

**REVERSÃO DA FITOTOXIDEX POR GLIFOSATO COM APLICAÇÃO DE AMINOÁCIDOS EM MUDAS DE CAFÉ CONILON (*Coffea canephora* P.) CLONE LB.1 DEMUNER**

**REVERSAL OF GLYPHOSATE PHYTOTOXICITY WITH AMINO ACID APPLICATION IN CONILON COFFEE SEEDLINGS (*Coffea canephora* P.) CLONE LB.1 DEMUNER**

<sup>1\*</sup>Leandro Glaydson da Rocha Pinho\*

<sup>1</sup>Henrique Xavier Martins Barreto

<sup>1</sup>Luciene Lignani Bitencourt

<sup>2</sup>Loren Chisté

<sup>1</sup>Beatriz Moura Mercier

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, campus Itapina. E-mail: [leandro.pinho@ifes.edu.br](mailto:leandro.pinho@ifes.edu.br)

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, campus Itapina. E-mail: [hbarretotec@hotmail.com](mailto:hbarretotec@hotmail.com)

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, campus Itapina. E-mail: [luciene.lignani@ifes.edu.br](mailto:luciene.lignani@ifes.edu.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, Lavras. E-mail: [loren.chiste@gmail.com](mailto:loren.chiste@gmail.com)

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, campus Itapina. E-mail: [beatrizmmercier@hotmail.com](mailto:beatrizmmercier@hotmail.com)

\*Autor de correspondência

Artigo submetido em 19/01/2021, aceito em 10/05/2021 e publicado em 26/07/2021.

**Resumo:** A intoxicação por glifosato em lavouras cafeeiras tem preocupado por diminuir a perspectiva de retorno econômico. Neste trabalho foram avaliados os efeitos de aminoácidos na reversão da fitoxidez por glifosato sobre mudas de café conilon. As mudas foram expostas à “deriva simulada” de glifosato na concentração de 3 mL de glifosato por litro, equivalente a 0,3 L.ha<sup>-1</sup>. A pulverização dos aminoácidos ocorreu 2 dias após a aplicação da deriva simulada. As doses de aminoácidos foram aplicadas através do fornecimento do produto comercial Lithamin plus®. Os tratamentos foram: T1, 0 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus® (testemunha); T2, 1 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus®; T3, 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus®; T4, 2 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus®. Considerou-se a pulverização de 100 L de calda por hectare. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com quatro doses de aminoácidos e quatro blocos. Após oito dias da aplicação do glifosato, foram avaliadas altura de planta (AP), diâmetro de copa (DCO), número de folhas (NF), quantificação de clorofilas *a* (649 nm) e *b* (665 nm), carotenoides (480 nm) por espectrofotometria. Os sintomas de intoxicação nas plantas de café causados pelo glifosato foram caracterizados por clorose e estreitamento do limbo foliar das mudas. As aplicações de 1 e 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus® como fonte de aminoácidos resultou a redução dos efeitos fitotóxicos causados pela deriva simulada de glifosato.

**Palavras-chave:** Cafeicultura; clorofila; desenvolvimento; herbicida; intoxicação.

**Abstract:** Glyphosate poisoning in coffee plantations may decrease economic return of the crop. In this work, the effects of amino acids in the reversal of phytotoxicity by glyphosate on seedlings of conilon coffee were evaluated. The seedlings were exposed to “simulated drift” of glyphosate at a concentration of 3 mL of glyphosate per liter, equivalent to 0,3 L. ha<sup>-1</sup> The spraying of the amino acids occurred 2 days after the application of the simulated drift. Amino acid doses were applied by

supplying the commercial product Lithamin plus®. The treatments were T1, 0 L.ha<sup>-1</sup> of Lithamin plus® (control 1); T2, 1 L.ha<sup>-1</sup> of Lithamin plus®; T3, 1.5 L. ha<sup>-1</sup> of Lithamin plus®; T4, 2 L. ha<sup>-1</sup> of Lithamin plus®. Spraying 100 L of syrup per hectare was considered. The experiment was conducted in a randomized block design, with four doses of amino acids and four blocks. Eight days after the application of glyphosate, plant height (PH), crown diameter (CD), number of leaves (NL), quantification of chlorophylls *a* (649 nm) and *b* (665 nm) and carotenoids (480 nm) were evaluated by spectrophotometry. Intoxication symptoms of coffee plants caused by glyphosate were characterized by chlorosis and narrowing of seedlings leaf blade. The applications of 1 and 1.5 L.ha<sup>-1</sup> of Lithamin plus® as a source of amino acids resulted in a reduction of phytotoxic effects caused by simulated glyphosate drift.

