

EFEITO DE SUBDOSES DE GLYPHOSATE SOBRE OS PARÂMETROS FOTOSSINTÉTICOS DO CAFEIEIRO¹

Felipe Paolinelli de Carvalho²; Vinícius Teixeira Lemos²; Lilian Alves de Carvalho Reis²; Nycolas Carvalho Schiavon³; Moises de Avelar³, Renan Luis da Silva Marinho³, André Cabral França⁴

¹ Trabalho financiado CNPq e FAPEMIG

² Mestrando em Produção Vegetal (PPGPV/UFVJM) – Diamantina/MG - felipepaolinelli@yahoo.com.br; lemosvt@yahoo.com.br; lilian_reis@ymail.com

³ Graduando em Agronomia – UFVJM – Diamantina/MG - nc_schiavon@yahoo.com.br; moiseslagoa@yahoo.com.br; renanluiss.marinho@gmail.com.

⁴ Professor UFVJM – Diamantina/MG - cabralfranca@yahoo.com.br

RESUMO: Para o controle de plantas daninhas em lavouras cafeeiras geralmente os produtores utilizam herbicidas não-seletivos, como o glyphosate, empregado em aplicações dirigidas, por suas melhores características físico-químicas, econômicas e ambientais. Apesar de todos os cuidados com a aplicação dirigida são constatados casos de intoxicação e sendo de fundamental importância o conhecimento dos efeitos sobre os processos fotossintéticos. Objetivou-se com este trabalho ampliar o conhecimento dos efeitos da deriva de glyphosate nos parâmetros fotossintéticos do cafeeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se três cultivares de café (*Coffea arabica*) de porte baixo: Acaiaí (MG-6851), Catucaí Amarelo (2 SL) e Topázio (MG-1190). O experimento foi instalado em esquema fatorial (3 x 3), sendo o primeiro fator correspondente aos cultivares de café e o segundo as subdoses de glyphosate, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As doses testadas foram: 0,0; 115,2 e 460,8 g ha⁻¹ de glyphosate, correspondentes, respectivamente, a 0,0; 8,0 e 32,0% da dose comercial recomendada para o controle das plantas daninhas (1.440 g ha⁻¹). Aos 120 dias após o transplante, realizou-se a aplicação do glyphosate, utilizando pulverizador costal pressurizado a CO₂. Aos 15 dias após aplicação do herbicida (DAA), avaliou-se a concentração de CO₂ da câmara subestomática (C_i - μmol mol⁻¹) e a taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹), sendo ainda, calculado a partir dos valores de CO₂ de referência e CO₂ na câmara de avaliação o CO₂ consumido pela planta (ΔC - μmol mol⁻¹) e a razão entre a concentração de CO₂ interna e do ambiente (C_i/C_a). As avaliações foram realizadas na última e quarta folha completamente expandida contadas a partir da base da planta, utilizando-se analisador de gases no infravermelho (IRGA). Observou-se comportamentos diferenciados entre os cultivares, sendo que, apenas o consumo de CO₂ (ΔC) na última folha completamente expandida não diferiu entre os cultivares. Entre as dosagens, observa-se que, com o aumento da dose, há sempre um decréscimo no parâmetro fotossintético avaliado, mesmo a diferença significativa sendo apenas na maior dose, porém na última folha isso só ocorre com o C_i/C_a.

Palavras-Chave: *Coffea arabica*, herbicida, fotossíntese.

