulfuron methyl ¹⁰] ⁴	720 + 4,0	12,50 d	17,50 c	15,00 e	50,00 d
[oxyfluorfen ¹¹ + sulfentrazone ¹²] ⁴	480 + 375	48,75 c	67,50 a	56,25 cd	61,25 cd
[(paraquat+ diuron) + (paraquat + diuron)] ⁷	(200+400) + (200+400)	81,25 a	82,00 a	83,75 a	98,25 a
Testemunha (sem aplicação)	-	-	-	-	-

¹. Aurora 400 CE; ². Sal de isopropilamina de marca comercial: Roundup CS; ³. Óleo mineral; ⁴. Mistura no tanque do pulverizador; ⁵. Sal potássico de marca comercial: Zapp Qi; ⁶. Mistura pronta de marca comercial Gramocil; ⁷. Aplicação seqüencial com intervalo de 21 dias; ⁸. Sumisoya; ⁹. DMA 806; ¹⁰. Ally; ¹¹. Goal; ¹². Boral 500 SC. Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 6 - Porcentagem média de controle de *C. benghalensis*, em quatro épocas de avaliação, em função dos tratamentos aplicados. Viçosa, MG, 2000

Tratamentos	Dose (g ha ⁻¹)	Épocas: dias após a aplicação dos tratamentos - DAT			
		7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT
[carfentrazone ¹ + glyphosate ² + Assist ³] ⁴	30 + 720 + 0,5%	87,50 a	91,25 a	91,25 a	88,75 ab
[carfentrazone + glifosate potássico ⁵ + Assist] ⁴	30 + 720 + 0,5%	88,00 a	88,75 a	85,25 ab	88,50 ab
[(paraquat+diuron) ⁶ +(carfentrazone + glyphosate + Assist)] ⁷	(200+400)+(30+720 +0,5%)	80,00 ab	81,25 a	76,25 bc	94,00 a
[glyphosate + flumioxazin ⁸] ⁴	720 + 60	33,75 c	31,25 c	35,00 d	41,25 d
[glyphosate + 2,4-D ⁹] ⁴	720 + 670	43,75 c	63,50 b	70,50 c	79,50 b
[glyphosate + metsulfuron methyl ¹⁰] ⁴	720 + 4,0	13,00 d	12,50 d	15,00 e	25,00 e
[oxyfluorfen ¹¹ + sulfentrazone ¹²] ⁴	480 + 375	68,75 b	65,00 b	65,25 c	65,00 c
[(paraquat + diuron) + (paraquat + diuron)]'	(200+400) + (200+400)	82,50 a	83,75 a	85,75 ab	98,75 a
Testemunha (sem aplicação)	-	-	-	-	-

¹. Aurora 400 CE; ². Sal de isopropilamina de marca comercial: Roundup CS; ³. Óleo mineral; ⁴. Mistura no tanque do pulverizador; ⁵. Sal potássico de marca comercial: Zapp Qi; ⁶. Mistura pronta de marca comercial Gramocil; ⁷. Aplicação seqüencial com intervalo de 21 dias; ⁸. Sumisoya; ⁹. DMA 806; ¹⁰. Ally; ¹¹. Goal; ¹². Boral 500 SC. Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tanto para *C. diffusa* (Quadro 5) como para *C. benghalensis* (Quadro 6), principalmente na avaliação realizada aos 28 DAT, as misturas menos eficientes sobre essas espécies (controle entre 20 e 65%) foram glyphosate + flumioxazin, glyphosate + metsulfuron methyl e oxyfluorfen + sulfentrazone.

Segundo CONSTANTIN et al. (2000), tanto a aplicação isolada de glyphosate ou sua mistura ao flumioxazin, foram eficazes no controle de *Bidens pilosa*, *Richardia brasiliensis*, *Digifaria horizontalis* e *Brachiaria decumbens*, sendo que a presença do flumioxazin na mistura acelerou a morte das plantas. No entanto, RONCHI et al. (2000b), avaliando a eficiência de herbicidas no controle de *C. benghalensis* e *C. diffusa* adultas, no campo, verificaram que a mistura no tanque de glyphosate + flumioxazin promoveu controle inicial rápido, mas verificaram recuperação das trapoerabas 30 dias após.

CARVALHO et al. (2000) verificaram que a mistura no tanque de oxyfluorfen + glyphosate ou a mistura pronta desses herbicidas proporcionaram, inicialmente, maior nível de controle de *C. benghalensis*. Contudo, após 30 dias da aplicação, não mais observaram diferenças no controle dessa espécie entre a aplicação da mistura ou do glyphosate isolado.

Segundo MONQUERO et al. (2001), a aplicação dos herbicidas carfentrazone-ethyl (30 g ha⁻¹), flumioxazin (50 g ha⁻¹) e sulfentrazone (700 g ha⁻¹), isolada ou associada ao glyphosate (360 g ha⁻¹), proporcionaram 100% de controle de *C. benghalensis*, aos 7 DAT. Contudo, a aplicação foi realizada em pós-emergência inicial, estando as plantas com apenas dois pares de folhas verdadeiras.

A avaliação da biomassa fresca da parte aérea, aos 60 DAT, é apresentada nos Quadros 7 e 8. No Quadro 8, os valores menores das médias indicam controle melhor. Assim, os tratamentos Gramocil + (carfentrazone-ethyl + glyphosate), em aplicação seqüencial, com intervalo de 21 dias; a mistura no tanque de glyphosate + 2,4-D; e a aplicação seqüencial de Gramocil + Gramocil foram os mais eficientes sobre *C. diffusa*, uma vez que causaram a eliminação quase total da parte aérea. Para *C. benghalensis*, a maior redução na biomassa foi proporcionada por aqueles tratamentos à base de paraquat + diuron. Todos os tratamentos contribuíram para a redução da biomassa, de ambas as espécies de trapoeraba, comparativamente à testemunha.

Quadro 7 - Resumo da análise de variância da biomassa fresca da parte aérea de *C. diffusa* e *C. benghalensis*, aos 60 DAT, em função dos tratamentos. Viçosa, MG, 2000

Fonte de variação	G. L.	Quadrados Médios	
		<i>C. diffusa</i>	<i>C. benghalensis</i>
Bloco	3	28.863,65*	78.835,88*
Tratamento	8	357.744,9**	553.729,10**
Resíduo	24	9.566,292	20.284,83
CV (%)		30,420	41,002

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

Quadro 8 - Biomassa fresca média (g) da parte aérea de *C. diffusa* e *C. benghalensis*, aos 60 DAT, em função dos tratamentos. Viçosa, MG, 2000

Tratamentos	Dose (g ha ⁻²)	Espécies	
		<i>C. diffusa</i>	<i>C. benghalensis</i>
[carfentrazone ¹ + glifosate ² + Assist ³] ⁴	30 + 720	303,8bc	196,3cd
[carfentrazone+glifosate potássico ⁵ + Assist] ⁴	30 + 720	202,5cd	145,0cd
[(paraquat + diuron) ⁶ + (carfentrazone + glifosate + Assis)] ⁷	(200+400) + (30 + 720)	41,3d	30,0d
[glifosate + flumioxazin ⁸] ⁴	720 + 60	530,0b	767,5b
[glifosate + 2,4-D ⁹] ⁴	720 + 670	11,3d	152,5cd
[glifosate + metsulfuron methyl ¹⁰] ⁴	720 + 4,0	512,5b	408,8c
[oxyfluorfen ¹¹ + sulfentrazone ¹²] ⁴	480 + 375	385,0bc	301,3cd
[(paraquat + diuron) + (paraquat + diuron)] ⁷	(200 + 400)+ (200 + 400)	2,5d	1,3d
testemunha (sem aplicação)	-	905,0a	1123,8a

¹. Aurora 400 CE; ². Sal de isopropilamina de marca comercial: Roundup CS; ³. Óleo mineral; ⁴. Mistura no tanque do pulverizador; ⁵. Sal potássico de marca comercial: Zapp Qi; ⁶. Mistura pronta de marca comercial Gramocil; ⁷. Aplicação seqüencial com intervalo de 21 dias; ⁸. Sumisoya; ⁹. DMA 806; ¹⁰. Ally; ¹¹. Goal; ¹². Boral 500 SC. Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F.

3.4. CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que os tratamentos mais eficientes no controle de ambas as espécies de trapoerabas foram as aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) e de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron).