**Keywords:** Coffee planting; chlorophyll; development; herbicide; intoxication.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial em cafeicultura, produzindo mais que o dobro da produção do Vietnã, sendo o segundo maior produtor mundial (USDA, 2017). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2018), o Brasil totalizou na safra de 2017/2018 cerca de 2.202.626,9 milhões hectares de área plantada com café, sendo 286.482,1 mil hectares em formação e 1.916.144,8 milhões hectares em produção. As principais regiões produtoras foram Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Rondônia.

A necessidade cada vez maior de alimentos exerce pressão na agricultura, fazendo com que o setor apresente elevada produtividade por área cultivada, levando a um quadro em que o consumo de agroquímicos é crescente (AQUINO NETO, 2009). Do ponto de vista ecológico, áreas com maior produtividade favorecem a conservação ambiental, visto que as altas produtividades reduzem a pressão para uso de terras não exploradas pela agropecuária.

A agropecuária brasileira teve seu crescimento graças a avançadas técnicas de produção para climas tropical e subtropical, como sistemas de irrigação, emprego de máquinas agrícolas, fertilização, correção de solos, melhoramento genético animal e vegetal e ao uso de herbicidas, dentre outras. Os defensivos agrícolas, sendo utilizados de

forma racional, colaboram com a produção sustentável, mesmo com a crescente opinião pública contrária à sua aplicação.

Dentre os defensivos, o herbicida glifosato é o mais utilizado na agricultura brasileira. No ano de 2016 o Brasil importou 119 mil toneladas do princípio ativo para produção do glifosato (IBGE, 2016), sendo este empregado em diferentes culturas como café, cacau, citros, cana-de-açúcar, uva, pera, maçã, ameixa, pêssego, nectarina, banana seringueira, arroz, soja, milho e trigo. Também observa-se sua utilização na renovação e na manutenção de pastagens, capinas químicas e nas culturas de pinus e eucalipto.

Mesmo com a aplicação de glifosato com equipamentos avançados há deriva da pulverização para a planta não alvo, o que prejudica a cultura de interesse. Devido à importância deste herbicida para cafeicultura e pelas dificuldades em evitar contato indesejado do glifosato durante as aplicações, são necessários alternativas eficazes para proteger as plantas da fitotoxicidade por glifosato. Uma possível alternativa de controle da fitotoxicidade é a interferência na atuação do glifosato. Uma alternativa de controle da fitotoxicidade foi extensamente debatida por Yamada e Castro (2007), sugerindo-se a aplicação dos aminoácidos aromáticos por pulverização, podendo estes auxiliar na recuperação das plantas intoxicadas pelo herbicida.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de aminoácidos aromáticos na reversão da fitotoxidez por glifosato em mudas de café conilon submetidas à deriva do glifosato durante a pulverização.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Glifosato [N-(fosfometil) glicina] possui a fórmula química  $C_3H_8NO_5P$  e três grupos funcionais polares, amina, carboxila e fosfonato, que podem ligar-se a metais e cátions polivalentes, colocando-o na classe de herbicidas quelantes (DOLLINGER, 2015).

Após a substância penetrar nas regiões clorofiladas da planta, ela age inibindo a síntese da 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato sintase, EPSPS, que é uma enzima precursora dos aminoácidos tirosina, triptofano e fenilalanina, os quais são precursores de outros produtos como lignina, alcalóides, flavonóides e ácidos benzoicos (MARCHI *et al.*, 2008).

A via do chiquimato, como é conhecida a síntese do 5-enolpiruvilchiquimato-3-fosfato, também ocorre em organismos microbianos e estes podem ser afetados pelo Glifosato (NGUYEN, 2016). A toxicidade relativamente baixa pode ser atribuída à modalidade bioquímica de ação do glifosato em um caminho metabólico nas plantas chamado mecanismo do ácido “shikimico”, similar ao existente em alguns microrganismos mais complexos, não existindo, entretanto, em animais (CARNIETTO, 2018).

A degradação do glifosato em meio natural pode seguir duas rotas. A primeira, menos frequente, acontece por ação da bactéria *Agrobacterium radiobacter* ou da *Enterobacter aeroneges*, que possuem enzimas c-p liases que quebram as ligações entre carbono e fósforo transformando o glifosato em sarcosina, que é absorvida

pelo metabolismo destes microrganismos e de outros. E, a segunda rota, consiste na transformação do glifosato em ácido aminometilfosfônico (AMPA), através de clivagem da molécula pela ação das bactérias *Anthrobacter atrocyaneus* e *Flavobacterium* sp., com posterior formação de metilanina desidrogenase e ácido formaldeído (AMARANTE JUNIOR, 2002).

