



UESB

**TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN
APLICADO VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO
NA CULTURA DO CAFÉ**

IVANA PAULA FERRAZ SANTOS DE BRITO

2012

IVANA PAULA FERRAZ SANTOS DE BRITO

**TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN APLICADO VIA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. DSc. Alcebíades Rebouças São José

VITÓRIA DA CONQUISTA
BAHIA, BRASIL
2012

B875t Brito, Ivana Paula Ferraz Santos de.
Toxicidade do oxyfluorfen aplicado via água de irrigação na cultura do café /Ivana Paula Ferraz Santos de Brito, 2012.
117f: il.;color.
Orientador (a): Alcebíades Rebouças São José.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista, 2012.
Inclui Referências.

1. Controle químico – Cultura do café. 2. Herbicidas. 3. Café – Cultura. I. São José, Alcebíades Rebouças. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós- Graduação em Agronomia. III. T.

CDD: 632.954

Catálogo na fonte: Elinei Carvalho Santana - CRB 5/1026
UESB – Campus Vitória da Conquista-BA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Área de Concentração em Fitotecnia

Campus de Vitória da Conquista - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título: “TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN APLICADO VIA
ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO CAFÉ”**

Autora: Ivana Paula Ferraz Santos de Brito

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de
MESTRE EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
FITOTECNIA, pela Banca Examinadora:

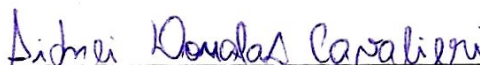


Prof. Alcebiades Rebouças São José, D.Sc., UESB

Presidente



Prof. Paulo Roberto Pinto Santos, D.Sc., UESB



Pesq. Sidnei Douglas Cavalieri, D.Sc., EMBRAPA Hortaliças-DF

Data de realização: 30 de Agosto de 2012.

Estrada do Bem Querer, Km 4 – Caixa Postal 95 – Telefone: (77) 3425-9383 – Fax: (77)
3424-1059 – Vitória da Conquista – BA – CEP: 45031-900
e-mail: ppgagronomia@uesb.edu.br

*A três, das pessoas mais
importantes da minha vida,
e sem as quais não teria
chegado até aqui.*

Minha mãe,
Meu pai (*in memoriam*)
Minha avó (*in memoriam*)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder tantas oportunidades, e por permitir o alcance de mais esse ideal;

À minha mãe, por acreditar e me incentivar a superar adversidades e ir sempre em frente; pela presença e dedicação, pelas lições e torcida incondicional;

Ao meu pai (*in memoriam*), por todos os ensinamentos, por tantos bons momentos, por ser para sempre meu grande exemplo;

À minha avó (*in memoriam*), por ter tornado melhores os últimos anos com sua presença e alegria contagiante;

Às minhas irmãs e meu cunhado, pela companhia, amizade e apoio constante;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por mais essa oportunidade;

Ao Prof. Dr. Alcebíades Rebouças São José, pela disponibilidade em me orientar, pelo apoio na execução da dissertação e pela compreensão e imensa confiança em meu trabalho;

Ao Prof. Dr. Edivaldo Domingues Velini, pela atenção e importantes contribuições para essa dissertação, e por viabilizar a realização da missão de estudos na UNESP;

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Pinto Santos, por acompanhar mais essa etapa, e aceitar prontamente participar da banca de defesa;

Ao Dr. Sidnei Douglas Cavalieri, por aceitar participar da banca de defesa, e pelas importantes sugestões para melhoria do trabalho;

À coordenação, aos professores e aos funcionários do Programa de Pós- Graduação em Agronomia (Fitotecnia), por toda contribuição;

À Glauce Portela e Gleice Viviane, pela companhia e imensa colaboração em tantos diferentes momentos, e pela amizade que construímos durante o mestrado, e que nos manterão sempre próximas, mesmo que distantes;

À Tarciana Viana, Augusto Heine e Adriano Murielle, pelo apoio constante, e por tantas risadas e bons momentos compartilhados;

Às amigas que a graduação me trouxe para toda a vida: Daniela Farias, Joice Andrade e Sabrina Novaes, pelas palavras, e por mostrarem que, distantes ou não, fazem parte da minha história. Além disso, por tantas encomendas de Pelotas, e toda atenção e carinho nas minhas visitas à Piracicaba;