EFFECT OF SUBLETHAL GLYPHOSATE RATES ON PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS COFFEE

ABSTRACT: For the control of weeds in coffee plantation, growers usually use non-selective herbicide, such as glyphosate, used in directed applications because his best physical and chemical characteristics, economic and environmental. Although all care in the directed application are found cases of poisoning which is paramount in understanding the effects on photosynthetic processes. The objective of this work was expand the knowledge of the effects of glyphosate drift on photosynthetic parameters of coffee. The experiment was conducted in greenhouse using three coffee cultivars (*Coffea arabica*) of short stature: Acaiaí (MG-6851), Catucaí Amarelo (2 SL) and Topázio (MG-1190). The experiment was a factorial (3 x 3), the first factor corresponding to the cultivars of coffee and the second to sublethal rates of glyphosate in a randomized block design with four replications. The dose tested were 0,0; 115,2 and 460,8 g ha⁻¹ of glyphosate, corresponding, respectively, 0,0, 8,0 and 32,0% of the recommended rate for weed control (1,440 g ha⁻¹). At 120 days after transplanting, there was the application of glyphosate, using a CO₂ pressurized backpack sprayer. At 15 days after herbicide application (DAA) was evaluated the concentration of CO₂ in the chamber (C_i - mol mol⁻¹) and photosynthetic rate (A - mol m⁻² s⁻¹), still being calculated from the reference values of CO₂ and CO₂ in the evaluation chamber, the CO₂ consumed by the plant (ΔC - mol mol⁻¹) and the reason between the CO₂ internal and the environment concentration (C_i/C_a). The evaluations were done at the last and fourth fully expanded leaf counted from the base of the plant, using an infrared gas analyzer (IRGA). Was observed behaviors differ between cultivars, being that, only the ΔC in the last fully expanded leaf did not differ among cultivars. Between doses, is observed, with increasing dose, there is always a decrease in photosynthetic parameter measured, same the difference being that only the highest dose.

Key words: *Coffea arabica*, herbicide, photosynthesis.

INTRODUÇÃO

Apesar do cafeeiro já conquistar um desenvolvido e significativo patamar no agronegócio, dado sua grande importância na economia brasileira (Miranda et al., 2006), os produtores tem de se esforçar a fim de garantir a competitividade e a permanência na atividade, tornando a lavoura mais produtiva, rentável e lucrativa (França et al., 2010). Entretanto, o sucesso na atividade está condicionado em obter maior produtividade ou redução nos custos de produção, ou pela otimização dos fatores da cadeia produtiva, dentre os quais se enquadra o adequado manejo das plantas daninhas (Alcântara e Ferreira, 2000; Ronchi et al., 2001).

O controle químico das plantas daninhas, por sua vez, tem sido o método mais utilizado, a fim de obter maior eficiência e economia no controle das plantas daninhas (França et al., 2010). Apesar de existir vários herbicidas registrados para o cafeeiro, poucos podem ser aplicados diretamente sobre as plantas de café, apresentando seletividade para a cultura e podendo ser aplicado em pós-emergência das plantas daninhas (Ronchi et al., 2003). Todavia, uma saída que muitos cafeicultores utilizam é a aplicação de herbicidas não-seletivos, como o glyphosate, empregado em aplicações dirigidas (França et al., 2010). No entanto, a aplicação deve ser de forma dirigida sobre as plantas daninhas, evitando, assim, o contato do produto com as folhas do cafeeiro.

França et al. (2010) avaliando o crescimento de plantas de café submetidas a subdoses de glyphosate, verificaram que, após 120 dias da aplicação, as plantas conseguiram recuperar o crescimento da parte aérea e reduzir os sintomas visuais. No entanto, sintomas visuais de danos nem sempre estão correlacionados com perda da produtividade. Alguns herbicidas podem não causar sintomas visíveis nas plantas, mas podem comprometer o crescimento e o desenvolvimento delas durante o ciclo da cultura (Carvalho et al., 2009), porém, danos as plantas podem ser avaliados pela sua influência indireta sobre as variáveis associadas à fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2006).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho em ampliar o conhecimento a respeito de efeitos da deriva de glyphosate nos parâmetros fotossintéticos do cafeeiro é fundamental para o melhor entendimento quanto aos reais efeitos no seu crescimento, desenvolvimento e produtividade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando-se três cultivares de café (*Coffea arabica*) de porte baixo: Acaiaí (MG-6851), Catucaí Amarelo (2 SL) e Topázio (MG-1190).. No estádio de cinco pares de folhas completamente expandidas, as plantas foram transplantadas em vasos contendo 10 L de substrato composto por solo peneirado e esterco de curral curtido (3:1). A análise química do solo apresentou o seguinte resultado: pH (água) de 4,7; teor de matéria orgânica de 2,4 dag kg⁻¹; P e K de 2,3 e 48 mg dm⁻³, respectivamente; Ca, Mg, Al, H+Al e CTCefetiva de 1,4; 0,4; 0,6; 6,27 e 2,52 cmolc dm⁻³, respectivamente.