De acordo com Wolf *et al.* (1992) estudos demonstraram que o movimento de herbicidas das plantas alvo para as plantas não-alvo durante uma aplicação pode ocorrer, e o percentual de movimentado varia de acordo com condições ambientais, como velocidade do vento, temperatura, umidade relativa do ar, assim como pressão no pulverizador, tipos de bicos e tamanho da gota. Assim, pode ocorrer intoxicação das plantas não alvo promovida pela deriva de produtos não seletivos. Em condições de campo, inúmeras falhas de operações de pulverização agrícola devem ser evitadas. Como exemplos, citam-se a calibração do manômetro, a escolha correta de bicos, adjuvantes indicados a calda, velocidade correta, que caso não sejam observadas podem estar relacionadas a erros na aplicação dos produtos fitossanitários (GANDOLFO *et al.*, 2013). De maneira geral, as condições limites para uma pulverização são umidade relativa mínima de 55%; velocidade do vento de 3 a 10 km h<sup>-1</sup> e temperatura abaixo de 30° C.

A eficiência da aplicação de herbicidas depende do uso de equipamentos e técnicas apropriadas que reduzam a deriva, assim como, evitem o contato das gotas aspergidas com as plantas não alvo. Segundo França *et al.* (2013) utilizam-se, para esse fim, barreiras físicas, pontas com indução de ar, adição de óleo vegetal a calda de pulverização, além de cuidados com a pressão de trabalho, altura da barra, velocidade de operação e do vento.

Para desenvolver estudos sobre a intoxicação utiliza-se a “deriva simulada”, onde, normalmente usam-se subdoses de uma dose recomendada para o controle de plantas daninhas na cultura, definindo-se os tratamentos a serem empregados. Clorose e lesões nas folhas, crescimento retardado das plantas e redução da produtividade podem ser usados para qualificar e quantificar a influência das substâncias tóxicas sobre as culturas (SANTOS *et al.*, 2005).

As melhores respostas dos aminoácidos têm sido em situações de estresses bióticos, como relacionados ao ataque de pragas e doenças, e abióticos, como desordens nutricionais, climáticas, deficiências hídricas ou estresses relacionados à aplicação de defensivos, em especial herbicidas, conferindo aos aminoácidos o título de agentes antiestressantes (ZOBIOLE *et al.*, 2010).

Contudo, há carência de pesquisas que elucidam os efeitos da deriva do glifosato sobre a intoxicação de alguns cultivares. São relatados de forma empírica por produtores que cultivares de porte alto são mais sensíveis aos efeitos provocados por substâncias tóxicas, como fitotoxicidade de fungicidas, inseticidas e herbicidas e por condições climáticas adversas, como geadas e ventos forte.

### 3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido no setor de Viveiro do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina, localizado no município de Colatina-ES, com coordenadas geográficas de 19°29’53.65” de latitude Sul; 40°45’53.65” de longitude Oeste e altitude de 62 metros. O clima da região é Tropical Aw, segundo a classificação Koppen. A região caracteriza-se pela irregularidade das chuvas e ocorrência de elevadas temperaturas. As mudas do clone Lb1 Demuner foram provenientes de viveiro

credenciado localizado no município de São Roque do Canaã-ES.

As plantas foram expostas à “deriva simulada” de glifosato nos primeiros estádios fenológicos do café, realizada com pulverizador costal de 20 L. A dose de aplicação do herbicida (Roundup transorb<sup>®</sup>) foi de 3 mL.L<sup>-1</sup>, equivalente a 0,3L.ha<sup>-1</sup>. Após a aplicação, as folhas das plantas foram protegidas do contato com a água de irrigação durante 24 horas.

Para reverter a fitotoxidez, foram utilizados quatro tratamentos, tendo como fonte de aminoácidos o produto comercial Lithamin plus<sup>®</sup>. O produto foi plicado 24 horas após a pulverização do glifosato. Os tratamentos foram: 0 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus<sup>®</sup>, T1; 1 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus<sup>®</sup>, T2; 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus<sup>®</sup>, T3 e 2 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus<sup>®</sup>, T4. Considerou-se a pulverização de 100 L de calda por hectare. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com quatro repetições. Para cada tratamento foram utilizadas cinco plantas, totalizando 20 plantas por bloco e chegando a um stand de 80 plantas. A composição química do Lithamin plus é: Boro (0,49% - 6,125 g.L<sup>-1</sup>), magnésio (1,00% - 12,5 g.L<sup>-1</sup>), manganês (1,90% - 23,75 g.L<sup>-1</sup>), molibdênio (0,19% - 2,375 g.L<sup>-1</sup>), nitrogênio (5,28% - 66,0 g.L<sup>-1</sup>), zinco (1,90% - 23,75 g.L<sup>-1</sup>), carbono orgânico total de 4% - 50,0 g.L<sup>-1</sup> e densidade de 1,25 kg.L<sup>-1</sup>.

