



ISSN: 2525-815X

Journal of Environmental Analysis and Progress

Journal homepage: www.jeap.ufrpe.br/

10.24221/jeap.4.4.2019.2740.273-279



Uso de sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro submetidas à deriva de glyphosate

Use of sucrose in the detoxification of coffee plants submitted to the glyphosate drift

Levy Tadin Sardinha^a, Caroline Maira Miranda Machado^a, Leandro Alves Macedo^b, Brendo de Oliveira Ferreira^a, André Cabral França^a, Edson Aparecido dos Santos^c, Fausto Henrique Vieira Araújo^a, Eudes Neiva Júnior^a

^a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri-UFVJM, Departamento de Ciências Agrárias, Campus JK, Rodovia MGT 367, Km 583, nº 5.000, Alto da Jacuba, Diamantina-MG, Brasil. CEP: 39100-000. E-mail: levy.tadin@yahoo.com.br, carolmaira40@gmail.com, brendoagro@gmail.com, cabralfranca@yahoo.com.br, faustonura@gmail.com, eudesneiva@hotmail.com

^b Universidade Federal de Viçosa-UFV, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Av. Peter Henry Rolfs, s/n - Campus Universitário, Viçosa-MG, Brasil. CEP: 36570-900. E-mail: alvesleandro37@gmail.com.

^c Universidade Federal de Uberlândia-UFU, Instituto de Ciências Agrárias, Campus Monte Carmelo, Rodovia LMG 746, Km 01, sn, Monte Carmelo-MG, Brasil. CEP: 38500-000. E-mail: edsonsantos@ufu.br.

ARTICLE INFO

Recebido 10 Set 2019
Aceito 30 Out 2019
Publicado Dia Mês Ano

ABSTRACT

The weed control is of great importance in coffee growing, because they compete with coffee for light, water and nutrients. Chemical control has been highlighted with the use of glyphosate, with post-emergent action and not selective to the coffee. However, when applied to coffee crops, it can negatively affect these crops due to the effect of drift. The objective was to evaluate the potential of sucrose in the detoxification of young coffee plant affected by glyphosate. The experiment was conducted in a greenhouse, in the coffee sector of the Department of Agronomy of the Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM). The experimental design was a randomized complete block design in a 3 x 4 factorial scheme, with three cultivars of arabica coffee (Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2) and four sucrose underdoses. The plants were submitted to 720 g ha⁻¹ of glyphosate, simulating an accidental drift, with solutions of sucrose solution in the combinations of 0%, 1%, 2% and 4%. The main substrates were intoxication, growth and physiological characteristics. The plants grow in new leaves, in the meristematic regions of the plants, being an Icatu cultivar the most affected. In the physiological parameters, observed in doses equal to or greater than 2%, sucrose was effective in reversing intoxication process of the cultivars used. In the growth parameters, sucrose contributed to the increase of biomass of coffee plants, with increased concentrations, with marked effect on Catiguá MG2 and Catuaí IAC 144 cultivars.

Keywords: Cultivars, *Coffea arabica*, growth.

RESUMO

O controle de plantas daninhas é de grande importância na cafeicultura, pois competem com o cafeeiro por luz, água e nutrientes. O controle químico tem se destacado com o uso do glyphosate, com ação pós-emergente e não seletivo ao cafeeiro. Porém, quando aplicado nas lavouras de café, pode afetar negativamente essas lavouras por efeito da deriva. O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial da sacarose na desintoxicação de plantas jovens de cafeeiro atingidas por glyphosate. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no setor de Cafeicultura do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4, com três cultivares de café arábica (Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2) e quatro subdoses de sacarose. As plantas foram

submetidas a 720 g ha⁻¹ de glyphosate, simulando uma deriva acidental, com tratamentos de solução de sacarose nas concentrações de 0%, 1%, 2% e 4%. Os parâmetros avaliados foram intoxicação, crescimento e características fisiológicas. As plantas apresentaram clorose em folhas novas, nas regiões meristemáticas das plantas, sendo a cultivar Icatu a mais afetada. Nos parâmetros fisiológicos, observou-se que em doses iguais ou superiores a 2%, a sacarose foi eficiente no processo de reversão de intoxicação das cultivares utilizadas. Nos parâmetros de crescimento, a sacarose contribuiu para o aumento de biomassa das plantas do cafeeiro, com o aumento das concentrações, com efeito acentuado nas cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144.