3.5. LITERATURA CITADA

- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v.1, n.1, p.35-38, 1974.
- CARVALHO, J.C. VELINI, E.D., CAVENAGHI, A.L. Mistura de glyphosate com oxyfluorfen no controle de *Commelina benghalensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.439.
- CONSTANTIN, J., OLIVEIRA JUNIOR, R.S., HERNANDES, A.I.F.M., MACIEL, C.D.G. Misturas de flumioxazin com glyphosate e sulfosate para o mafejo de plantas daninhas em citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.411.
- CORRÊA, L.E.A., BORGES, A. glyphosate + carfentrazone: controle de ervas problemáticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.463.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas, SP, 1997, v.2. 285p. il.
- HERBICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE – HRAC. **Classification of herbicides according to mode of action**. [04/01/2002]. (<http://www.plantprotection.org/hrac/moa2002.htm>).
- KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. T.1. 825p.
- KRUSE, N.D., TREZZI, M.M., VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores do EPSPS: revisão de literatura. **Rev. Bras. Herb.**, v.2, n.1, p.139-146, 2000.

- MONQUERO, P.A., CHRISTOFFOLETI, P.J., SANTOS, C.T.D. Glyphosate em mistura com herbicidas alternativos para o manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.375-380, 2001.
- NETER, J., WASSERMAN, V., KUTNER, M.H. **Applied linear statistical models: regression, analysis of variance and experimental designs**. Homewood: Richard A. Irwin, 1990. 842p.
- OLIVEIRA, A.R., FREITAS, S.P., ROSA, R.C.C. Controle químico de trapoeraba (*Commelina* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000. p.442.
- OLIVEIRA, J.A., BEGAZO, J.C.E. Inativação de herbicidas do grupo das triazinas em solos cultivados com café. **Cafeicultura Moderna**, v.2, n.6. p.16-20, 1989a.
- OLIVEIRA, J.A., BEGAZO, J.C.E. Utilização de herbicidas pré-emergentes na cultura do café em formação (*Coffea arabica* L.). **Cafeicultura Moderna**, v.2, n.6. p.20-25, 1989b.
- RAMOS, H.H., DURIGAN, J.C. Avaliação da eficiência da mistura pronta de glyphosate + 2,4-D no controle da *Commelina virginica* L. em citrus. **Planta Daninha**, v.14, n.1, p.33-41, 1996.
- RIBEIRO, A.C. Recomendação de calagem e adubação de substratos para mudas, covas e canteiros. In: RIBEIRO, C.A., GUIMARÃES, P.T.E., ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: UFV-MG, 1999. p.263-263.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. Avaliação da interferência de *Bidens pilosa*, *Brachiaria decumbens* e *Commelina diffusa* sobre o desenvolvimento de plantas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000a. p.11.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. Controle químico de trapoerabas (*Commelina* spp.) em lavouras de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBCPD, 2000b. p.347.
- SANTOS, I.C., SILVA, A.A., FERREIRA, F.A., MIRANDA, G.V., PINHEIRO, R.A.N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v.19, n.1, p.135-143, 2001.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS – SAEG**. versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernades, 1997.
- SOUZA, J.F., MELLES, C.C.A., GUIMARAES, P.T.G. Plantas daninhas e seu controle. **Inf. Agropec.**, v.11, n.126, p.59-65, 1985.
- VARGAS, L. SILVA, A.A., BORÉM, A. FERREIRA, F.A., SEDIYAMA, T. **Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. Viçosa, MG: Jard Prod. Gráficas Ltda, 1999, 131p.

4. EFEITO DO 2,4-D NA QUEDA DE FRUTOS E NA PRODUÇÃO DO CAFEIEIRO

RESUMO

Admitindo-se a hipótese de que o 2,4-D pode causar queda de frutos em estágio inicial de crescimento “chumbinho”, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito desse herbicida (0, 335, 670 e 1.005 g ha⁻¹), em duas épocas de aplicação (época 1, 10 dias após a primeira florada, e época 2, 10 dias após a terceira florada), na queda de frutos de ramos plagiotrópicos nos terços inferior e superior da planta e, também, na produção do cafeeiro. O 2,4-D foi aplicado numa faixa de 0,75 m, lateralmente à saia do cafeeiro, sem a preocupação de evitar sua deriva. A toxidez do herbicida ao cafeeiro, a produção final de café por planta e a razão de queda de frutos foram avaliadas. A época de aplicação do 2,4-D não afetou a queda de frutos. O aumento da dose de 2,4-D causou reduções de até 13% no pegamento de frutos, que foi menor em ramos do terço inferior da planta (53,2%) do que no terço superior (60,6%). Possivelmente, isso foi devido à intoxicação das plantas na saia, pela deriva do herbicida. O 2,4-D, em doses de até 1.005 g ha⁻¹, em aplicação dirigida após a primeira ou terceira floradas, não afetou a produção do cafeeiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, herbicida, vingamento de frutos, fitotoxicidade

Nomenclatura: 2,4-D (ácido 2,4-(diclorofenoxi) acético).

ABSTRACT

EFFECT OF 2,4-D ON FRUIT SHEDDING AND ON COFFEE YIELD

Taking into account the hypothesis that 2,4-D may lead to fruit fall in its early growth stage known as “pinhead”, this work was conducted in order to evaluate the effect of this herbicide (applied at doses of 0, 335, 670 and 1,005 g ha⁻¹), at two periods of application (period 1: 10 days after first flowering; period 2: 10 days after third flowering), on fruit shedding either in lower or upper plagiotropic branches, as well as its effect on crop yield. 2,4-D was applied in a 0.75 m range, by spraying it laterally to coffee plants, without concern in avoiding its drift. Herbicide toxicity to the plants, final crop yield per plants and fruit shedding were evaluated. Periods of 2,4-D application did not affect fruit fall. Increasing 2,4-D doses reduced fruit set by 13%, with less pronounced effects in lower branches (53,2%) than in upper ones (60,6%). Possibly, this was due to injury to the bottom of plant canopies caused by 2,4-D drift. Maximum 2,4-D doses employed did not affect the final yield per plant neither when applied just after the first flowering nor after the third one.

Key words: *Coffea arabica*, herbicide, fruit set, phytotoxicity.

4.1. INTRODUÇÃO

Em lavouras adultas de café, pode-se controlar plantas daninhas com o herbicidas aplicados diretamente ao solo, em pré-emergência ou em pós-emergência das plantas daninhas (RONCHI et al., 2001). Nesse caso, parte do produto atinge diretamente o solo, sendo a outra parte adicionada ao solo pela morte e decomposição das plantas tratadas, pelo escorrimento do produto da superfície das folhas imediatamente após a aplicação ou, posteriormente, pela ação das chuvas (HERMES, 1991). Uma vez no solo, determinados herbicidas

podem movimentar-se no perfil, atingindo o sistema radicular do cafeeiro. Contudo, o comportamento, e, ou destino dos herbicidas, no solo, ou seja, sua sorção, lixiviação, degradação e movimentação, dependerá da interação entre fatores climáticos (chuva e temperatura), características físicas, químicas e biológicas do solo (textura, pH, CTC, matéria orgânica, mineralogia, fertilidade, umidade, temperatura, atividade microbiana), bem como da natureza físico-química da própria molécula herbicida (pKa) (STEVENSON, 1972a; HERMES, 1991; OLIVEIRA JUNIOR, 1998). Ademais, parte da calda pulverizada pode atingir as plantas de café por deriva, devido à ação do vento e a falhas na tecnologia de aplicação, podendo causar injúrias às plantas de café, principalmente na região inferior da copa (saia), que está mais sujeita à deriva da calda herbicida durante a aplicação (RONCHI et al., 2001).

O ácido 2,4-(diclorofenoxi) acético é um dos herbicidas utilizados em aplicações dirigidas na entrelinha do cafezal, para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas e, principalmente, de trapoeraba. Esse herbicida apresenta pressão de vapor alta ($5,5 \times 10^{-7}$ mm Hg, a 30°C – formulação sal e de $3,9$ a 23×10^{-4} mm Hg, a 25°C – formulações ésteres), sendo, por isso, altamente volátil (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998; LIEBL e THILL, 2000) e facilmente propenso à deriva, principalmente se a formulação for éster (WILSON JUNIOR e CHENG, 1976). Ainda, considerando-se que os sintomas de intoxicação se desenvolvem mesmo sob doses muito abaixo da dose letal, existe risco potencial dessa deriva, caso ocorra, causar injúrias severas em plantas susceptíveis (LIEBL e THILL, 2000), como as de café, uma vez que essa cultura é muito sensível à deriva do 2,4-D, principalmente em plantas jovens (RONCHI et al., 2000).