Todas as plantas foram submetidas à avaliação de crescimento antes da aplicação do glifosato e oito dias após a indução da fitotoxidez, contemplando as seguintes características: altura de planta (AP), diâmetro de copa (DCO), número de folhas (NF), extração de clorofila *a* (649 nm) e clorofila *b* (665 nm) e carotenoides (480 nm) segundo metodologia proposta por Porra *et al.* (2001).

Os resultados experimentais foram submetidos a análise de variância e teste F a 5% de probabilidade utilizando o pacote estatístico do RStudio e foram ajustados

modelos de regressão que melhor explicassem o efeito dos tratamentos e com maior valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos oito dias após a aplicação do glifosato, notou-se nas plantas do tratamento testemunha, clorose nas folhas novas e morte de algumas plantas decorrente da deriva simulada. O resultado encontrado neste experimento foi semelhante ao observado por França *et al.* (2010), onde as plantas apresentaram clorose das folhas do ápice do cafeeiro após oito dias de aplicação da deriva por glifosato. Segundo Yamada e Castro (2007), os sintomas de clorose e, posteriormente, necrose foliares são sintomas característicos após aplicação do glifosato, especialmente em áreas de rebrotamento e meristema em desenvolvimento. O processo de senescência nas folhas em particular pode

envolver a degradação de proteínas, clorofilas, ácidos nucleicos e membranas, seguida pelo transporte de alguns dos produtos de degradação para outros tecidos da planta fazendo com que a folha perca a coloração verde característica.

Analisando as Figuras 1, 2 e 3 é possível observar que os valores de clorofila *a*, clorofila *b* e, conseqüentemente, de clorofila total, variaram de forma significativa em função das doses aplicadas. Os teores das clorofilas se elevaram, principalmente, nas doses 1L e 1,5 L.ha<sup>-1</sup> de Lithamin plus®. Estes resultados sugerem adaptação da planta a condição de estresse indicando a reversão da fitotoxidez causada pela aplicação do herbicida glifosato.

Figura 1- Teores de clorofila *a* em mudas de café conilon submetidas a intoxicação por glifosato e reversão com aminoácidos, Colatina, 2018.

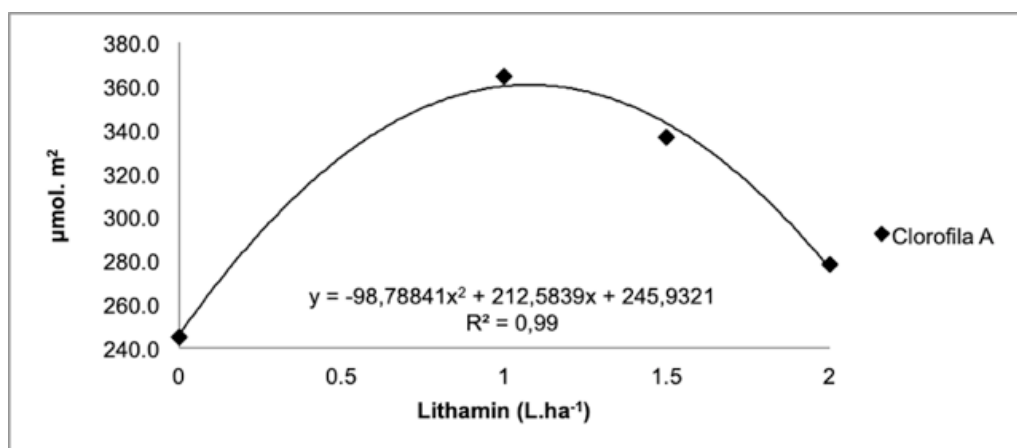


Figura 2- Teores de clorofila *b* em mudas de café conilon submetidas a intoxicação por glifosato e reversão com aminoácidos, Colatina, 2018.