Palavras-Chave: Cultivares, *Coffea arabica*, crescimento.

Introdução

Assim como nas outras culturas de exploração agrícola, lavouras de café são sujeitas a problemas bióticos e abióticos. Dentre os principais problemas de ordem biológica estão: broca do café, o bicho mineiro, a ferrugem e a cercosporiose (Reis et al., 2010). Um dos principais problemas fitossanitários de lavouras cafeeiras é a ocorrência de plantas daninhas, que competem por recursos como água, luz e nutrientes e interferem indiretamente o manejo e a qualidade do cafeeiro.

O glyphosate apresenta vantagens na agricultura, destacando o baixo custo por aplicação, grande número de espécies de plantas daninhas controladas, baixa toxicidade para mamíferos e a organismos aquáticos, baixo potencial de periculosidade ambiental e ação sistêmica (Green, 2007). Nesse sentido, a aplicação de produtos eficientes no controle de plantas daninhas é uma etapa importante no manejo da implantação do cafeeiro, uma vez que as plantas de café estão mais vulneráveis a interferência de plantas daninhas na linha de plantio, sendo plantas mais jovens e debilitadas (Ronchi & Silva, 2003).

Em função da maior sensibilidade das plantas recém-transplantadas e das condições mais favoráveis ao desenvolvimento de plantas daninhas, os agricultores utilizam o herbicida glyphosate em pulverizações que comumente atingem as mudas. O que pode causar intoxicação, uma vez que o herbicida não é seletivo ao cafeeiro. Tal situação, relacionada à tecnologia de aplicação, é denominada deriva (França et al., 2010).

Entende-se por deriva, portanto, a quantidade de calda (água + agrotóxico) que é perdida e não chega ao seu alvo, fatores como ventos, tamanho da gota pulverizada, velocidade e pressão de trabalho influenciam o aumento da deriva do produto e causam efeitos negativos nas plantas (Miller, 1993). Em cafeeiros, a deriva de glyphosate provoca clorose e estreitamento no limbo foliar, bem como necrose de folhas mais novas da parte mediana da planta (França et al., 2013). Para evitar a deriva de glyphosate, é recomendada atenção especial às regras de tecnologia de aplicação.

O uso de soluções de sacarose é uma alternativa para desintoxicar as plantas, fato que pode ser explicado porque a fotossíntese é afetada pela ação do glyphosate e a sacarose é uma forma exógena de fornecimento de carbono as plantas de cafeeiro, sendo que esse carbono é quase totalmente produzido no processo fotossintético. Uma vez que 95% da biomassa de plantas são compostas de carbono (C), oxigênio (O) e hidrogênio (H) (Silva et al., 2003). A sacarose é estudada quanto ao seu potencial para conferir tolerância vegetal e está relacionada ao aumento de biomassa em plantas normais ou depauperadas (Silva et al., 2003; Rena & Fávoro, 2000). Com isso, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do uso de sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro submetidas à deriva de glyphosate.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no setor de Cafeicultura do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Campus JK, Diamantina – MG.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3 x 4 (três cultivares de café e quatro subdoses de sacarose), sendo considerado como parcela experimental cada vaso contendo uma planta, com quatro repetições. As cultivares utilizadas foram de café arábica (Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2). As mudas foram produzidas por semeadura direta em sacolas de polietileno. Quando atingiram o estágio de seis pares de folhas, as mesmas foram transplantadas para vasos de com volume de 10 L de solo peneirado. Após 150 dias de transplantio, as plantas receberam a deriva de glyphosate, e posteriormente subdoses de sacarose.