Segundo ORSENIGO et al. (1953), os sintomas de toxidez nas folhas (retorcimentos) aparecem tanto quando o herbicida é aplicado sobre as plantas, quando no solo. Aí, o 2,4-D, em virtude de apresentar pequena sorção (LUCHINI, 1987; VIEIRA et al., 1999) e alta mobilidade no perfil do solo (HERNANDEZ e WARREN, 1950; HELLING, 1971; WILSON JUNIOR e CHENG, 1976; HERMES, 1991), ainda que não ocorrendo deriva, pode atingir o sistema radicular do cafeeiro, ser absorvido e causar-lhe severa toxidez, quando aplicado em dose elevada. Também, mesmo estando no solo, o 2,4-D pode volatilizar-se e atingir as folhas do cafeeiro, contribuindo, assim, para a

intoxicação da cultura. ORSENIGO et al. (1953) verificaram que o 2,4-D afeta as plantas de café por um período curto de tempo: após a aplicação as novas folhas exibem claramente os sintomas, que vão diminuindo nas folhas que surgirem em seguida, até a formação de folhas novas completamente normais.

A literatura é escassa quanto aos efeitos do 2,4-D na produtividade do cafeeiro. Isso é de extrema importância, visto que o 2,4-D, assim como outros herbicidas usados para o controle em pós-emergência de plantas daninhas na cultura do café é, geralmente, aplicado entre os meses de outubro e março, época que coincide com a floração e frutificação do cafeeiro. Nesse período, o controle das plantas daninhas é necessário, na medida em que a cultura do café fica mais sensível à interferência das plantas daninhas, devido a ocorrência de intensidade luminosa e temperatura altas e chuvas abundantes. Essas condições favorecem a germinação, crescimento e o desenvolvimento rápido de plantas daninhas, levando a grandes reduções na produção da cultura (BLANCO et al., 1982; RONCHI et al., 2001).

Uma vez absorvido, seja via folha ou sistema radicular, o 2,4-D é translocado por toda a planta, pelo floema e xilema (ação sistêmica), especialmente em plantas com elevada atividade metabólica (LIEBL e THILL, 2000). Ele interfere no metabolismo de ácidos nucléicos e na plasticidade da parede celular. A acidificação da parede, devido ao efluxo de prótons do interior da célula, aumenta a atividade de enzimas (de celulases, principalmente) que degradam a parede celular. Também, ocorre acúmulo de solutos no interior da célula, reduzindo o seu potencial osmótico. Com a conseqüente entrada de água nas células e, ao mesmo tempo, o afrouxamento da parede celular, ocorre intenso crescimento celular desordenado que, além de epinastia, provoca a obstrução do floema (LIEBL e THILL, 2000).

Sabe-se que o 2,4-D é uma auxina sintética, que age na planta de modo muito semelhante às auxinas naturais (AIA), porém é muito mais ativo e persistente (LIEBL e THILL, 2000). Logo, seus efeitos na planta dependerão da concentração utilizada. GOPAL (1971) verificou efeito positivo do 2,4-D na redução da queda de frutos, quando esse regulador de crescimento foi utilizado em concentrações extremamente baixas, de até 10 mg por planta. Esse trabalho de Gopal é uma das escassas referências sobre os efeitos do 2,4-D no pegamento de frutos e, conseqüentemente, na produtividade do cafeeiro

No cafeeiro, a queda de frutos normalmente ocorre nos três primeiros meses após a floração, sendo mais intensa a partir da sétima semana da antese, coincidindo com o início da fase de expansão rápida dos frutos (MONTROYA e SYLVAIN, 1962; HUXLEY e ISMAIL, 1969). O pegamento de frutos depende tanto do número de folhas (RAO e SETLY, 1953) como do número de flores no ramo (RAJU et al., 1975). Além disso, outros fatores também interferem no pegamento de frutos, dentre os quais, citam-se: baixas disponibilidades de carboidratos (CANNELL, 1971); seca de ponteiros (CLOWES, 1973); estresse hídrico (RENA e MAESTRI, 1986), não formação de um saco embrionário viável, polinização deficiente, interferência na fertilização e precipitações intensas durante a expansão do botão floral (HUXLEY e ISMAIL, 1969) ou durante a antese (AWATRAMANI e SATYNARAUANA, 1973). O pegamento de frutos varia, também, com espécies e cultivares (SRINIVASAN, 1972) e com a posição da flor na planta, sendo maior na região superior da planta (REIS e ARRUDA, 1956).

Apesar da possibilidade de ser benéfico à lavoura, quando usado em concentrações muito pequenas, especula-se que o 2,4-D, quando aplicado na lavoura em início de frutificação, em doses elevadas, possa provocar reduções no pegamento e, ou, a queda de frutos de café nas fases iniciais de crescimento (fases “chumbinho” e de expansão rápida), reduzindo, assim, a produtividade da lavoura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro doses de 2,4-D, em aplicação dirigida, em duas épocas, após a floração da lavoura, na queda de frutos em ramos nos terços inferior e superior da planta e, também, na produção do cafeeiro (*Coffea arabica* L.).

4.2. MATERIALE MÉTODOS

Este experimento foi instalado em fazenda cafeeira (Figura 1), em Viçosa, MG, no ano agrícola 2000/2001, num solo, LVA, de topografia acidentada, classe textural argila (com 53% de argila) e 3,39 dag kg⁻¹ de matéria orgânica. A lavoura (*Coffea arabica* L.), cv. Catuaí Vermelho, plantada

no espaçamento de 3,0 x 1,0 m (parta safra, apresentava ótima uniformidade e representava bem as lavouras cafeeiras da região da Zona da Mata mineira. A análise química do solo, realizada em amostras coletadas sob a projeção da copa do cafeeiro, numa camada de 0-20 cm de profundidade, em outubro/2000, encontra-se no Quadro 1. Tratos culturais como calagem, adubações, adição de matéria orgânica, pulverizações para controle de doenças foram realizados pelo produtor, segundo práticas agronômicas usuais. Apenas o manejo de plantas daninhas foi manual, com o uso de enxadas.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. A unidade experimental constituiu-se de uma linha de café com cinco plantas (5 m de comprimento). Os blocos constituíram-se de linhas de café dispostas alternadamente, de forma que a fileira de café existente entre dois blocos (bordadura) evitava a possível deriva do herbicida entre eles.

O 2,4-D (formulação sal) foi aplicado em quatro doses (0,335, 670 e 1.005 g ha⁻¹), em duas épocas, nos dias 04/10/2000 – época 1; e 13/12/2000 – época 2. Essas aplicações foram realizadas na segunda semana após a primeira e a terceira floradas, para as épocas 1 e 2, respectivamente, procurando coincidi-las com a fase “chumbinho” dos grãos. Essa fase, segundo Wormer (1964), inicia-se após a queda das flores e dura aproximadamente sete semanas. A primeira e a terceira floradas foram as escolhidas, pois, das três que ocorreram, foram as mais intensas. Na época 1 havia ainda grande número de botões florais no ramo, em detrimento ao número de “chumbinhos”. Na época 2, após a terceira florada, praticamente todos os botões haviam florescido e, apesar de parte dos frutos ter alcançado a fase de expansão rápida, a grande maioria desses permanecia, ainda, no estágio “chumbinho”.

Para a aplicação do 2,4-D, foi utilizado pulverizador costal, pressurizado a CO₂, operando à pressão constante de 2,0 kgf cm⁻², bico Turbo Teejet 110.03 altura de barra igual a 40 cm do solo, pulverizando-se o equivalente a 200 L ha⁻¹ de calda. O herbicida foi aplicado em ambos os lados da fileira de café, numa faixa de 0,75 m (Figura 2), sem a preocupação de evitar a deriva da calda aos ramos inferiores do cafeeiro, na tentativa de simular o que de fato ocorre em aplicações de herbicidas em lavouras de café. Os tratamentos foram aplicados entre seis e oito horas da manhã, estando a temperatura e umidade relativa do ar em 21,5°C e 88%, respectivamente.



Figura 1 - Area experimental. Localizada na Fazenda Agua Limpa, à margem da Rodovia que liga os distritos de São José do Triunfo e Cachoeirinha, em Viçosa, MG.