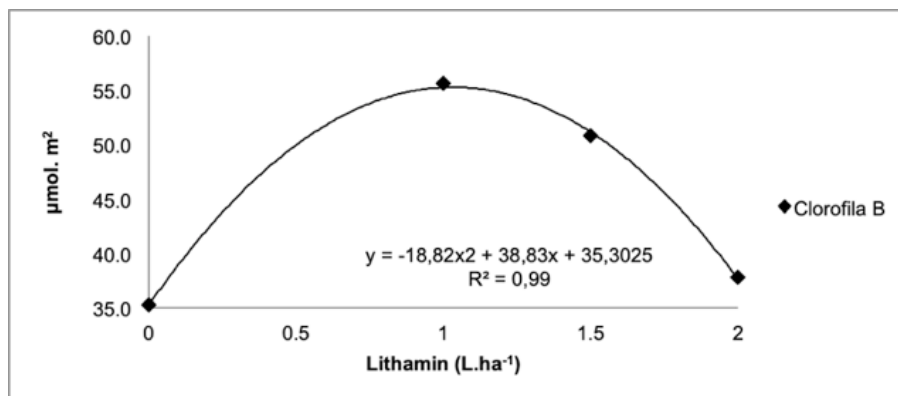
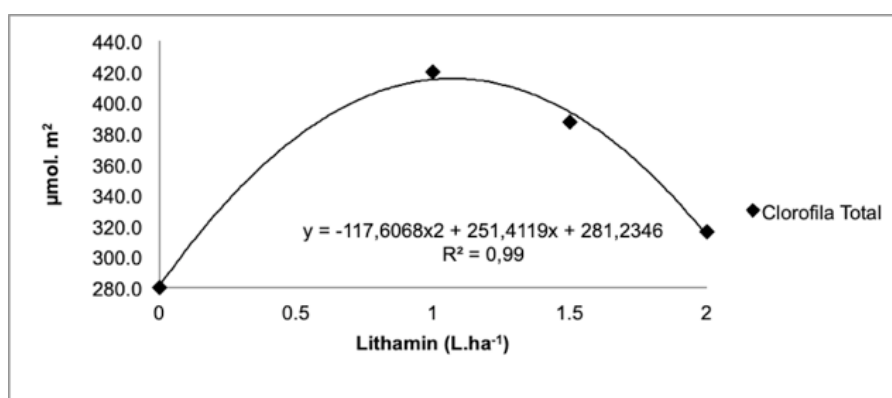


Figura 3- Teores de clorofila total em mudas de café conilon submetidas a intoxicação por glifosato e reversão com aminoácidos, Colatina, 2018.



Em eucalipto, a utilização de fertilizantes líquidos a base de aminoácidos de anéis aromáticos resultou na reversão da fitotoxidez por glifosato (MACHADO *et al.*, 2017). Por outro lado, não havendo aplicação de aminoácidos para reversão, observou-se redução do conteúdo de clorofila *a* e *b*, em resposta a aplicação de glifosato em cana de açúcar (MESCHÉDE *et al.*, 2011). Resultado este esperado, uma vez que ocorrem alterações fisiológicas em plantas sensíveis ao glifosato, sem a reversão dos efeitos fitotóxicos do herbicida por algum princípio ativo eficiente.

Neste experimento, a aplicação de aminoácidos 24 horas após a aplicação de glifosato, promoveu aumento no conteúdo de clorofila *a* e *b* e, conseqüentemente, de clorofila total, quando comparado à testemunha, sem aplicação de aminoácido (Figuras 1, 2 e 3). De acordo com Franz *et*

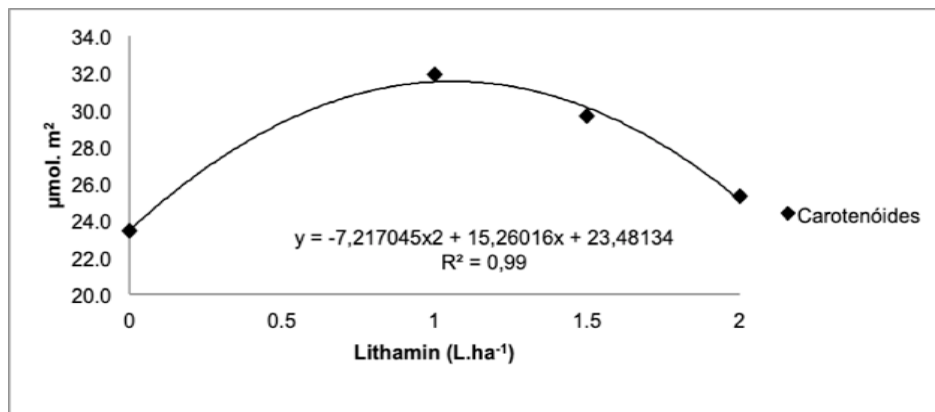
*al.* (1997), o glifosato atua na inibição da enzima EPSPS, bloqueando a via metabólica do ácido chiquímico, que é responsável pela produção dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano. Assim, plantas tratadas com glifosato se tornam deficientes nesses aminoácidos. Possivelmente, a adição exógena destes metabólitos pode reverter à intoxicação, como observado neste experimento. Em pesquisa desenvolvida por Fisichella *et al.* (1984) observou-se que em folhas de espécies arbóreas, à medida que se aumentava a concentração de glifosato ocorria significativa redução dos teores de clorofila *a* e *b*.

Conforme as figuras 1, 2 e 3, houve efeito quadrático da aplicação do Lithamin plus® não sendo observadas diferenças entre T4 e T1 (tratamento da testemunha). Este efeito, provavelmente, ocorreu porque no T1 não houve aplicação de aminoácidos e em T4, como o Lithamin plus® possui

micronutrientes em sua formulação, a dose de 2 L.ha<sup>-1</sup> usada neste tratamento, possivelmente, forneceu micronutrientes em excesso para as mudas. A dose citada é recomendada para cafeeiro em estágio de florescimento e as plantas testadas eram mudas, assim pode ter ocorrido uma possível intoxicação através dos micronutrientes fornecidos, dificultando a resposta positiva à reversão dos efeitos fitotóxicos causados por glifosato.