Todas as plantas de café receberam uma única aplicação de glyphosate, na dosagem de 720 g.ha⁻¹, equivalente a 50% da dosagem comercialmente recomendada de sal de isopropilamina (1440 g.ha⁻¹). Depois de passados seis dias da aplicação do herbicida, fez-se a aplicação da sacarose, nas concentrações de 0% (0 g.L⁻¹ de água); 1% (10 g.L⁻¹ de água); 2% (20 g.L⁻¹

de água) e 4% (40 g.L⁻¹ de água), sendo ambas as pulverizações feitas com bomba costal de 20 litros.

Decorridos 30 dias da aplicação das sub doses de sacarose foram avaliados parâmetros de crescimento de plantas: massa seca de folha, raiz e caule, área foliar, volume de raiz, altura de plantas, diâmetro do coleto, número de ramos plagiotrópicos, porcentagem de intoxicação de plantas de cafeeiro e níveis de fluorescência das plantas.

As avaliações de fluorescência foram realizadas com o aparelho JUNIOR PAM, colocado na região mediana da folha, no lado adaxial, em um dos lados do limbo foliar, evitando a nervura central da planta. A primeira avaliação foi realizada entre a aplicação de glyphosate e a aplicação das subdoses de sacarose. Depois que se procedeu com a aplicação da sacarose, foram feitas mais três avaliações de fluorômetro espaçadas num intervalo de sete dias entre as mesmas.

A porcentagem de intoxicação foi feita de forma visual, atribuindo uma nota de 0% a 100% para cada planta avaliada, em relação à testemunha sem glyphosate e sem sacarose, sendo a nota 0% correspondente à ausência de sintomas, e a nota 100% correspondente à morte da planta.

As raízes foram lavadas, para retirada do solo, e depois, medido seu volume, em seguida, as mesmas foram colocadas em sacos de papel para secagem em estufa. A temperatura da estufa para secagem das amostras foi de 65°C até atingirem peso constante.

Para avaliação de altura de plantas e diâmetro do coleto foram utilizados materiais como régua graduada de 50 cm de comprimento e paquímetro analógico. O número de ramos plagiotrópicos foi feito por meio da contagem dos mesmos em plantas de cafeeiro. Para a área foliar, coletaram-se todas as folhas de cada planta, e com auxílio de uma régua, mediu-se largura e comprimento das mesmas e calculadas para mensuração de área foliar, em cm² de acordo com Antunes et al. (2008). Por fim, as folhas e os caules foram colocados em sacolas de papel, para secagem em estufa de 65°C até atingirem peso constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, sendo ajustadas equações de regressão para subdoses de sacarose e realizado teste de média para verificar diferenças entre as cultivares testadas.

Resultados

Com relação aos parâmetros massa seca de caule, diâmetro de coleto e volume de raiz, não foram observadas significância após a análise de variância.

Na fluorescência inicial da clorofila a (Fo), após a aplicação de sacarose, foi observado que as cultivares intoxicadas por glyphosate se comportaram de forma diferente. Para as cultivares Catuaí IAC 144 e Icatu, à medida que a concentração de sacarose aumentou, os valores de Fo diminuíram de forma linear, sendo de forma mais acentuada para a cultivar Catuaí IAC 144. Por outro lado, para a cultivar Catiguá MG2, houve um ponto de máximo para os valores de Fo equivalente a aproximadamente 2% de sacarose (Figura 1). Observamos que, com o aumento da concentração de sacarose, os valores de Fo foram reduzidos, o que mostra que para essa variável, a aplicação obteve sucesso na reversão do estresse submetido às cultivares de café com a aplicação de glyphosate.

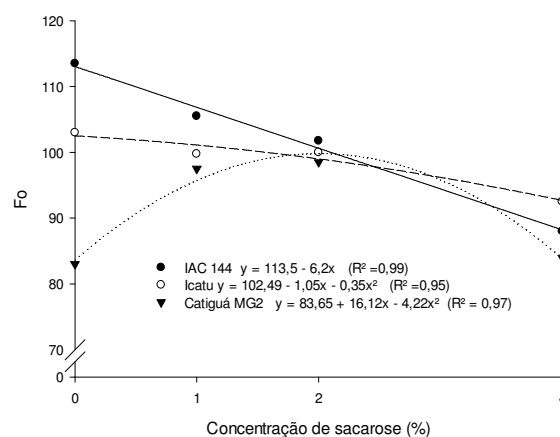


Figura 1. Valores da fluorescência inicial da clorofila a de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

Considerando a relação entre a fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm), foram obtidos diferentes comportamentos entre as três cultivares (Figura 2). Observando valores inferiores a essa faixa, houve redução na eficiência máxima quântica do fotossistema II, que traz por consequência redução do potencial fotossintético da planta.