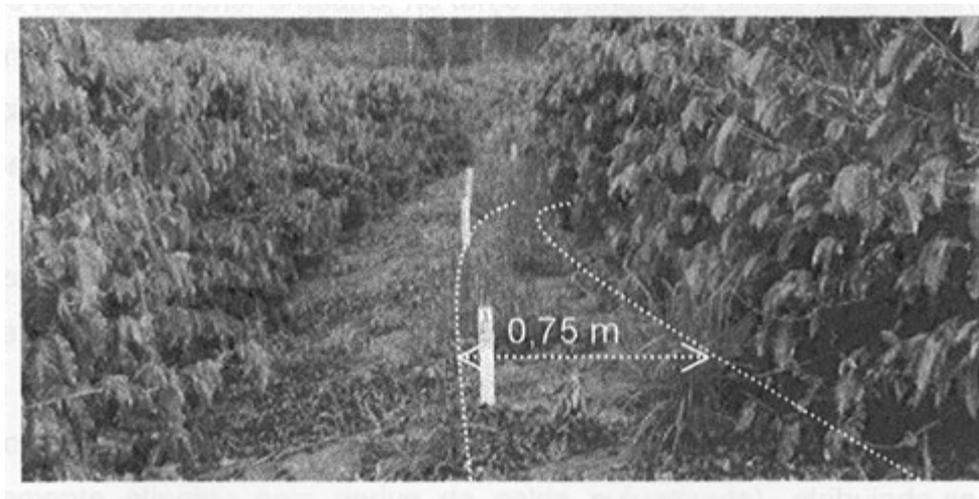


Figura 2 - Faixa de aplicação do 2,4-D na lavoura de café.

Quadro 1 - Resultados da análise química de amostra do solo coletada na lavoura, em outubro de 2000, antes da aplicação do 2,4-D. Viçosa, MG, 2001^{1/}

Análise Química											
pH	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	S6	t	T	V	m
	--mg dm ⁻³ --					cmol _c dm ⁻³				-----%	
5,2	4,4	60,0	0,10	1,61	0,96	5,28	2,72	2,82	8,0	34,0	3,5

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

pH em Água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5.

P, Na, K, Fe, Zn, Mn, Cu: Extrator Mehlich-1.

Al, Ca e Mg: Extrator KCl 1 mol L⁻¹.

H + Al: Extrator Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0.

As plantas daninhas, jovens e adultas, presentes na área experimental, no momento da aplicação do herbicida eram *Sonchus oleraceus* (serralha), *Bidens pilosa* (picão-preto), *Amaranthus* spp. (caruru), *Gnaphalium spicatum* (macela), *Acantospermum australe* (carrapicho-rasteiro), *Digifaria horizontalis* (capim-colchão), *Digifaria insularis* (capim-amargoso), *Sida* spp. (guanxuma), *Ipomoea purpurea* (corda-de-viola), *Conyza bonariensis* (buva), *Solanum americanum* (maria-pretinha) e *Lepidium virginicum* (mentruz).

Para as avaliações, das cinco plantas da unidade experimental, uma em cada extremidade da parcela foi considerada como sendo bordadura e, das três centrais, as duas mais uniformes foram escolhidas (duas plantas úteis por unidade experimental). Em cada planta, foram etiquetados, ao acaso, quatro ramos no terço inferior e quatro, no terço superior. Os ramos foram distribuídos igualmente nos lados da fileira. Logo, para uma mesma época de aplicação, posição do ramo na planta e dose de 2,4-D foram amostrados 40 ramos (4 ramos por planta x 2 plantas por bloco x 5 blocos).

Nos dias imediatamente anteriores às aplicações do 2,4-D, foram realizadas contagens dos frutos totais (botões florais + “chumbinhos” + frutos verdes no estágio de expansão rápida) nos ramos etiquetados. Aos 30 dias após a aplicação do herbicida, em ambas as épocas, foram feitas avaliações de toxicidade do mesmo à saia das plantas de café (região da planta diretamente atingida pela deriva da calda pulverizada), atribuindo-se notas percentuais de toxicidade, sendo zero ausência de sintomas e cem, senescência completa da saia.

No dia 10/04/2001, durante o final do estágio de endurecimento do endosperma (granação) e próximo ao início da fase de maturação, realizou-se a coleta dos frutos em cada ramo etiquetado. Após a contagem do número de frutos por ramo, procedeu-se à secagem dos frutos em estufa de circulação forçada de ar, até atingir massa constante, para a determinação da biomassa seca de frutos por ramo.

De posse do número inicial e final de frutos no ramo, propôs-se a criação de um índice com o objetivo de estimar a queda de frutos dos ramos:

$$RQF = 1 - \frac{NFF}{NIF},$$

em que RQF é a razão de queda de frutos, NFF , o número final de frutos (cerejas, verdes ou secos) no ramo, determinados na colheita, após a granação e, ou, amadurecimento dos frutos e NIF , o número inicial de frutos (chumbinhos, preferencialmente, botões florais e frutos verdes) no ramo, determinados na floração do cafezal. Assim $RQF \cong 1$ indica queda total de frutos, enquanto $RQF \cong 0$ indica ausência de queda de frutos. A relação NFF/NFI é comumente relatada na literatura e expressa o vingamento ou pegamento de frutos. A partir do número e das biomassas fresca e seca de frutos por ramo, calculou-se, também, as biomassas por fruto, em cada ramo.

Após realizadas as avaliações nos ramos, procedeu-se, em 04/05/2001, à colheita de todos os frutos (cerejas, verdes e secos) das três plantas úteis de cada unidade experimental, por *derriça* no pano. Nessa ocasião, iniciara a fase de maturação dos frutos. Imediatamente após a colheita, aferiu-se a produção de frutos (“café da roça”), sendo estes, então, levados para terreiro concretado, para secagem natural, até atingirem a umidade de armazenamento. Foram colhidos, também, por *varrição*, os frutos no chão, na projeção das copas das plantas úteis, os quais caíram naturalmente (degrana). Após a seca natural em terreiro concretado, esse café foi submetido ao processo de flotação, para a separação de impurezas (terra). Após determinada a produção desse café em coco, varrido do chão, ele foi adicionado ao café em coco antes coletado, para juntos formarem a produção total de café em coco e serem beneficiados. Como a produção de café, em cada unidade experimental, foi obtida em três plantas, calculou-se a produção média de café por planta.

A verificação das pressuposições da análise de variância foi realizada por meio da análise gráfica de resíduos (NETER et al., 1990) e pelo teste F máximo para a homogeneidade das variâncias. Para as variáveis razão de queda de frutos (RQF), biomassa seca de frutos por ramo (BFR) e biomassa seca por fruto (BPF), geradas a partir de determinações feitas nos ramos amostrados, procedeu-se à análise de variância, utilizando-se de um esquema de parcelas sub-subdivididas. As parcelas constituíram-se das épocas de aplicação do 2,4-D (épocas 1 e 2); as subparcelas, pelas duas posições dos ramos na planta (ramos dos terços superior e inferior); e as sub-subparcelas, pelas quatro doses de 2,4-D. Para essas variáveis, com sub-amostragens, foram realizadas, também, as estimativas do erros dentro da parcela.

Para as variáveis produção de café por planta após a colheita (PAC), produção de café em coco (PC), produção de café em coco varrido do chão (PCV), produção total de café em coco (PTC = PC + PCV) e produção total de café beneficiado (PTB), geradas a partir de determinações envolvendo a produção de frutos da área útil da unidade experimental, procedeu-se à análise de variância, utilizando-se de um esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelas duas épocas de aplicação do 2,4-D e as subparcelas, pelas quatro doses de 2,4-D. Utilizou-se a análise de regressão para ajustar modelos relacionando as variáveis com as doses de 2,4-D. Tanto para a análise de variância quanto para a estimativa dos parâmetros da regressão, utilizou-se o sistema estatístico SAEG (SAEG, 1997).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis avaliadas atenderam as pressuposições da análise de variância, não necessitando, portanto, de transformação dos dados. Dada a grande variabilidade na produção de café entre ramos de uma mesma planta e a necessidade de se evitar problemas de amostragem foram realizadas sub-amostragens dentro da parcela experimental. Na análise de variância, apresentada no Quadro 2, verifica-se, pela não-significância do teste F (resíduo entre parcelas por residuo dentro de parcelas), que não houve erro de amostragem.

Para as variáveis estudadas, todas as interações entre os fatores época de aplicação, posição do ramo na planta e doses de 2,4-D não foram significativas (Quadro 2). Logo, esses fatores mostraram-se independentes de suas interações, podendo seus efeitos serem estudados isoladamente. A época de aplicação não influenciou significativamente a RQF (Quadro 2). A média dessa característica das duas épocas foi de aproximadamente 0,43 (Quadro 3), ou seja, houve queda de frutos igual a 43%. Este valor indica que o pegamento médio de frutos (estimado pela relação entre o número final de frutos verdes formados no ramo e o número inicial de chumbinhos) foi de 57%. REIS e ARRUDA (1956) verificaram porcentagem média de pegamento de

frutos, em Campinas-SP, de 47,6 e 50,8%, nos anos de 1954 e 1955, respectivamente. HUXLEY e ISMAIL (1969), no Quênia, observaram pegamento médio de frutos igual a 45%. NACIF (1997) constatou pegamento de frutos igual a 29%, em cafezais cultivados no cerrado brasileiro, em Patrocínio, MG. Segundo o autor, o baixo pegamento foi consequência da superprodução na safra do ano anterior.