Os maiores valores de clorofila total foram observados nos tratamentos T2 e T3, (Figura 3). O efeito nas clorofilas *a* e *b* com balanço positivo e significativo nos tratamentos T2 e T3 indicam menor estresse sofrido em decorrência da ação do glifosato (Figuras 1 e 2). Para os

**Figura 4** - Teores de carotenoides em mudas de café conilon submetidas à intoxicação por glifosato e reversão com aminoácidos, Colatina, 2018.



Os carotenoides são pigmentos amarelos ou alaranjados, mas normalmente sua coloração é mascarada pelas clorofilas. Esses pigmentos situam-se nas lamelas dos cloroplastos, em íntima associação com as clorofilas, o que permite a transferência de energia para as clorofilas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Além de pigmentos acessórios, os carotenoides desempenham papel essencial na fotoproteção oxidativa, protegendo o aparelho fotossintético contra o oxigênio singlete (1O<sub>2</sub>\*), extremamente

reativo, que danifica muitos componentes celulares, como lipídeos, desestabilizando

tratamentos T1 e T4, resultados semelhantes foram encontrados por Langaro *et al.* (2014), embora esses autores não tenham aplicado aminoácidos, observou-se que em tomateiros, clorofila *a*, clorofila *b* e total, apresentaram menor conteúdo nas plantas submetidas à deriva de glifosato, sugerindo que este herbicida provoca alterações metabólicas que leva a injúrias.

Os carotenoides se mostraram mais tolerantes aos efeitos do glifosato, não tendo sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos (Figura 4).

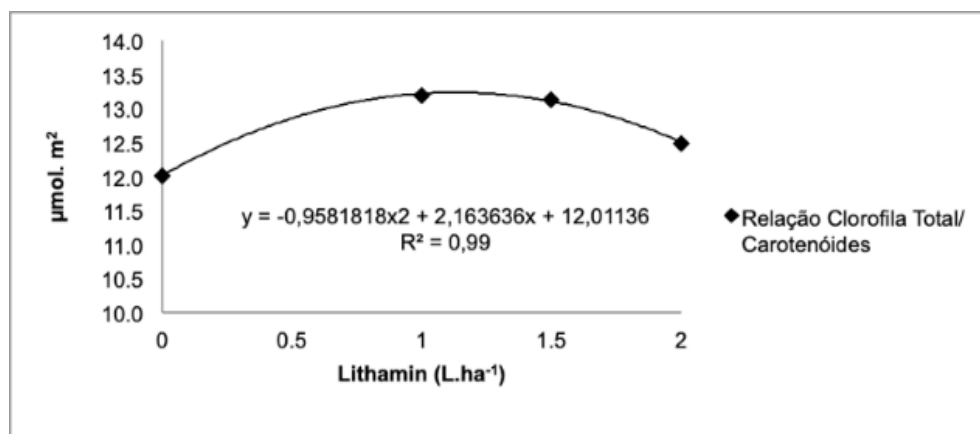
as membranas plasmáticas (TAIZ e ZEIGER, 2009). Portanto, esses pigmentos são importantes na prevenção da indução de danos oxidativos causados pelo estresse (WAHID, 2007).

Através da relação Clorofila Total/Carotenoides, observou-se neste estudo que os tratamentos T2 e T3 tiveram possivelmente maior proteção contra fotootoxidação (Figura 5). Por outro lado, os teores de carotenoides nos tratamentos T1 e T4 não foram suficientes para dissipar a energia de possíveis oxigênios singletos produzidos via estresse induzido por deriva simulada com glifosato (Figura 5). Este efeito pode ser explicado, uma vez que os teores das clorofilas totais foram menores nos tratamentos T1 e T4 (Figura 3),

diminuindo a relação clorofila total/carotenoides. No T1 as plantas não receberam aminoácidos, o que justifica a eficiente interferência do glifosato nos

teores das clorofilas totais (Figura 3). Como mencionado anteriormente, em T4 as plantas provavelmente se intoxicaram com a dose de aminoácidos aplicada.

**Figura 5-** Relação entre clorofila total/carotenoides em mudas de café conilon submetidas a intoxicação por glifosato e reversão com aminoácidos, Colatina, 2018.



Em pesquisa realizada por Meschede *et al.* (2011), em cana de açúcar, observou-se que as concentrações de carotenoides foram mais sensíveis quando comparado as clorofilas *a* e *b*, expostas a doses mais elevadas de glifosato. Por outro lado, em dose baixa do herbicida os efeitos negativos foram menores sobre os teores de carotenoides, com valores bem próximos aos das plantas submetidas ao tratamento testemunha, sem aplicação de herbicidas.