O experimento foi instalado em esquema fatorial (3 x 3), sendo o primeiro fator correspondente as cultivares de café e o segundo as subdoses de glyphosate, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As doses testadas foram: 0,0; 115,2 e 460,8 g ha⁻¹ de glyphosate, correspondentes, respectivamente, a 0,0; 8,0 e 32,0% da dose comercial recomendada para o controle das plantas daninhas (1.440 g ha⁻¹). A parcela experimental foi constituída de um vaso, contendo uma planta.

Aos 120 dias após o transplante, em setembro de 2008, quando as plantas de café se apresentavam com cerca de 21 pares de folhas e seis ramos plagiotrópicos, realizou-se a aplicação do glyphosate de modo que não se atingisse o terço superior das plantas de café, utilizando pulverizador costal pressurizado a CO₂, calibrado na pressão constante de 250 kPa, munido com uma barra, com duas pontas de pulverização tipo leque (TT11002) espaçadas de 50 cm entre si, o que proporcionou aplicação de 200 L ha⁻¹ de calda. No momento da aplicação, aferiu-se a temperatura do ar (25,3 oC ± 1), a umidade relativa do ar (80% ± 3) e a velocidade do vento (2 km h⁻¹). Após a aplicação do glyphosate, as plantas permaneceram fora da casa de vegetação por 24 horas, protegidas do contato das folhas com a água de irrigação ou da chuva, visando evitar a lavagem do produto.

Aos 15 dias após aplicação do herbicida (DAA), avaliou-se a concentração de CO₂ da câmara subestomática (C_i - μmol mol⁻¹) e a taxa fotossintética (A - μmol m⁻² s⁻¹), sendo ainda, calculado a partir dos valores de CO₂ de referência e CO₂ na câmara de avaliação o CO₂ consumido pela planta (ΔC - μmol mol⁻¹) e a razão entre a concentração de CO₂ interna e do ambiente (C_i/C_a). As avaliações foram realizadas na última e quarta folha completamente expandida contadas a partir da base da planta, utilizando-se analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p ≤ 0,05). Logo após, a interação foi desdobrada e submetida ao teste Tukey a 5%, resultando em comparações entre as três cultivares e entre as três dosagens de cada variável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto às comparações entre cultivares, observou-se comportamentos diferenciados entre eles, sendo que, apenas o consumo de CO₂ (ΔC) na última folha completamente expandida não se diferiu entre os cultivares. Para as comparações entre as dosagens, observa-se que, com o aumento da dose, há sempre um decréscimo no parâmetro fotossintético avaliado, mesmo apresentando diferença significativa apenas na maior dose. Tal comportamento, na última folha completamente expandida, só foi semelhante no parâmetro C_i/C_a, onde a dose as dosagens se diferenciaram da dose 0, sem aplicação do glyphosate.

Aos 15 DAA e analisando na quarta folha completamente expandida, o carbono interno (Ci) dos cultivares Acaiaí e Catucaí se diferenciou do encontrado no cultivar Topázio, que obteve valor superior. O consumo de CO₂ (ΔC) do cultivar Acaiaí foi superior aos demais cultivares, sendo este cultivar também superior quanto à taxa fotossintética (A), sendo as outras cultivares semelhantes nestas duas variáveis. A razão Ci/Ca também se diferenciou, tendo o cultivar Topázio o maior valor e diferenciando-se dos demais cultivares avaliados (Figura 1).