Quadro 2 - Resumo da análise de variância^{1/} das variáveis razão de queda de frutos (RQF), biomassa seca de frutos por ramo (BFR) e biomassa seca por fruto (BPF), em função de épocas de aplicação, posições do ramo na planta e doses de 2,4-D. Viçosa, MG, 2001

Fonte de variação	G.L.	Quadrados médios		
		RQF	BFR	BPF
Blocos	4	0,0078068	57,33001	0,0055290
Época aplicação (E)	1	0,0049530 ^{ns}	78,72760 ^{**}	0,002194 ^{ns}
Resíduo (a)	4	0,0022407	10,43713	0,0006836
Parcela	9			
Posição do ramo (P)	1	0,109125 ^{**}	1563,940 ^{**}	0,001905 ^{ns}
P x E	1	0,0270403 ^{ns}	0,935011 ^{ns}	0,000425 ^{ns}
Resíduo (b)	8	0,0091513	11,16608	0,0007344
Subparcelas	19			
Dose (D)	3	0,0258951 [*]	30,43409 ^{ns}	0,000334 ^{ns}
D x E	3	0,0107209 ^{ns}	18,92277 ^{ns}	0,000780 ^{ns}
D x P	3	0,0058123 ^{ns}	18,58936 ^{ns}	0,000205 ^{ns}
D x P x E	3	0,0051544 ^{ns}	14,08953 ^{ns}	0,000056 ^{ns}
Resíduo (c)	48	0,0066641	15,50234	0,000408
CV(%)-subsubparcela		18,925	19,787	8,223
CV (%) - subparcela		22,178	16,793	11,031
CV (%) - parcela		10,974	16,236	10,642
Resíduo entre parcelas	60	0,0067008 ^{ns}	14,58650 ^{ns}	0,000470 ^{ns}
Resíduo dentro parcelas	560	0,0387774	94,01395	0,0036551
CV (%)		18,978	19,194	8,824

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente. ^{1/} A ANAVA foi realizada com a média dos dados sub-amostrados.

Quadro 3 - Valores totais médios das variáveis razão de queda de frutos (**RQF**), biomassa seca de frutos por ramo (**BFR**) e biomassa seca por fruto (**BPF**), em função de duas épocas aplicação de 2,4-D na lavoura de café. Viçosa, MG, 2001

Épocas	Variáveis ^{1/}		
	RQF	BFR (g)	PSPF (g)
I: 04/10/00	0,439 a	20,890 a	0,251 a
2: 13/12/00	0,423 a	18,906 b	0,240 a

^{1/} Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Esperava-se que o pegamento médio de frutos fosse maior na época 2, uma vez que, nessa ocasião (após a terceira florada), praticamente todos os botões florais já haviam passado pela antese. Segundo **REIS** e **ARRUDA** (1956), quando a contagem inicial de frutos é feita em ramos nos quais não mais existem botões florais, a porcentagem de frutificação obtida pode ser maior do que se fosse calculada a partir das flores abertas em uma dada época, devido à queda de ovários que pode ocorrer. Isso pode ser exemplificado pelo trabalho de **NACIF** (1997), em que se verifica que, do total de botões brancos formados (imediatamente antes da antese), apenas 81% transformaram-se em chumbinhos.

Segundo **HUXLEY** e **ISMAIL** (1969), a presença de flores atrofiadas, que são flores nas quais houve exposição prematura das partes internas (estilete e antera), também pode causar reduções adicionais no pegamento de frutos, de até 40%. Esse vingamento pode ser ainda menor caso ocorra a formação de "estrelinhas", que é o caso mais extremo de anormalidade floral, em que todas as partes florais permanecem pequenas, atrofiadas e verdes. Logo, como na época 1 havia ainda grande quantidade de botões florais em dormência, poder-se-ia esperar uma superestimativa do número inicial de frutos, quando comparada à contagem na época 2, em que praticamente todos os botões florais haviam passado pela antese.

Para as variáveis **RQF**, **BFR**, **BPF**, as posições do ramo na planta mostraram-se independentes das interações com a época de aplicação e com

as doses de 2,4-D, mas influenciaram significativamente essas características (Quadro 2). Verificou-se, então, maior RQF em ramos localizados no terço inferior da planta (0,468) do que no terço superior (0,394) (Quadro 4). Esses valores equivalem a vingamentos de frutos iguais a 60,6% no terço superior e 53,2% no terço inferior. A maior RQF ou o menor vingamento de frutos de ramos do terço inferior não ocorreu simplesmente porque o número inicial médio de chumbinhos por ramo era menor nessa região da planta (Quadro 5), mas possivelmente pela maior intoxicação das plantas pelo herbicida.

O terço inferior foi a região da planta diretamente atingida pela deriva da calda pulverizada e que apresentou sintomas de intoxicação do 2,4-D, como mostra a avaliação de toxidez desse herbicida à saia das plantas de café, realizada 30 dias após a aplicação do herbicida (Quadro 6). Nessa ocasião, observaram-se ramos e folhas retorcidas, algumas folhas cloróticas e necróticas e, em alguns casos mais severos de injúria, dessecação do ápice do ramo plagiotrópico, principalmente daqueles mais expostos à calda pulverizada lateralmente ao cafeeiro. A redução ou mesmo a paralisação do transporte de assimilados (devido a obstrução do floema) da folha-fonte para regiões-dreno do ramo, como folhas em expansão e, principalmente, para frutos na fase de expansão rápida, pode ter acarretado o depauperamento do ramo (falta de carboidratos), comprometendo, assim, o vingamento de frutos. Quando o suprimento de carboidratos nos ramos em frutificação é severamente restringido, por exemplo pela desfolha do ramo, pode ocorrer a queda de frutos para compensar parcialmente a perda da folha, mesmo estando os frutos na fase final de expansão (CANNELL, 1971). Essa redução na carência por assimilados (devido a queda de frutos) evita que o crescimento dos frutos remanescentes no ramo seja muito afetado.

A demanda de assimilados tanto para o crescimento das gemas florais no período que antecede a antese, quanto para o crescimento do fruto, é suprida, principalmente, pela fotossíntese corrente (BARROS et al., 1982). Esta, por sua vez, depende da superfície foliar. Logo, mesmo que não ocorresse obstrução dos vasos condutores, apenas a redução na área fotossinteticamente ativa da folha, devido às injúrias, possivelmente seria fator responsável pelo menor vingamento de frutos, ou seja, maior RQF.

Quadro 4 - Valores totais médios das variáveis razão de queda de frutos (RQF), biomassa seca de frutos por ramo (BFR) e biomassa seca por fruto (BPF), em função de duas posições dos ramos no cafeeiro. Viçosa, MG, 2001

Posições dos ramos	Variáveis ^{1/}		
	RQF	BSF (g)	PSPF (g)
na planta			
terço superior	0,394 b	24,319 a	0,251 a
terço inferior	0,468 a	14,477 b	0,241 a

^{1/} Médias seguidas por uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Quadro 5 – Valores médios do número de chumbinhos e de frutos por ramo, em duas posições na planta, em diferentes épocas e doses de aplicações de 2,4-D na lavoura de café. Viçosa, MG, 2001

Dose gha ⁻¹ e. a.	Posições na planta			
	Terço superior		Terço inferior	
	Nº de chumbinhos ^{1/}	Nº de frutos (na colheita)	Nº de chumbinhos	Nº de frutos (na colheita)
Época 1: 04/10/2000 – 10 dias após a primeira florada				
0	167,60	102,80	112,00	65,03
335	175,65	98,13	138,45	70,55
670	185,20	103,55	129,15	66,20
1.005	180,53	91,58	142,68	65,23
Média - E1	177,25	99,02	130,57	66,75
Época 2: 14/12/2000 – 10 dias após a terceira florada				
0	165,00	99,23	134,48	67,50
335	149,28	86,03	135,05	68,68
670	163,85	105,20	127,70	63,23
1.005	154,53	91,03	113,20	46,10
Média - E2	158,17	95,37	127,61	61,38
Média geral	167,71	97,20	129,09	64,07

^{1/} Refere-se ao número total de frutos do ramo: chumbinhos + botões florais + frutos verdes em expansão.