Os teores de carotenoides (Figura 4) não diferiram estatisticamente, como os teores de clorofila *a* e clorofila *b* (Figuras 1 e 2). Os tratamentos T2 e T3 obtiveram valores elevados de clorofila total nas folhas (Figura 3), indicando menor nível de dano à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas (Figura 5). Em situações de estresse por herbicidas, dependendo do mecanismo de ação, as clorofilas totais são destruídas com maior intensidade que os

neste experimento. Neste sentido, a razão entre a concentração de clorofila total e a de carotenóides (CT/CAR) pode ser usada como um fator de avaliação de danos às plantas (HENDRY *et al.*, 1987).

Resultados experimentais indicam que o aumento progressivo da dose de glifosato reduz significativamente as quantidades de clorofila *a* e clorofila total em variedades de café arábica (REIS, 2013). Neste trabalho houve aumento dos teores das clorofilas com a elevação da dose até o limite calculado de 1,0572 L.ha<sup>-1</sup> com queda acentuada no T3 e T4, doses de 1,5 e 2,0 L.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, podendo indicar maior degradação das clorofilas quando não se aplica o Lithamin plus® ou em doses superiores ao 1,5 L.ha<sup>-1</sup> (Figura 5).

Não foram observadas diferenças nas variáveis morfológicas altura de planta, diâmetro de copa e número de folhas em função dos tratamentos utilizados (Tabela 1).

carotenoides, o que pode justificar a falta de resposta dos carotenoides observada

Tabela 1 - Altura de plantas, AP, diâmetro de copa, DCO, e número de folhas, NF, em mudas de café conilon submetidas à intoxicação por glifosato e reversão com



aminoácidos através do produto comercial Lithamin plus®, Colatina, 2018.

	Antes da aplicação de glifosato	Após da aplicação de glifosato
AP	15,5 a	15,9 a
Cv	16,5%	13,87 %
DCO	25,0 a	26,3 a
Cv	4,72%	9,48 %
NF	8,24 a	7,98 a
Cv	12,94 %	13,8 %

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade. CV: Coeficiente de Variação.

Provavelmente, devido ao intervalo entre a medição inicial e a final de oito dias, não houve tempo suficiente para as plantas expressarem diferenças nesses parâmetros. Resultados semelhantes foram encontrados por Yamashita *et al.* (2009) em café conilon, testando outros herbicidas onde não foram encontradas variações morfológicas significativas antes dos 49 dias após aplicação. De forma semelhante, Miller *et al.* (2004) não observaram diferenças na altura de plantas de algodão aos 30 dias após a aplicação da deriva simulada de glifosato em doses inferiores a 70 g.ha<sup>-1</sup>.

## 5 CONCLUSÕES

A adição exógena de aminoácidos nas doses de 1 e 1,5 L.ha<sup>-1</sup> apresentou resultados significativos na reversão dos efeitos fitotóxicos causados pelo glifosato em mudas de café (*Coffea canephora*) clone Lb1 Demuner.

O intervalo de 24 horas entre a exposição ao glifosato e a aplicação de aminoácidos foi eficiente em reverter os sintomas da fitotoxidez, expresso com o aumento dos teores de pigmentos fotossintetizantes.

É importante ressaltar que testes em maiores escalas, visando maior segurança dos efeitos prolongados da reversão da

fitotoxidez e aprimoração da técnica, devem ser realizados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao viveiro Demuner pela doação das mudas, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo e ao Ifes - Campus Itapina.

## REFERÊNCIAS

Amarante Junior, O. P. D., Santos, T. C. R. D., Brito, N. M., Ribeiro, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. *Química Nova*, 25(4), 589-593, 2002.

AQUINO NETO, S. (2009) Degradação do herbicida glifosato e suas formulações comerciais: uma comparação entre processos eletroquímicos. Dissertação Universidade De São Paulo, 137.

CONAB companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento de safra brasileiro (2017) Brasília, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 26 de dez. 2019.

Carnietto, J. & Kunz, S. N. BREVE REVISÃO SOBRE A DETECÇÃO DE GLIFOSATO, AMPA E CHIQUIMATO POR HPLC-UV OU FC. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 9 (3), 2018.

Dollinger J., Dagés C., Voltz M. Glyphosate sorption to soils and sediments predicted by pedotransfer functions. *Environmental chemistry letters*, 13 (3): 293- 307, 2015.