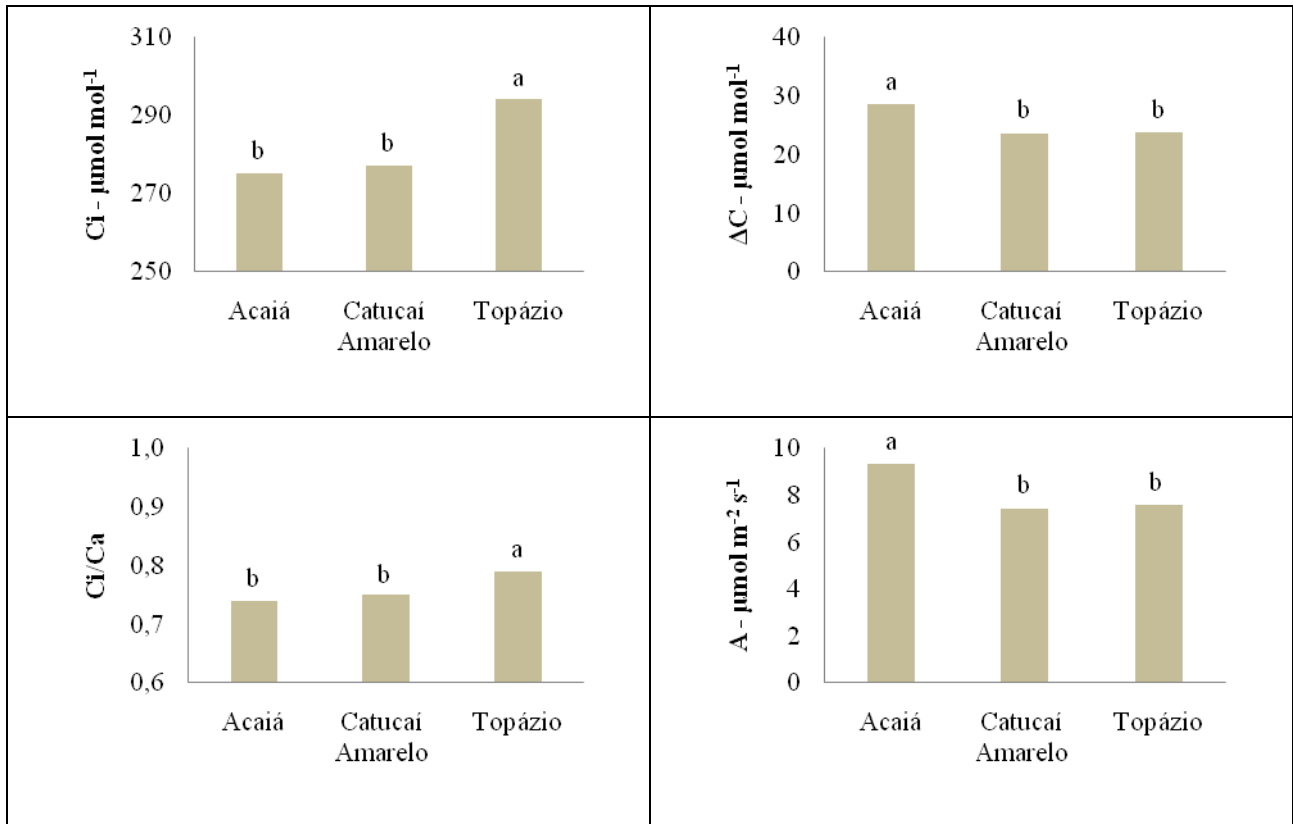
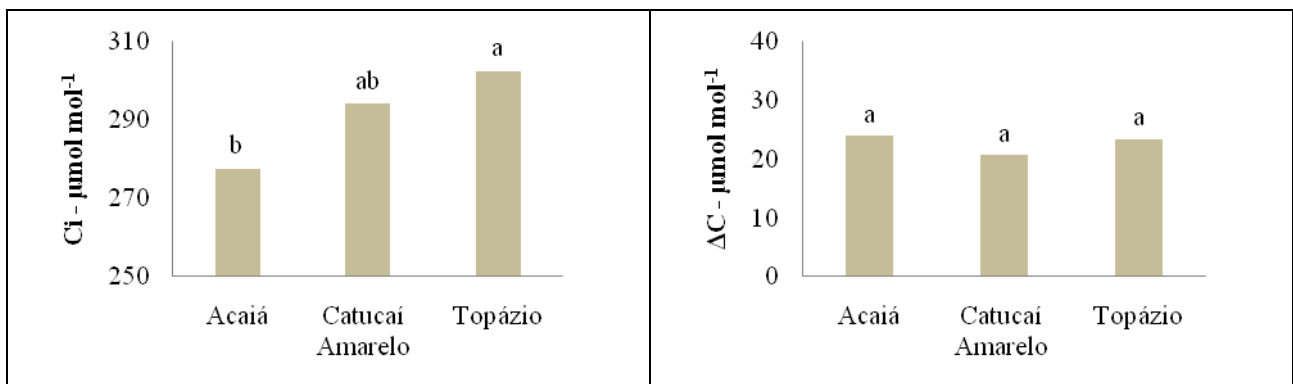


Figura 1 - Carbono interno (Ci), consumo de CO₂ (ΔC), razão carbono interno e carbono da atmosfera (Ci/Ca) e taxa fotossintética medidos na quarta folha completamente expandida de três cultivares de café (*Coffea arabica*) sob efeito de doses de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.