Ao Miro Conceição, pela amizade, por estar sempre ao meu lado, torcendo e incentivando as minhas realizações;

À Ione Martins, pela companhia e ajuda com os experimentos;

Aos colegas do Mestrado em Agronomia, por dividirem comigo essa etapa;

Aos meus amigos, que não deixaram de acompanhar e torcer para que tudo ocorresse bem;

Ao Sr. Gianni Brito, pela doação de mudas de café, e à Prof^a. Dr^a. Sandra Elizabeth de Souza, pela colaboração;

À Diretoria do Campo Agropecuário (DICAP) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela ajuda com a instalação dos experimentos;

À Adriana Tanaka, Elza Oliveira, Ilca Puertas, Josué Ferreira, Karoline Gonçalves, Leandro Tropaldi, Natália Corniani, Rosilaine Araldi e Thaise Dias, por toda disponibilidade, ajuda na condução e análises dos experimentos, e por me receberem tão bem em Botucatu;

Ao Prof. Dr. Caio Antônio Carbonari e Dr^a. Maria Lúcia Bueno Trindade, pela atenção e colaboração, e ao Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia - NUPAM da Faculdade de Ciências Agrônômicas da

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *campus* de Botucatu-SP, pela contribuição e todo o apoio na realização dos experimentos e análises laboratoriais;

Ao Prof. Dr. Quelmo Silva de Novaes, Dr^a. Ellen Toews Doll Hojo e Dr. Ronaldo Hissayuki Hojo, pela colaboração com a estatística;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos e de recursos financeiros, e ao Programa de Cooperação Acadêmica – PROCAD, pela realização da missão de estudos;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pela concessão do auxílio-dissertação;

E a todos que torceram para que esse momento se tornasse realidade.

Obrigada!

*“Há momentos na vida em que sentimos tanto
a falta de alguém que o que mais queremos
é tirar essa pessoa de nossos sonhos
e abraçá-la.*

*Sonhe com aquilo que você quiser.
Seja o que você quer ser,
porque você possui apenas uma vida
e nela só se tem uma chance de fazer aquilo que se quer.*

*Tenha felicidade bastante para fazê-la doce.
Dificuldades para fazê-la forte.
Tristeza para fazê-la humana.
E esperança suficiente para fazê-la feliz.*

*As pessoas mais felizes não têm as melhores coisas.
Elas sabem fazer o melhor
das oportunidades que aparecem em seus caminhos.*

*A felicidade aparece para aqueles que choram.
Para aqueles que se machucam.
Para aqueles que buscam e tentam sempre.
E para aqueles que reconhecem
a importância das pessoas que passam por suas vidas...”*

Clarice Lispector

RESUMO

BRITO, I. P. F. S. de. **Toxicidade do Oxyfluorfen Aplicado via Água de Irrigação na Cultura do Café.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2012. 117 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

O café arábica é um arbusto pertencente à família Rubiaceae, amplamente cultivado no mundo, e o Brasil se destaca como o maior produtor. O desenvolvimento da cultura está bastante relacionado ao ambiente em que ela está instalada, e isso inclui a presença e/ou ausência de plantas daninhas. Elas surgem espontaneamente em áreas agrícolas e, quando não manejadas adequadamente, prejudicam o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas cultivadas. Herbicidas seletivos permitem reduzir e até mesmo eliminá-las da linha de cultivo, evitando prejuízos, e ao mesmo tempo, não trazem problemas para o café. Dessa forma, objetivou-se avaliar a toxicidade do herbicida oxyfluorfen aplicado em mudas de café, realizando três experimentos. O primeiro foi realizado em casa de vegetação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista-BA, em delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 5x2x6, sendo cinco doses do herbicida oxyfluorfen (0 g ha⁻¹, 480 g ha⁻¹, 840 g ha⁻¹, 1200 g ha⁻¹, 1560 g ha⁻¹), duas formas de aplicação (solo e planta), e seis semanas de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação), com quatro repetições. Nas avaliações foram verificadas as variáveis: altura da muda (cm), diâmetro do caule (cm), estimativa de área foliar (cm²) e os sintomas de fitointoxicação. Para altura das mudas, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, houve interação entre as doses e as formas de aplicação, e diferença entre os tempos de avaliação. Os sintomas de fitointoxicação não foram verificados em nenhuma das mudas. O segundo experimento foi realizado no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista-BA, em delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 5x2x6, sendo cinco doses do herbicida oxyfluorfen (0 g ha⁻¹, 480 g ha⁻¹, 840 g ha⁻¹, 1200 g ha⁻¹, 1560 g ha⁻¹), duas formas de aplicação (solo e planta) e seis semanas de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação), com quatro repetições. As avaliações foram realizadas da mesma forma que na primeira. Para altura das mudas, houve diferença entre as formas de aplicação, para