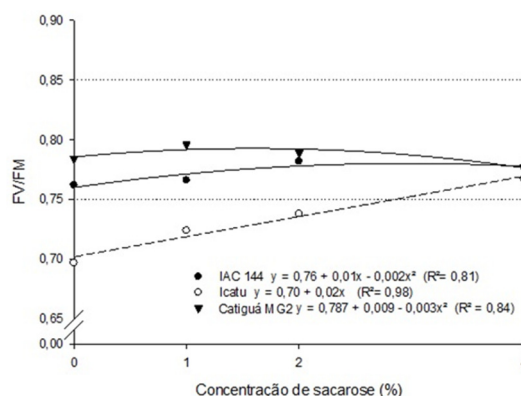


Figura 2. Valores da relação Fv/Fm de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

A aplicação da sacarose, para a cultivar Icatu, possibilitou recuperação dessa cultivar na concentração de 4%. As cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144 não apresentaram estresse inicial, mas a sacarose possibilitou um aumento no rendimento do processo fotossintético, a partir da dosagem de 1%.

Com relação à porcentagem de intoxicação das cultivares de café (Figura 3), podemos observar que ocorreram comportamentos distintos depois das aplicações das subdoses de sacarose. Ambas as cultivares apresentaram clorose das folhas novas, com posterior estreitamento da folha, nas regiões meristemáticas, como sintomas de intoxicação de glyphosate.

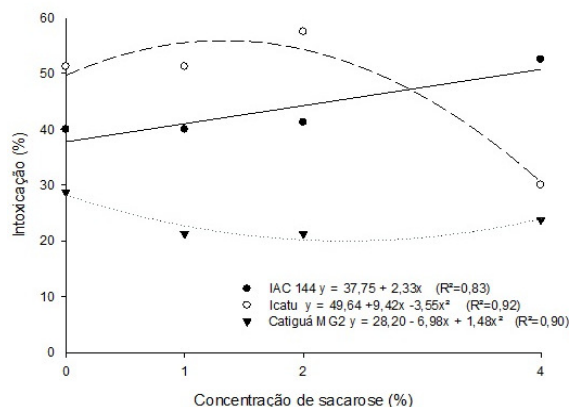


Figura 3. Valores de porcentagem de intoxicação (%) de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

A cultivar Icatu apresentou maior recuperação dos sintomas apresentados anteriormente, com redução de, aproximadamente, 50% de seus sintomas, com o aumento das concentrações de sacarose. A cultivar Catiguá MG2 também apresentou redução de sintomas. Mas a partir da concentração de 2%, não houve mais esse efeito. A cultivar Catuaí IAC 144, não apresentou redução de sintomas, apresentando contínuo desenvolvimento de sintomas da deriva, sendo a sacarose pouco efetiva na reversão da intoxicação da cultivar pelo herbicida.

A sacarose pulverizada promoveu efeito na cultivar de maior porte (Icatu), na maior concentração usada no experimento, revertendo a situação de intoxicação das plantas. Já para a cultivar de pequeno porte, nas concentrações de 1% e 2%, houve redução dos efeitos tóxicos do

herbicida. Para a cultivar Catuaí IAC 144, não houve redução da intoxicação com o aumento das concentrações de sacarose.

Para a variável massa seca foliar, houve aumento em ambas as cultivares avaliadas neste trabalho (Figura 4). As cultivares que apresentaram maiores valores foram as cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144, porém com teores crescentes de massa foliar para todas as cultivares conforme aumentaram as sub doses de sacarose.