Ao avaliar a última folha completamente expandida aos 15 DAA, pode-se observar comportamentos diferentes entre as cultivares. O cultivar Acaiaí obteve o menor valor tanto de Ci como de Ci/Ca, o cultivar Topázio nas mesmas variáveis ficou com os maiores valores, já o cultivar Catucaí Amarelo não se diferenciou de nenhum dos outros cultivares, quanto ao Ci e Ci/Ca. Por outro lado, o ΔC não se diferenciou entre os cultivares, já a A foi menor no cultivar Catucaí Amarelo e maior no Topázio, tendo o Acaiaí valores intermediários não se diferenciando dos outros cultivares (Figura 2).



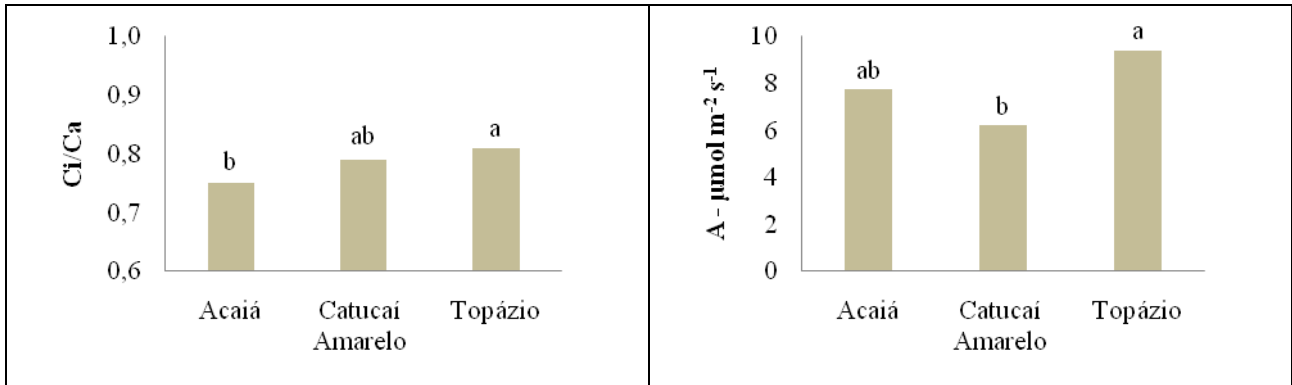


Figura 2 - Carbono interno (Ci), consumo de CO₂ (ΔC), razão carbono interno e carbono da atmosfera (Ci/Ca) e taxa fotossintética medidos na ultima folha completamente expandida de três cultivares de café (*Coffea arabica*) sob efeito de doses de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.

Avaliou-se também as plantas quanto às dosagens, que aos 15 DAA e comparando na quarta folha completamente expandida, seu Ci mostrou-se diferenciado para cada dosagem, ou seja, as três doses (0; 115,2 e 460,8 g ha⁻¹) se diferenciaram quanto ao Ci, tendo decréscimo deste com o aumento da dosagem. O ΔC, assim como a A, se diferenciou apenas na maior dosagem (460,8 g ha⁻¹), portanto não observou-se nenhum efeito da menor dose, por não se diferenciar da dose 0. Não obstante, o Ci/Ca já se diferenciou a partir da menor dose, que alias não se individualizou, sendo semelhante a maior dose (Figura 3).