* Orientador: Alcebíades Rebouças São José, D.Sc., UESB

diâmetro do caule entre as doses aplicadas, e para a estimativa de área foliar entre os tempos de avaliação e interação entre as doses e as formas de aplicação. O terceiro experimento foi realizado na Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, *campus* de Botucatu-SP. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 7x2, sendo sete modos de aplicação (no solo com água de irrigação; na planta com água de irrigação; pulverização com surfactante e sem simulação de chuva; pulverização sem surfactante e sem simulação de chuva; pulverização com surfactante e com simulação de chuva; pulverização sem surfactante e com simulação de chuva; testemunha) e dois dias de análise (2 dias após a aplicação e 7 dias após a aplicação). Foi aplicada a dose de 1440 g ha⁻¹ do herbicida. Para os teores de lipoperóxidos, clorofila, carotenoides, taxa de transporte de elétrons e análise visual de sintomas de fitointoxicação, as aplicações no solo e na planta não diferiram da testemunha. Nos tratamentos pulverizados, a adição de surfactante foi significativa, podendo ser relacionado à maior absorção do produto, conseqüentemente, às maiores alterações no metabolismo das mudas.

Palavras-chave: Controle químico; Herbicida; Plantas daninhas.

ABSTRACT

BRITO, I. P. F. S. de. **Toxicity Oxyfluorfen Applied Irrigation Water in Coffee Culture.** Vitória da Conquista - BA: UESB, 2012. 117 p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Arabica coffee a shrub belonging to the family Rubiaceae widely grown in the world, and Brazil stands out as the largest producer. The development of the cultures closely related to the environment in which it is installed, and that includes the presence and /or absence of weeds. They arise spontaneously in agricultural area sand when they not properly managed, damage the growth and normal development of cultivated plants. Herbicides can reduce and even eliminate them from the row of plants, avoiding losses and at the same time cause no problems for coffee. Thus, the objective of this work was to evaluate the toxicity of oxyfluorfen applied in coffee seedlings, performing three experiments. The first was conducted in a greenhouse at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista campus, in a randomized block design in a factorial 5x2x6, five doses of oxyfluorfen (0 g ha^{-1} , 480 g ha^{-1} , 840 g ha^{-1} , 1200 g ha^{-1} , 1560 g ha^{-1}), two forms of application (soil and plant), and six weeks of evaluation (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after application) with four replications. In the evaluations were observed variables: seedling height (cm), stem diameter (cm), estimated leaf area (cm^2) and herbicide symptoms. For seedling height, stem diameter, and leaf area estimation, there was an interaction between dose and application forms, and the difference between the periods of evaluation. The herbicide symptoms were not checked in any of the seedlings. The second experiment was conducted in the experimental field of the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista campus, in a randomized block design in a factorial 5x2x6, five doses of oxyfluorfen (0 g ha^{-1} , 480 g ha^{-1} , 840 g ha^{-1} , 1200 g ha^{-1} , 1560 g ha^{-1}) are two forms of application (soil and plant), and six weeks of evaluation (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after application) with four replications. The evaluations were conducted in the same manner as the first test. For seedling height, there were differences between the forms of application for stem diameter between doses, and estimating leaf area between the times of evaluation, and interaction between dose and application forms. The third experiment was conducted at the Faculdade de Ciências Agronomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Botucatu-SP campus.