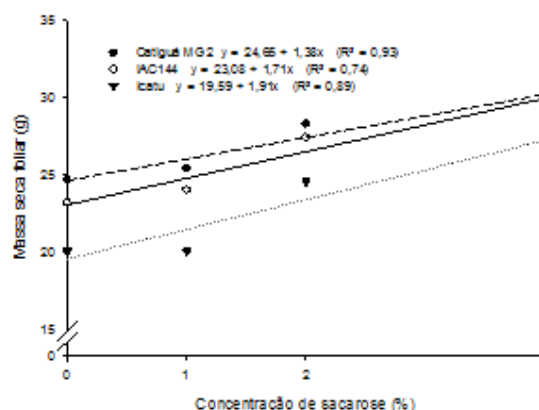


Figura 4. Valores médios de massa seca foliar ($g\ planta^{-1}$) de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

Na variável massa seca das raízes, o mesmo comportamento dos valores de massa seca foliar pode ser observado (Figura 5). Novamente, as cultivares apresentaram crescimento de sua biomassa em função do aumento de concentração de sacarose.

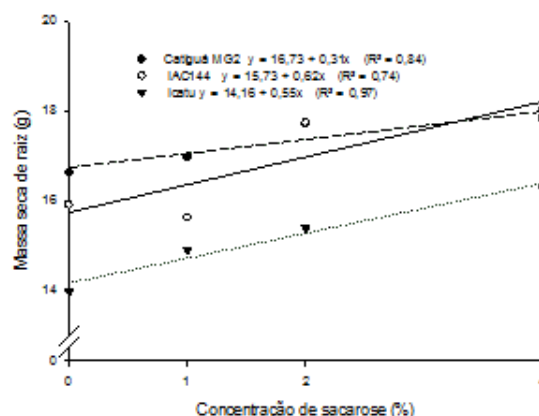


Figura 5. Valores médios de massa seca de raiz ($g\ planta^{-1}$) de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

Considerando a área foliar (Figura 6), observa-se um aumento significativo nas cultivares de café Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2 tratadas com sacarose, sendo que conforme as sub doses aumentaram os resultados de produção foliar também aumentaram, independente da cultivar avaliada.

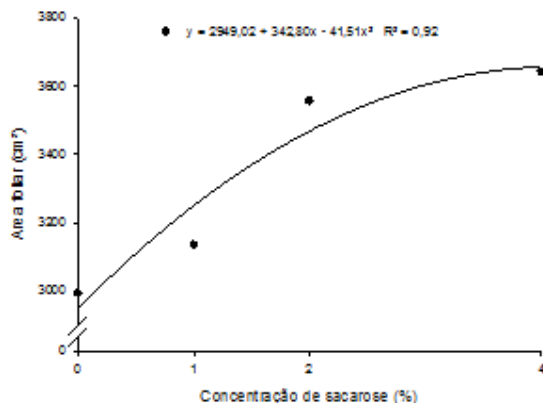


Figura 6. Valores médios de área foliar (cm²) de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Fonte: Sardinha et al. (2019).

Considerando o comportamento das três cultivares de café, em relação aos parâmetros de altura de plantas (ALT) e número de ramos plagiotrópicos (NRP) (Tabela 1), observa-se que a cultivar Icatu apresentou maior incremento em altura, quando comparada com as outras cultivares. A cultivar Catuaí IAC 144 foi a que apresentou menor incremento em altura, em função das subdoses de sacarose aplicadas.

Quanto ao número de ramos plagiotrópicos, pode-se observar comportamento contrário ao da variável altura, sendo que as cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144 obtiveram maiores valores.

Tabela 1. Valores médios de altura (cm) e número de ramos plagiotrópicos de *Coffea arabica* L. cultivares Catuaí IAC 144, Icatu e Catiguá MG2, submetidas às subdoses de 0%, 1%, 2% e 4% de sacarose. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Sardinha et al. (2019).