Quadro 6 - Valores médios da toxidez observada na “saia” do cafeeiro, em duas épocas, aos 30 dias após a aplicação de 2,4-D na lavoura. Viçosa, MG, 2001

Herbicida	Doses (g ha ⁻¹ e.a.)	Épocas de aplicação do herbicida	
		Época 1: 04/10/00	Época 2: 14/12/00
2,4-D ^{1/}	0,0	0,0	0,0
	335,0	11,0	4,0
	670,0	22,0	12,0
	1.005,0	17,8	15,0
Médias		12,5	7,5

^{1/} DMA 806.

Maior porcentagem de pegamento de frutos em ramos da parte superior da planta foi também verificada por REIS e ARRUDA (1956), ocorrendo naturalmente em cafezais, em Campinas, SP. Eles obtiveram a média de pegamento de frutos de 57,3% na região superior da planta, 43,2% na média e 42,3% na região inferior; sendo esses índices obtidos pela relação entre o número de frutos dos ramos em fevereiro e em novembro do ano anterior. No Quadro 7 verifica-se na dose de 0,0 g ha⁻¹ de 2,4-D (testemunha) RQF de 0,361 e 0,427 (médias da duas épocas) para os terços superior e inferior da planta, respectivamente. Logo, independentemente de qualquer possível efeito do herbicida, o pegamento de frutos foi naturalmente maior em ramos no terço superior da planta (64%) do que nos inferiores (57,4%).

A biomassa seca de frutos por ramo foi significativamente maior nos ramos do terço superior da planta (Quadro 4). Este resultado ocorreu em função do maior número total médio de chumbinhos formados nesses ramos (161,09) em relação aos dos ramos da região inferior da planta (129,09) (Quadro 5). Conseqüentemente, obteve-se maior número médio final de frutos por ramo na região superior da planta (97,20) do que na inferior (64,07) (Quadro 5). Logo, as diferenças detectadas na produção de biomassa de frutos por ramo não foram devidas ao efeito do herbicida, mas a causas naturais. Todavia, a maior RQF observada para ramos do terço inferior (a qual se atribuiu o efeito da deriva do herbicida) pode ter contribuído para a menor produção de biomassa de frutos por ramo, nessa região da planta.

Quadro 7 - Valores médios das variáveis razão de queda de frutos (RQF), biomassa seca de frutos por ramo (BFR) e biomassa seca por fruto (BPF), em duas posições dos ramos na planta, em diferentes épocas e doses de aplicação de 2,4-D na lavoura de café. Viçosa, MG, 2001

Variáveis	Doses gha ⁻¹ e.a.	Época 1: 04/10/2000		Época 2: 14/12/2000	
		Terços			
		Superior	Inferior	Superior	Inferior
RQF	0	0,359	0,383	0,362	0,470
	335	0,421	0,458	0,394	0,427
	670	0,436	0,482	0,339	0,447
	1.005	0,466	0,507	0,378	0,571
BFR	0	26,275	15,715	24,947	15,072
	335	25,623	17,910	19,853	15,530
	670	25,658	16,356	26,465	15,955
	1.005	23,258	16,327	22,478	10,949
BPF	0	0,251	0,241	0,252	0,224
	335	0,256	0,254	0,233	0,226
	670	0,251	0,244	0,257	0,248
	1.005	0,255	0,255	0,248	0,235

Na tentativa de eliminar-se o efeito natural, de maior produção nos ramos superiores, e tentar constatar alguma possível diferença na produção de biomassa de frutos entre ramos superiores e inferiores, devido exclusivamente ao efeito do herbicida, foi calculada a variável biomassa seca por fruto (BPF), em cada ramo. Isso, teoricamente, seria possível, pois, partindo-se da premissa de que a superfície foliar de alguns ramos do terço inferior da planta e, conseqüentemente, o fornecimento de assimilados para os frutos nesses ramos foi comprometido, o acúmulo de biomassa desses frutos poderia ter sido reduzido, em relação àquele em frutos do ápice da planta. Ao se analisar a produção de BPF (Quadros 2 e 4), verificou-se que o fruto, tanto da saia quanto do ápice da planta, acumulou a mesma quantidade de biomassa seca. Conclui-

se, portanto, que as diferenças nas produções de biomassa de frutos por ramo e de biomassa por fruto não foram causadas pelo 2,4-D, mas devido a outras fontes de variação.

Verificou-se, também, que o fator dose foi significativo ($p < 0,05$) para a RQF (Quadro 2). Logo, foi possível ajustar uma equação de regressão relacionando essa variável com as doses de 2,4-D (Figura 3). Observou-se, então, efeito linear positivo de doses de 2,4-D sobre a RQF. Aparentemente, esse efeito pode estar associado a doses mais elevadas de 2,4-D, responsáveis por maior toxidez à planta (Quadro 6). Em *Citrus*, RODRIGUES (1960) verificou decréscimo linear no número de frutos de laranja Baianinha (*Citrus sinensis*) com o aumento da dose de 2,4-D (de até 3.000 mg por planta). Isso ocorreu principalmente quando a pulverização foi feita durante o florescimento e causou injúrias aos tecidos florais.

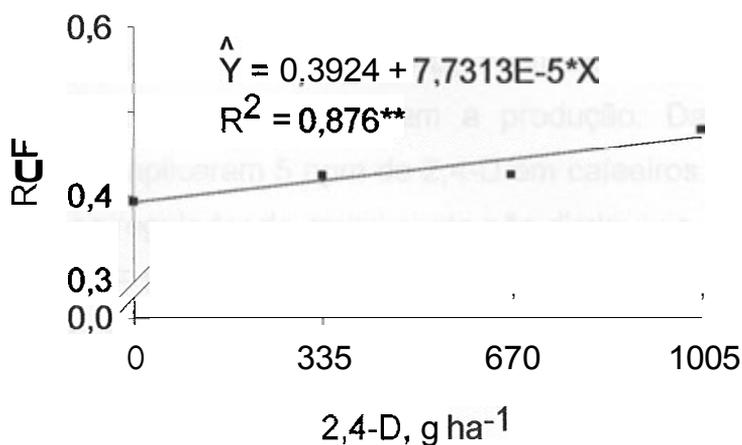


Figura 3 - Razão de queda de frutos (RQF) de café em função de doses de 2,4-D aplicadas na lavoura.

Para a queda de frutos, as doses de 2,4-D mostraram-se, então, independentes das interações com a época de aplicação e com a posição do ramo na planta, mas influenciaram significativamente aquela característica (Figura 3). Pode-se, portanto, estimar RQF iguais a 0,39 e 0,47, para as doses de 0 e 1.005 g ha⁻¹, respectivamente. Assim, para a dose de 0,0 g ha⁻¹ obteve-

se pegamento de frutos de 61%, que corresponde ao que naturalmente ocorreu na lavoura. Mesmo com a maior dose, o pegamento de frutos obtido foi alto (53%), sendo, ainda, superior aos valores referenciados anteriormente. Considerando-se a tecnologia de aplicação utilizada, o espaçamento da cultura e admitindo-se a ocorrência de deriva de aproximadamente 20% da calda pulverizada, quando foi aplicada, por exemplo, a dose de 1.005 g ha⁻¹, cada planta recebeu 30,15 mg de 2,4-D, concentrado apenas na região inferior da copa “saia”, com certeza numa superfície foliar muito pequena. Ainda, considerando que parte do herbicida que atingiu o solo pode ter sido absorvido pelo sistema radicular do cafeeiro, o 2,4-D provavelmente atingiu níveis altos no interior da planta, ocasionando os efeitos negativos discutidos.

ORTEGA (1983) aplicou 0,0, 3,75 e 7,50 mg por planta de 2,4-D, em cafeeiros com dois anos de idade, porém não constatou diferenças significativas ($p>0,05$) na queda de frutos com esses tratamentos. MIGUEL et al. (1976), em experiência preliminar no controle da queda de frutos em cafeeiro Mundo Novo e Catuaí, ambos de quatro anos de idade, utilizando concentrações de 2,5 a 15 ppm de 2,4-D, verificaram que o produto não influenciou o pegamento da florada nem a produção. Da mesma forma, MIGUEL et al. (1981) aplicaram 5 ppm de 2,4-D em cafeeiros após a florada e verificaram que esse regulador de crescimento não diminuiu a queda de frutos.