* Adviser: Alcebíades Rebouças São José, *D.Sc.*, UESB

The experimental design was a randomized block design with a 7x2 factorial arrangement, seven application modes (soil with irrigation water; plant with irrigation water, spray with surfactant and without rainfall simulation; spray without surfactant and without rainfall simulation; spray with surfactant and rainfall simulation; spray without surfactant and with rain simulation, control) and two days of analysis (2 days after application and 7 days after application). It was applied dose to 1440 g ha⁻¹ herbicide. For contents lipoperoxide, chlorophyll, carotenoids, electron transport rate, and visual analysis of herbicide symptoms, applications in soil and plant does not differ from the control. In the treatments the addition of powdered surfactant was significant and could be related to increased absorption of the product, consequently, to larger changes in the metabolism of the plants.

Keywords: Chemical control; Herbicide; Weed.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Análise química do solo utilizado na instalação do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	32
Tabela 2.2 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da muda, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, em mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) submetidas a diferentes dose e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	38
Tabela 2.3 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à altura das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	41
Tabela 2.4 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação ao diâmetro das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	44
Tabela 2.5 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à estimativa de área foliar das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	46
Tabela 3.1 - Análise química do solo utilizado no experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	58
Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da muda, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, de mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) submetidas a diferentes	

doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	63
Tabela 3.3 - Média da altura das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) submetidas à aplicação do herbicida oxyfluorfen sobre toda a planta e sobre o solo. Vitória da Conquista-BA, 2012.	64
Tabela 3.4 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à estimativa de área foliar das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA. 2012.....	67
Tabela 4.1 - Tratamentos aplicados às mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) para aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.....	82
Tabela 4.2 - Resumo da análise de variância das análises de concentração de oxyfluorfen, ETR, lipoperóxidos, clorofila <i>a</i> e <i>b</i> , carotenoides, antocianinas e sintomas de fitointoxicação, em mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) em função do modo de aplicação e do tempo após a aplicação do herbicida. Botucatu-SP, 2012.....	90
Tabela 4.3 - Concentração do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B) dias após a aplicação. Botucatu-SP, 2012.....	91
Tabela 4.4 - Taxa de transporte de elétrons em mudas de café (<i>Coffea</i> <i>arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B) após a aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.....	93
Tabela 4.5 - Teor de lipoperóxidos em folhas em mudas de café (<i>Coffea</i> <i>arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B) após a aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.....	95

Tabela 4.6 - Teor de clorofila <i>a</i> e clorofila <i>b</i> em folhas de mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.	97
Tabela 4.7 - Teor de carotenoides em folhas de mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.	99
Tabela 4.8 - Análise visual de fitointoxicação em folhas de mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.	100

LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1** - Aplicação do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sobre a planta (A) e no solo (B). Vitória da Conquista-BA, 2012.33
- Figura 2.2** - Determinação da altura (A) e diâmetro do caule (B) de mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.34
- Figura 2.3** - Medições para estimativa da área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....35
- Figura 2.4** - Análise de regressão para altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.....39
- Figura 2.5** - Análise de regressão para altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função das diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.40
- Figura 2.6** - Análise de regressão das médias dos diâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.....42
- Figura 2.7** - Análise de regressão dos diâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função das formas e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.43
- Figura 2.8** - Análise de regressão da estimativa de área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.....45
- Figura 2.9** - Análise visual dos sintomas de fitotoxidez em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob aplicação de 1560 g ha⁻¹ do

herbicida oxyfluorfen sobre as mudas, ao longo do período de realização do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	47
Figura 3.1 - Aplicação do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sobre a planta (A) e no solo (B). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	59
Figura 3.2 - Determinação da altura (A) e do diâmetro do caule (B) das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	60
Figura 3.3 - Medições para estimativa da área foliar das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.....	61
Figura 3.4 - Média dos diâmetros das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) submetidas à aplicação de cinco diferentes doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	65
Figura 3.5 - Análise de regressão da estimativa de área foliar das mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	66
Figura 3.6 - Análise visual dos sintomas de fitotoxidez em mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob aplicação de 1560 g ha ⁻¹ do herbicida oxyfluorfen sobre as mudas, ao longo do período de realização do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.....	68
Figura 4.1 - Vasos das parcelas dos experimentos. Botucatu-SP, 2012.....	83
Figura 4.2 - Aplicação do herbicida na planta (A) e no solo (B). Botucatu-SP, 2012.....	83
Figura 4.3 - Detalhe do pulverizador estacionário no momento da pulverização (A); Utilização do simulador de chuva (B). Botucatu-SP, 2012.....	84
Figura 4.4 - Equipamento Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p (Opti-Sciences). Botucatu-SP, 2012.....	86