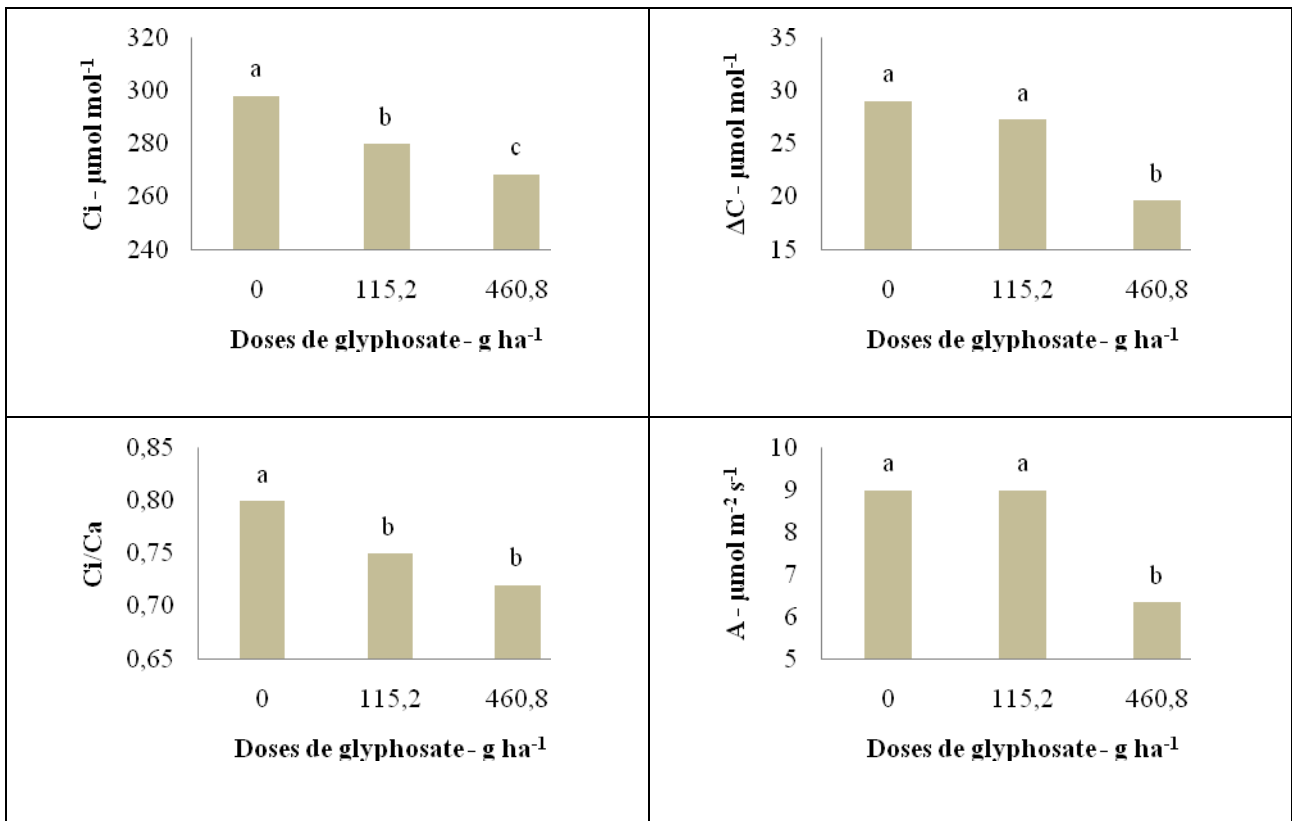


Figura 3 - Carbono interno (Ci), consumo de CO₂ (ΔC), razão carbono interno e carbono da atmosfera (Ci/Ca) e taxa fotossintética medidos na quarta folha completamente expandida das cultivares de café (*Coffea arabica*) sob efeito das três doses de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.

Na ultima folha completamente expandida os parâmetros fotossintéticos Ci, ΔC e A não se diferenciaram. Por outro lado, o Ci/Ca reduziu-se com a aplicação do glyphosate, diferindo-se as dosagens da dose 0, e assim, não diferindo entre as duas dosagens (Figura 4).