Apesar da RQF ter sido influenciada pelas doses de 2,4-D e de ter sido maior em ramos do terço inferior da planta, esse menor vingamento de frutos não contribuiu para reduções significativas na produção final por planta. Não houve, então, efeito significativo ($p>0,05$) dos fatores época e dose, isoladamente, nem da interação entre eles, para as variáveis PAC, PC, PCV, PTC e PTB, obtidas a partir de avaliações da produção de café média por planta (Quadro 8). Logo, doses de 2,4-D de até 1.005 g ha⁻¹, aplicadas na entrelinha da lavoura, na fase inicial de crescimento dos frutos, não influenciaram a produção final das plantas. No Quadro 9, são apresentados os valores médios daquelas variáveis. Considerando-se as produções médias totais de café em coco e beneficiado de 1,694 e 0,820 kg por planta, respectivamente, e o espaçamento da cultura, de 3 x 1 m, pode-se estimar uma produtividade de 5.647 kg ha⁻¹ de café em coco ou 45,6 sacas de café beneficiado ha⁻¹.

Quadro 8 - Resumo da análise de variância das produções de café por planta após a colheita (PAC), café em coco (PC), café em coco varrido do chão (PCV), total de café em coco (PTC = PC + PCV) e da produção total de café beneficiado (PTB), em função de épocas de aplicação e doses de 2,4-D. Viçosa, MG, 2001

Fontes de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		PAC	PC	PCV	PTC	PTB
Blocos	4	0,41025 ^{ns}	0,04839 ^{ns}	661,813 ^{ns}	0,05424 ^{ns}	0,01806 ^{ns}
Época aplicação (EP)	1	0,00333 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	441,560 ^{ns}	0,00011 ^{ns}	0,00002 ^{ns}
Resíduo (a)	4	0,80670	0,06691	257,900	0,06934	0,02164
Dose (D)	3	0,53982 ^{ns}	0,08730 ^{ns}	225,673 ^{ns}	0,08676 ^{ns}	0,02249 ^{ns}
EP x D	3	0,26693 ^{ns}	0,03896 ^{ns}	161,648 ^{ns}	0,03740 ^{ns}	0,00866 ^{ns}
Resíduo (b)	24	0,52111	0,05722	490,888	0,05517	0,01973
CV (%) – subparcela		16,017	14,661	36,475	13,880	17,115
CV (%) – parcela		19,928	15,855	26,436	15,559	17,929

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Mesmo não tendo causado efeito na produção final das plantas, é possível que o 2,4-D tenha sido parcialmente absorvido pelo sistema radicular do cafeeiro, visto que a maior quantidade do herbicida aplicado atingiu diretamente a superfície do solo, dada a pequena cobertura do solo com plantas daninhas (Figura 2). Desconsiderando-se as perdas por volatilização e escoamento superficial que certamente ocorreram, o herbicida pode ter movimentado-se no perfil, atingindo o sistema radicular do cafeeiro devido, principalmente, à média acidez ativa do solo e ao seu elevado teor de argila (WEBER et al., 1965; THOMPSON et al., 1984; SOUZA, 1994), além da elevada precipitação no período (Figura 4). Diferentemente desses fatores, o teor médio de matéria orgânica do solo (3,39 dag kg⁻¹) pode ter contribuído para uma possível menor movimentação do 2,4-D até as raízes do cafeeiro, uma vez que a matéria orgânica é a principal característica do solo responsável pela adsorção do 2,4-D (WEBER et al., 1965; STEVENSON 1972a; THOMPSON et al., 1984; LUCHINI, 1987).

Quadro 9 - Valores médios das produções de café por planta, em função de diferentes épocas e doses de aplicação de 2,4-D na lavoura. Viçosa, MG, 2001

Variáveis	Doses g hã ¹	Épocas	
		1: 04/10/00	2: 14/12/00
Após colheita - PAC (kg por planta)	0	4,640	4,505
	335	4,455	4,386
	670	4,902	4,681
	1.005	3,994	4,494
	Média	4,498	4,516
Café em coco ² - PC (kg por planta)	0	1,688	1,612
	335	1,665	1,575
	670	1,755	1,728
	1.005	1,425	1,605
	Média	1,633	1,630
Café coco varrido do chão – PCV (g por planta)	0	48,540	62,657
	335	52,053	63,620
	670	66,613	62,710
	1.005	62,473	67,313
	Média	57,420	64,075
Total de café em coco – PTC (kg por planta)	0	1,736	1,674
	335	1,717	1,639
	670	1,822	1,791
	1.005	1,487	1,672
	Média	1,691	1,694
Total de <i>café</i> beneficiado ^{2/} - PTB (kg por planta)	0	0,801	0,818
	335	0,844	0,793
	670	0,907	0,861
	1.005	0,733	0,806
	Média	0,821	0,820

^{1/} Umidade do café em *coco*, após secagem natural, em terreiro concretado: 8,8%.

^{2/} Umidade do café beneficiado: 9.7%.

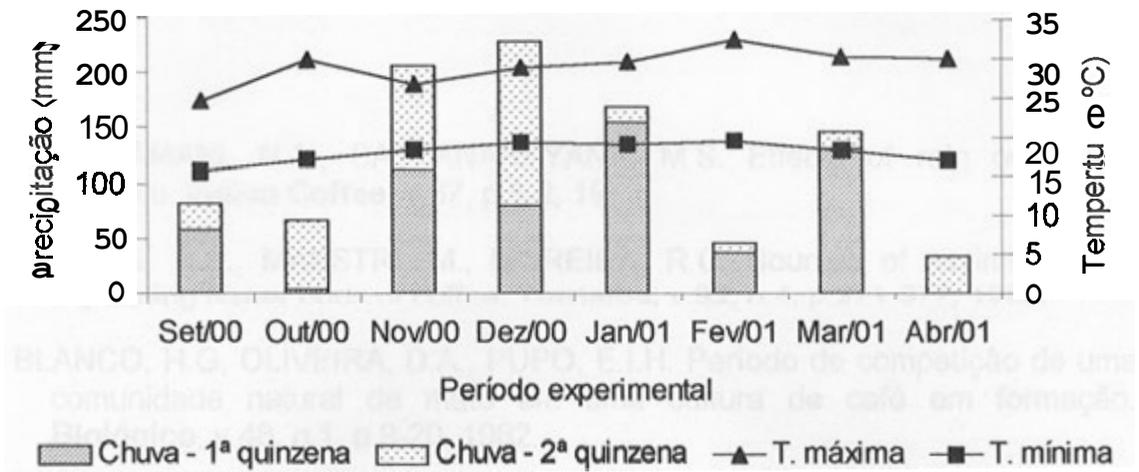


Figura 4 - Precipitação e temperaturas máxima e mínima médias mensais da região de Viçosa, durante o período experimental. Viçosa, MG, 2001.

4.4. CONCLUSÕES

Pôde-se concluir que: (i) a época de aplicação do 2,4-D não afetou a queda de frutos; (ii) o aumento da dose de 2,4-D causou reduções de até 13% no pegamento de frutos, que foi menor em ramos do terço inferior da planta (53,2%) do que no terço superior (60,6%). Possivelmente, isso foi devido à intoxicação das plantas na saia, pela deriva do 2,4-D; (iv) o 2,4-D, em doses de até 1.005 g ha⁻¹, em aplicação dirigida após a primeira ou terceira floradas, não afetou a produção final das plantas de café tratadas.

4.5. LITERATURA CITADA

- AWATRAMANI, N.A., SATYANARAYANA, M.S. Effects of rain on coffee blossom. **Indian Coffee**, v.37, p.1-2, 1973.
- BARROS, R.S., MAESTRI, M., MOREIRA, R.C. Sources of assimilates for expanding flower buds of coffee. **Turrialba**, v.32, n.4, p.371-377, 1982.
- BLANCO, H.G, OLIVEIRA, D.A., PUPO, E.I.H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v.48, n.1, p.9-20, 1982.
- CANNELL, M.G.R. Effects of fruiting, defoliation and ring-barking on the accumulation and distribution of dry matter in branches of *Coffea arabica* L. in Kenya. **Expl. Agric.**, v.7, p.63-74, 1971.
- CLOWES, M.St.J. Physiological dieback of coffee. **Rhodesia Agric. J.**, v.70, p.85-89, 1973.
- GOPAL, N.H. Preliminary studies on the control of fruit drop in arabica coffee. **Indian Coffee**, v.35, n.16, p.413-417, 1971.
- HELLING, C. Pesticide mobility in soils. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, v.35, n.5, p.732-748, 1971.
- HERMES, L.C. **Adsorção e mobilidade dos herbicidas 2,4-D e ametrina em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1991. 79p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1991.
- HERNANDEZ, T.P., WARREN, G.F. Some factors affecting the rate of inactivation and leaching of 2,4-D in different soils. **Proc. Am. Soc. Hortic. Sci.** v.56, p.287-293, 1950.
- HUXLEY P.A., ISMAIL, S.A.H. Floral antrophy and fruit set in Arabica coffee in Kenya. **Turrialba**, v.19, n.3, p.345-454, 1969.
- LIEBL, R., THILL, D. Growth regulator herbicides. In: **HERBICIDE ACTION COURSE**. Purdue University: Indiana, 2000. p.292-305.
- LUCHINI, L.C. **Adsorção, dessorção dos herbicidas paraquat, diuron e 2,4-D em seis solos brasileiros**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1987. 91p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1987.
- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B., FRANCO, C.M., FERREIRA, A.J., SILVA, O.A., MACHADO, J.R. Estudos das causas de queda de frutos do café. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEEIRAS, 9, 1981, São Lourenço. **Resumos...** Rio de Janeiro, RJ: IBC-GERCA, 1981. p.416-418.
- MIGUEL, A.E., MATIELLO, J.B., SILVA, J.B.S., ALVARENGA, G. Estudos preliminares no controle da queda de frutos de cafeeiros através da