Cultivar	ALT (cm)	NRP (un)
Catuaí IAC 144	43,2 c	12,4 a
Icatu	58,4 a	11,5 b
Catiguá MG2	47,2 b	12,4 a
CV (%)	4,88	8,33

Discussão

Na cultivar Catuaí IAC 144, a sacarose promoveu melhora no aparato fisiológico após intoxicação pelo glyphosate, resposta similar foi observada para Icatu. A Fo está relacionada ao estresse fisiológico, à medida que esses valores aumentam, o aparato fisiológico indica estresse. Por outro lado, a diminuição dos valores indica condições normais de funcionamento (Catunda et al., 2005). O comportamento diferenciado das cultivares para os teores de sacarose está relacionado à sensibilidade de cada planta ao herbicida. Foi observado um maior efeito de estresse para a Catuaí IAC 144 e um menor efeito para a Catiguá MG2. Possivelmente, a maior interceptação de herbicida devido a uma maior área foliar de Catuaí IAC 144 provocou sintomas de estresse mais visíveis quanto ao aparato fotossintético, conforme sugerido por França et al. (2013).

Nos valores de fluorescência variável e fluorescência máxima (Fv/Fm), a cultivar Icatu inicialmente obteve maiores efeitos negativos em relação ao estresse causado pela deriva. Conforme Araus & Hogan (1994), valores que apresentam decréscimo e ficam abaixo da região de 0,750, é sinal de que as plantas estão passando por um estresse químico, sendo essa variável um bom indicador do efeito fotoinibidor de algum produto químico ao qual a planta pode estar sendo submetida.

Na intoxicação, a distribuição das gotas nas regiões das plantas pode explicar os maiores resultados na cultivar Icatu, devido ao seu porte maior, comparada as outras cultivares de café. As cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144 obtiveram menores valores de intoxicação, considerando que estas possuem porte médio e pequenas dimensões, respectivamente. França et al. (2013), avaliando a porcentagem de intoxicação de duas cultivares de café, com crescimento distinto, constataram que plantas de café com porte maior são mais suscetíveis à deriva de glyphosate, fato que pode ser explicado pela distância maior entre os internódios, criando uma maior área de contato entre as gotas aspergidas na aplicação.

Vários fatores influenciam a produção vegetal do cafeeiro, alterações que ocorram no processo fisiológico, acarreta danos relacionados à produção de biomassa, que pode provocar baixas produtividades (Medina & Machado, 2002). A aplicação de sub doses de sacarose, promoveu um estímulo para que as cultivares de café avaliadas continuassem a produzir biomassa. Silva et al. (2000), demonstraram que em pulverizações de açúcar em plantas de café na concentração de 1%, foram eficientes para o aumento dos teores de

carboidratos foliares, consequentemente aumentando a produção foliar. Assim como nos valores de massa seca de raiz, Garcia et al. (1999) obtiveram efeitos positivos da aplicação de sacarose, com três aplicações de açúcares em mudas de cafeeiro, após a deriva do glyphosate, os autores constataram que houve maior acúmulo de matéria seca de raízes, quando comparadas com outras substâncias.

Confirmando efeitos negativos da intoxicação de glyphosate em plantas de café em relação à altura de plantas. Alecrim (2016), constatou em seus estudos, que plantas de cafeeiro que receberam aplicações de sacarose, e que não foram intoxicadas, foram superiores as plantas de café intoxicadas pela ação do herbicida. Para o crescimento dos ramos plagiotrópicos, é necessário que a planta de café tenha grande quantidade de folhas, através do processo fotossintético, irá proporcionar o crescimento lateral. Outro fator que interfere no crescimento de ramos plagiotrópicos é o crescimento em altura, que age em detrimento desse crescimento (Livramento, 2006).

O aumento de carboidratos com a aplicação de sacarose, provoca aumento de energia e estimula a produção de fitomassa, o que faz com que a planta continue o seu desenvolvimento foliar e expansão da folha, explicando assim os resultados positivos de crescimento e produção de área foliar das cultivares de café avaliadas.

Conclusão

As sub doses de sacarose nas concentrações de 2% e 4% foram eficientes para reverter à intoxicação de plantas de cafeeiro submetidas à deriva de glyphosate, com maior efeito na cultivar Icatu. A sacarose também promoveu acúmulo de biomassa em plantas de cafeeiro, com efeitos expressivos nas cultivares Catiguá MG2 e Catuaí IAC 144.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) pelo apoio à pesquisa.