Figura 4.5 - Equipamento espectrofotômetro μ Quant (BioTek). Botucatu-SP, 2012.....	87
Figura 4.6 - Sintomas de fitointoxicação nas mudas de café (<i>Coffea arabica</i> L.) sob aplicação do herbicida oxyfluorfen de modo pulverizado com adição de surfactante e sem simulação de chuva. A) Folhas novas; B) Folhas velhas; C) Testemunha. Botucatu-SP, 2012.....	101

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo II. Vitória da Conquista-BA, 2012.	110
Apêndice B - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo III. Vitória da Conquista, 2012.	112
Apêndice C - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo IV. Botucatu-SP, 2012.	114

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL.....	23
CAPÍTULO II - TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN APLICADO EM PRÉ-EMERGÊNCIA EM MUDAS DE CAFÉ.....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	32
2.1 Localização do experimento	32
2.2 Material utilizado e delineamento experimental.....	32
2.3 Análises realizadas.....	34
2.4 Análise estatística	35
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4 CONCLUSÕES	48
5 REFERÊNCIAS.....	49
CAPÍTULO III - TOXICIDADE DO HERBICIDA OXYFLUORFEN NA CULTURA DO CAFÉ	52
RESUMO.....	53
ABSTRACT	54
1 INTRODUÇÃO	55
2 MATERIAL E MÉTODOS	58
2.1 Localização do experimento	58
2.2 Material utilizado e delineamento experimental.....	58

2.3 Análises realizadas.....	60
2.4 Análise estatística	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4 CONCLUSÕES	69
5 REFERÊNCIAS.....	70
CAPÍTULO IV - EFEITOS DA APLICAÇÃO DO OXYFLUORFEN EM MUDAS DE CAFÉ.....	73
RESUMO.....	74
ABSTRACT	76
1 INTRODUÇÃO	78
2 MATERIAL E MÉTODOS	81
2.1 Localização do experimento	81
2.2 Delineamento experimental	81
2.3 Análises realizadas.....	85
2.4 Análise estatística	88
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
4 CONCLUSÕES	102
5 REFERÊNCIAS.....	103
CONSIDERAÇÕES FINAIS	108
APÊNDICES	109

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

O cafeeiro é pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*, sendo as espécies de maior importância o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora*. O *Coffea arabica*, conhecido por café de montanha, ou arábica, é originário do continente africano, mais especificamente das áreas de maior altitude da Etiópia, e amplamente cultivado na região tropical.

No Brasil tem grande importância econômica e social, e é a principal cultura de muitas regiões agrícolas do país. O estado da Bahia é o quinto maior produtor nacional e possui duas regiões produtoras, o Cerrado e o Planalto.

No Planalto de Vitória da Conquista, é grande a tradição do cultivo de café, e também o uso de mão-de-obra no processo de produção, que é responsável por onerar o custo e, em muitos casos, onde a disponibilidade é escassa, dificultar a execução de atividades agrícolas. Em contrapartida, o desenvolvimento de insumos agrícolas permite que essa dificuldade seja superada, e em algumas situações reduz significativamente o custo do manejo.

A irrigação realizada no momento do plantio de mudas, somente na cova, e não em área total, faz com que surgimento de plantas daninhas ocorra próximo às mudas, causando competição com a cultura.

As plantas daninhas são um grande problema para plantas jovens de café, e causam atrasos no desenvolvimento e prejudicam o estabelecimento da cultura. Diversos trabalhos já realizados indicam o fato de que elas são mais eficientes na competição com as plantas cultivadas, e por tal, devem ser retiradas da linha de plantio.

O controle químico dessas plantas que crescem nas covas de plantio do cafeeiro pode ser realizado, desde que se conheçam técnicas de aplicação, eficácia e seletividade do herbicida para a cultura. O herbicida oxyfluorfen, comercialmente conhecido por Goal BR, é uma molécula usada no controle de

diversas plantas daninhas de culturas perenes, como é o caso do café, para o uso em pré e em pós-emergência.