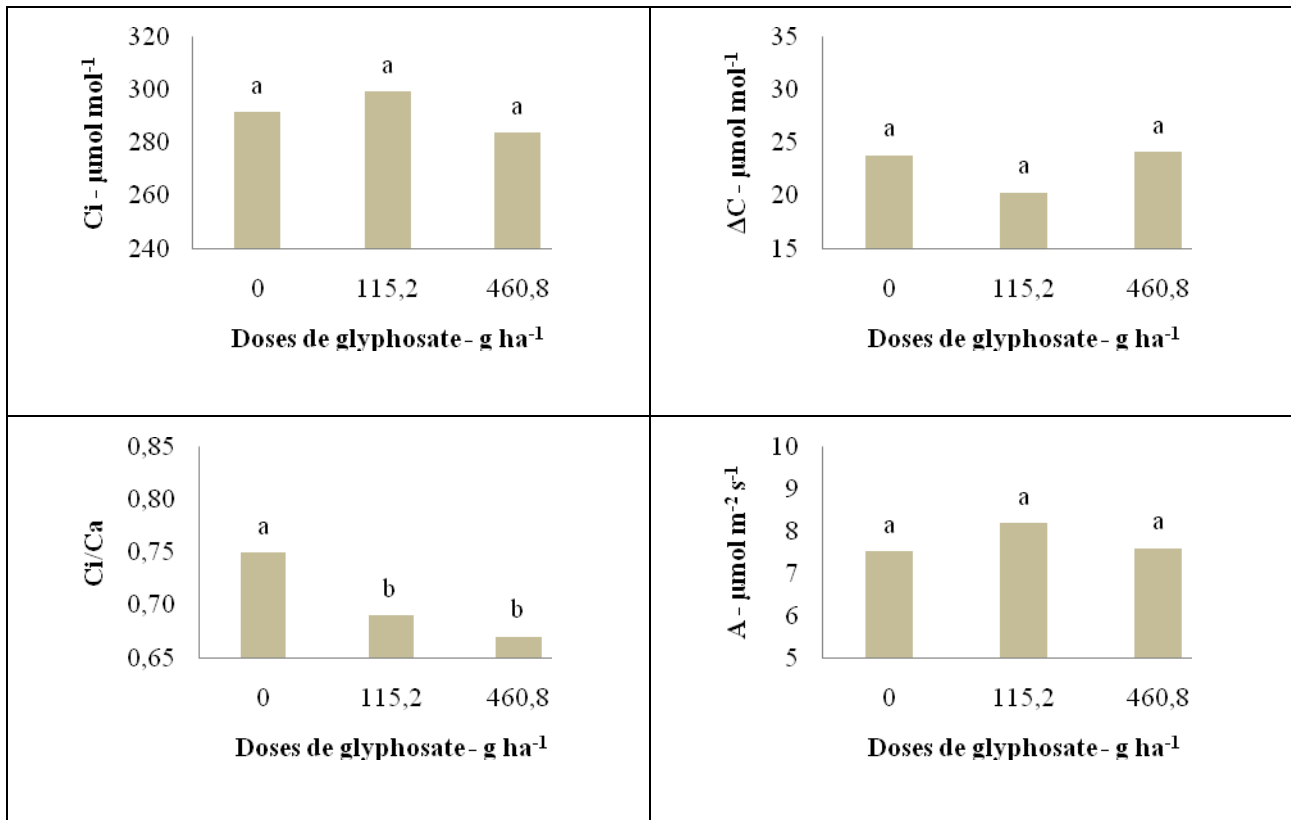


Figura 4 - Carbono interno (Ci), consumo de CO₂ (ΔC), razão carbono interno e carbono da atmosfera (Ci/Ca) e taxa fotossintética medidos na ultima folha completamente expandida das cultivares de café (*Coffea arabica*) sob efeito das três doses de glyphosate, aos 15 dias após a aplicação.

CONCLUSÕES

Em uma análise conjunta, podemos observar que a cultivar Acaiá teve seus parâmetros menos afetados com aplicação do glyphosate, pois ela obteve sempre valores mais elevados de ΔC e A, o que não poderia ter ocorrido com os valores de Ci e Ci/Ca, já que tanto a A como o ΔC utiliza o carbono interno como substrato, ou seja, o Ci é gasto em maior quantidade quando se tem valores mais elevados de ΔC e A, e caso se reduza o ΔC e A pode haver um acúmulo de Ci e, consequentemente, Ci/Ca.

Quanto à dose do glyphosate, nota-se que sempre houve algum efeito da aplicação do glyphosate aos 15 DAA, mesmo tendo efeito apenas na maior dose, porém, aos 45 DAA, as plantas já se mostraram não tão diferenciadas quanto à dose aplicada, obtendo apenas diferença no ΔC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, E. N. e FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:711-721, 2000.
- CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R. R.; FIGUEIRA, A. V. O. e CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009.
- FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L. e VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010.
- MIRANDA, G. R. B.; GUIMARÃES, R. J.; BOTREL, É. P.; CAMPOS, V. P.; ALMEIDA, G. R. R. e GONZALEZ, R. G.. Formação de mudas de cafeeiro em substratos oriundos de diferentes métodos de desinfestação. **Bragantia**. vol. 65, n. 2, p. 303-307. 2006.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. **Manejo de plantas daninhas em lavouras de café**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitopatologia, 2001. 94 p.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. e FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 21, n. 2, p. 219-227, 2003.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer, 2006. 705 p.