FISICHELLA, G., TROPEA, M., SAMBUCCO, G. L'influenza del glifosato sul contenuto di clorofilla e di

- amminoacidi nelle foglie di alcune specie arboree. Nota II. *Tecnica Agricola.*, v.36, n.4, p.335-342. 1984.
- França, A. C., Freitas, M. A. M., D'Antonino, L., Fialho, C. M. T., Silva, A. A., Reis, M. R., Ronchi, C. P. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. *Planta daninha*, 28(4), 877-885, 2010.
- França, A. C., Carvalho, F. P., Fialho, C. M. T., D'Antonino, L., Silva, A. A., Santos, J. B., Ferreira, L. R. Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaiá e Catucaí. *Planta daninha*, 31(2), 443-451, 2013.
- Franz, J. E.; Mao, M. K.; Sikorski, J. A. *Glyphosate: a unique global herbicide*. Washington: AOS monograph, 653 p. 1997.
- Gandolfo, M. A., Antuniassi, U. R., Gandolfo, U. D., Moraes, E. D. D., Rodrigues, E. B., & Adegas, F. S. Periodic inspection of sprayers: diagnostic to the northern of Paraná. *Engenharia Agrícola*, 33(2), 411-421, 2013.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2018). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>> (Acesso em: 20 de dez 2019).
- Langaro A. C, Nohatto M. A, Perboni L. T., Tarouco, C. P., Agostinetto D. Alterações fisiológicas na cultura do tomateiro devido à deriva simulada de herbicidas. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v. 13, n. 1, p. 40-46, 2014.
- Machado M. S, Ferreira L. R, Pereira G. A. M, de Paula, J. L, da Paixão G. P, & de Freitas P. H. M. Fertiactyl Pós® como protetor do eucalipto submetido à aplicação de glyphosate. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 12, n. 2, p. 194-201, 2017.
- MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S.; GUIMARÃES, T. *G. Herbicidas: mecanismo de ação e uso*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.
- Meschede, D. K., Velini, E. D., Carbonari, C. A., & Silva, J. R. M. Alteração fisiológica da cana-de-açúcar pela aplicação de Glyphosate e Sulfometuron-Methyl. *Planta Daninha* [online]. 2011, v. 29, n. 2 [Acessado 16 Junho 2021] , pp. 413-419. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000200019>>. Epub 14 Out 2011. ISSN 1806-9681. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582011000200019>.
- Miller, D., Downer, R., Leonard, B., Holman, E., Kelly, S. Response of nonglyphosate-resistant cotton to reduced rates of glyphosate. *Weed science*, v. 52, n. 1, p. 178-182, 2004.
- Nguyen D. B, Rose M. T, Rose T. J, Morris S. G, Van Zwieten, L. Impact of glyphosate on soil microbial biomass and respiration: a meta-analysis. *Soil Biology and Biochemistry*, 92: 50-57, 2016.
- Porra, R. J. The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis research*, 73(1-3), 149-156, 2001.
- REIS, L. A. C. Influência do glyphosate na anatomia e fisiologia de cultivares de café arábica. 2013. Dissertação de Mestrado. UFVJM.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. (trad.). SANTAREM ER *et al.* 3: 2009.
- Santos T. L. D., Ferreira F. A., Meira R.M.S.A., Barros N. F., Ferreira L. R., Machado A. F. L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do

glyphosate. *Planta Daninha*, 23: (1): 133-142, 2005.

USDA–UNITED STATES  
DEPARTMENT OF AGRICULTURE.  
Disponível em: <<http://www.usda.gov>>  
Acesso em 25 de dez. 2019.

Wahid A. Physiological implications of metabolite biosynthesis for net assimilation and heat-stress tolerance of sugarcane (*Saccharum officinarum*) sprouts. *Journal of Plant Research*, Faisalabad, 120 (2): 219- 228, 2007.

WOLF, T. M. et al. Effect of protective shields on drift and deposition characteristics of Field sprayers. The role of application factors in the effectiveness and drift of herbicides. Regina, SK, Canada: Agriculture Canada Research Station, 1992.

Yamada T., Castro P. R. C. Efeitos do glifosato nas plantas: implicações fisiológicas e agronômicas. *International plant nutrition institute*. Piracicaba: Informações Agronômicas, 24. (Boletim Técnico 119), 2007.

Yamashita, O. M., Orsi, J. V. N., Campos, O. R., da Silva Mendonça, F., Resende, D. D., Kappes, C., Guimarães, S. C. Tolerância de mudas de café conilon (*Coffea canephora*) a herbicidas aplicados em pós-emergência. *Scientia Agraria*, 10(2), 169-174, 2009.

Zobiole, L. H. S., Junior, R. S. D. O., Kremer, R. J., Muniz, A. S., & Junior, A. D. O. (2010). Nutrient accumulation and photosynthesis in glyphosate-resistant soybeans is reduced under glyphosate use. *Journal of Plant Nutrition*, 33(12), 1860-1873, 2010.

HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D.; BROWN, S. B. The degradation of chlorophyll – a biological enigma. *New Phytol.*, v. 107, n. 2, p. 255-302, 1987.