Referências

Alecrim, A. O. 2016. Sacarose na desintoxicação de plantas de cafeeiro com deriva de glyphosate. Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Antunes, W. C.; Pompelli, M. F.; Carretero, D. M.; DaMatta, F. M. 2008. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*,

153, (1), 33–40.

<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x>.

- Araus, J. L.; Hogan, K. P. 1994. Leaf structure and patterns of photoinhibition in two neotropical palms in clearings and forest understory during the dry season. *American Journal of Botany*, 81, (6), 726–738. <https://doi.org/10.2307/2445651>.
- Catunda, M. G.; Freitas, S. P.; Oliveira, J. G.; Silva, C. M. M. 2005. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). *Planta Daninha*, 23, (1), 115–121. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582005000100014>.
- França, A. C.; Freitas, M. A. M.; Fialho, C. M. T.; Silva, A. A.; Reis, M. R.; Galon, L.; Victoria Filho, R. 2010. Growth of arabica coffee cultivars submitted to glyphosate doses. *Planta Daninha*, 28, (3), 599–607. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300017>.
- França, A. C.; Santos, J. B.; Carvalho, F. P.; Fialho, C. M. T.; D'antonino, L.; Silva, A. A.; Ferreira, L. R. 2013. Simulated glyphosate drift on acaia and catucaí coffee cultivars. *Planta Daninha*, 31, (2), 443–451. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000200023>.
- Garcia, A. W. R.; Japiassú, L. B.; Frota, G. B. 1999. Avaliação da absorção de macro e micronutrientes, aminoácidos e açúcar na presença e ausência de surfactantes. In: *Anais 25º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, Franca, SP, Brasil, MAA-PROCAFÉ. pp. 325-328.
- Green, J. M. 2007. Review of Glyphosate and Als-inhibiting Herbicide Crop Resistance and Resistant Weed Management. *Weed Technology*, 21, (2), 547–558. <https://doi.org/10.1614/wt-06-004.1>.
- Livramento, D. E. 2006. Pulverização de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) com melaço e seus efeitos nos teores de nutrientes foliares, crescimento vegetativo e produtividade. Tese (Doutorado) - UFLA.
- Medina, C.L., Machado, E.C. Nutrição Mineral do cafeeiro. In: *Curso de atualização de Café*. Campinas: Centro Análise de pesquisa e análise tecnológica do café “Alcides Carvalho”. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas – SP, 2002, p. 19-26.
- Miller, P. C. H. Spray drift and its measurement. In: *Matthews, G. A.; Hislop, E. C. Application technology for crop protection*. Cambridge: CAB International, 1993. p.

- 101-122.
- Reis, P.R., Souza, J.C., Santa-Cecília, L.V.C., Silva, R.A., Zacarias, M.S. 2010. Manejo integrado de pragas do cafeeiro. In: Reis, P.R., Cunha, R.L. (eds). *Café arábica: do plantio à colheita*. Vol. 1. Lavras, MG: Epamig. p. 573-688.
- Rena, A. B.; Fávaro, J. R. A. Nutrição do cafeeiro via folha. In: Zambolim, L. (Ed.) *Café: Produtividade, qualidade e sustentabilidade*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 149-208.
- Ronchi, C. P.; Silva, A. A. 2003. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. *Planta Daninha*, 21, (3), 421-426. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000300010>.
- Silva, J. C. 2000. Efeito da aplicação de sacarose no teor e no metabolismo de carboidratos em mudas de café (*Coffea arabica* L.) com diferentes níveis de reserva de carbono. Dissertação (Mestrado) - UFLA.
- Silva, J. C. da; Alves, J. D.; Alvarenga, A. A. de; Magalhães, M. M.; Livramento, D. E. do; Fries, D. D. 2003. Invertase and sucrose synthase activities in coffee plants sprayed with sucrose solution. *Scientia Agricola*, 60, (2), 239–244. <https://doi.org/10.1590/s0103-90162003000200006>.