- aplicação de 2,4-D. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE PESQUISAS CAFEÉIRAS, 4, 1976, Caxambu, MG. **Resumos...** Rio de Janeiro, RJ: IBC-GERCA, 1976. p.65-67.
- MONTOYA, L.A., SYLVAIN, P.G. Aplicación de soluciones de azúcar en aspersiones foliares, para prevenir la caída prematura del grano verde del café. **Turrialba**, v.12, n.2, p.100-101, 1962.
- NACIF, A.P. **Fenologia e produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí sob diferentes densidades de plantio e doses de fertilizantes, no cerrado de Patrocínio, MG.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 124p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- NETER, J., WASSERMAN, V., KUTNER, M.H. **Applied linear statistical models: regression, analysis of variance and experimental designs.** Homewood: Richard A. Irwin, 1990. 842p.
- NJOROGE, J.M. Weeds and weed control in coffee. **Exp. Agric.**, v.30, p.421-429, 1994.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas.** Viçosa, MG: UFV, 1998. 83p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- ORSENIGO, J.R., SEGALL, R.H., SMITH, O., WELLMAN, F.L. Systematic foliage distortions in coffee attributed to 2,4-D. **Turrialba**, v.3, p.100-101, 1953.
- ORTEGA, J.L.C. **Efeito do 2,4-D e ethrel na queda e amadurecimento do fruto de café (*Coffea arabica* L.).** Lavras, MG: ESAL, 1983. 75p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1983.
- RAJU, K.S., SRINIVASAN, C.S., VISHVESHWARA, S. Vegetative floral balance in coffee. III. Effect of thinning of blossom on set and bean size. **Indian Coffee**, v.39, p.217-219, 1975.
- REIS, A.J., ARRUDA, H.V. Frutificação do cafeeiro. **Bragantia**, v.15, n.9, p.93-98, 1956.
- RENA, A.B., MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: RENA, A.B., MALAVOLTA, W., ROCHA, M. YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade**, Piracicaba, SP: **POTAFos**, 1986. p.13-86.
- RODRIGUES, B.N., ALMEIDA, F.S. **Guia de Herbicidas.** 4. ed. Londrina, PR, 1998. 648p.
- RODRIGUEZ, O. Efeitos do 2,4-D em laranjeira baianinha. **Bragantia**, v.19, n.47, p.753-765, 1960.

- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 2001. 94p.
- RONCHI, C.P., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. MELO, H.B. Efeito da deriva simulada de diversos herbicidas sobre mudas de café (*Coffea arabica* L.) com nove meses de idade a campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu, PR. **Resumos...** Londrina, PR: SBPCD, 2000. p.479.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS - SAEG**. versão 7.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernades, 1997.
- SOUZA, A.P. **Atividade do oxyfluorfen, 2,4-D e glifosate, em solos com diferentes texturas na presença e na ausência de composto orgânico**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 71p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- SRINIVASAN, C.S. Studies on yield components in *Coffea arabica* L.: observations on flower clusters and fruit set in 1344 S.12 kaffa. **Turrialba**, v.22, p.27-29, 1972.
- STEVENSON, F.J. Organic matter reactions involving herbicides in soil. **J. Environ. Qual.**, v.1, n.4, p.333-343, 1972a.
- THOMPSON, D.G., STEPHENSON, G.R., SOLOMOM, K.R., SKEPASTS, A.V. Persistence of (2,4-Dichlorophenoxy)acetic acid and 2-(2,4-dichlorophenoxy)propionic acid in agricultural and forest soils of Northern and Southern Ontario. **J. Agric. Food Chem.**, v.32, n.3, p.578-581, 1984.
- VIEIRA, E.M., PRADO, A.G.S., LANDGRAF, M.D., REZENDE, O.O. Estudo da adsorção/dessorção do ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D) em solo na ausência e presença de matéria orgânica. **Química Nova**. v.22, n.3, p.305-308, 1999.
- WEBER, J.B., PERRY, P.W., UPCHURCH, R.P. The influence of temperature and time on the adsoption of paraquat, diquat, 2,4-D and prometone by clays, charcoal, and an anion-exchange resin. **Proc. Soil Sci. Soc. Am.**, v.29, p.678-688, 1965.
- WILSON JUNIOR, R.G., CHENG, H.H. Breakdown and movement of 2,4-D in the soil under field conditions. **Weed Sci.**, v.24, n.5, p.41-466, 1976.
- WORMER, T.M. The growth of the coffee berry. **Ann. Bot.**, v.28, n.109, p.47-55. 1964.

III. CONCLUSÕES GERAIS

Pôde-se concluir-se que *Bidens pilosa*, *Commelina diffusa*, *Leonurus sibiricus* e *Richardia brasiliensis*, mesmo em baixas densidades, exerceram forte competição sobre as plantas de café, afetando-lhe adversamente o crescimento e o conteúdo relativo de nutrientes. A altura das plantas, o número de folhas e a biomassa seca da parte aérea do cafeeiro foram severamente reduzidas com o aumento da densidade de *C. diffusa*. Esta planta, reduziu, também, o CR de nutrientes e predisps a cultura ao ataque de *Cercospora coffeicola*. *Bidens pilosa* foi a única planta daninha que causou reduções de todas as características avaliadas na parte aérea de plantas de café e que extraiu a maior quantidade de nutrientes. *Nicandra physaloides* e *Sida rhombifolia* foram as espécies que causaram menor interferência no cafeeiro. O grau de interferência (ou de competição) variou com a espécie e com a densidade de plantas daninhas.

Commelina diffusa foi mais tolerante ao carfentrazone-ethyl, isolado ou associado com o glyphosate ou glifosate potássico do que *C. benghalensis*. Tanto o glyphosate quanto o glifosate potássico, isolados, foram ineficientes no controle de ambas as espécies de trapoerabas. As misturas desses herbicidas foram superiores (no controle de trapoerabas) às suas aplicações isoladas, com exceção do carfentrazone-ethyl, na dose de 50 g ha⁻¹, para *C. benghalensis*. A associação do carfentrazone-ethyl com glyphosate e, ou, glifosate potássico proporcionou controle razoável de *C. diffusa* e excelente de *C. benghalensis*, principalmente quando o carfentrazone-ethyl estava presente

nessas misturas, em doses superiores a 30 g ha⁻¹. As aplicações seqüenciais, com intervalo de 21 dias, de (paraquat + diuron) + (carfentrazone-ethyl + glyphosate) e de (paraquat + diuron) + (paraquat + diuron), também proporcionaram excelente controle das trapoerabas avaliadas. Apenas uma aplicação, mesmo dos tratamentos mais eficientes, não foi suficiente para o controle definitivo de *Commelina* spp., haja vista a rebrota de *C. diffusa* e a reinfestação dos vasos por *C. benghalensis*, a partir de suas sementes subterrâneas.

A época de aplicação do 2,4-D, após a primeira ou terceira floradas, não afetou a queda de frutos. O aumento da dose de 2,4-D causou reduções de até 13% no pegamento de frutos, foi menor em ramos do terço inferior da planta (53,2%) do que no terço superior (60,6%). Possivelmente isso foi devido à intoxicação das plantas na saia, pela deriva do herbicida. O 2,4-D, em doses de até 1.005 g ha⁻¹, em aplicação dirigida à entrelinha da lavoura, na fase de chumbinho, não afetou a produção final das plantas de café.