Aplicado em pré e em pós-emergência, ele tem a capacidade de impedir a ação da enzima protoporfirinogênio oxidase, causando necrose nos tecidos vegetais. Como vantagem, o oxyfluorfen tem ação herbicida de contato, não transloca nos tecidos vegetais e não lixívia no perfil do solo, pois é fortemente aderido às partículas do solo, e degradado pela luz solar, não causando contaminações.

Os seus efeitos, quando aplicados em doses diferenciadas, e em área total na cultura do café, são pouco encontrados na literatura, sendo esse trabalho justificado pela possibilidade de novas formas de utilização do oxyfluorfen, bem como pelas informações referentes à resposta do metabolismo das plantas a esse produto.

A dissertação foi dividida em quatro capítulos, que assim se apresentam: Capítulo I – Introdução geral do trabalho; Capítulo II – Toxicidade do Oxyfluorfen Aplicado em Pré-emergência em Mudas de Café, sendo o experimento realizado em casa de vegetação na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; Capítulo III – Toxicidade do Herbicida Oxyfluorfen na Cultura do Café, com o experimento realizado no campo experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; Capítulo IV – Efeitos da Aplicação do Herbicida Oxyfluorfen em Mudas de Café, com o experimento realizado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

CAPÍTULO II

TOXICIDADE DO OXYFLUORFEN APLICADO EM PRÉ- EMERGÊNCIA EM MUDAS DE CAFÉ

RESUMO

A irrigação realizada no momento do plantio de mudas de café contribui para o surgimento de plantas daninhas próximo às mudas, devido à umidade no local. Esse fator influencia no desenvolvimento inicial da cultura do café pela competição gerada, sendo fundamental para que ocorra o desenvolvimento satisfatório, que as plantas daninhas sejam retiradas da área. O controle químico é uma das opções, podendo ser realizado de diversas formas. Desse modo, objetivou-se com esse trabalho verificar a toxicidade de diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen, aplicado em pré-emergência em mudas de café. O experimento foi realizado em casa de vegetação da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *campus* de Vitória da Conquista-BA, utilizando quarenta mudas de café arábica Catuaí Vermelho (cv. IAC-144), transplantadas em vasos de 20 L de volume, e o herbicida oxyfluorfen, produto comercial Goal, em delineamento em blocos casualizados - DBC, e esquema fatorial 5x2x6 com quatro repetições. O primeiro fator foram as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen (0 g ha⁻¹, 480 g ha⁻¹, 840 g ha⁻¹, 1200 g ha⁻¹ e 1560 g ha⁻¹); o segundo fator, as formas de aplicação (na planta e no solo); e 6 semanas de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação), sendo avaliadas as variáveis: altura da muda (cm), o diâmetro do caule (cm), estimativa de área foliar (cm²) e sintomas de fitotoxidez. A altura da muda e as maiores medidas de largura e comprimento das folhas foram verificadas por meio de régua milimetrada, e o diâmetro por meio de paquímetro digital. Para os sintomas de fitotoxidez, foi realizada análise visual. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e para a comparação de médias foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para as variáveis quantitativas, foram ajustadas equações de 3º grau a 5% de probabilidade. Para altura das mudas, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, houve da interação entre as doses e as formas de aplicação, e diferença entre os tempos de avaliação. Para a altura, o ambiente também influenciou, sendo significativo entre os blocos. Os sintomas de fitotoxidez não foram verificados em nenhuma das mudas.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L.; Herbicida; Planta daninha.

TOXICITY OXYFLUORFEN APPLIED IN PRE-EMERGENCE IN COFFEE SEEDLINGS

ABSTRACT

Irrigation held at the time of planting coffee seedlings contributes to the emergence of weed seedlings to close because of moisture in place. This factor influences the early development of the crop, generated by competition, being fundamental to the satisfactory development to occur, that the weeds are removed from the area. Chemical control is one of the options, and may be performed in various ways. Thus, the aim of this work is to verify the toxicity of different doses and forms of application of oxyfluorfen applied pre-emergence on coffee plants. The experiment was conducted in a greenhouse at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista campus, Bahia, using forty Arabica coffee seedlings Catuaí (cv. IAC-144), transplanted into pots of 20 L volume, and the oxyfluorfen, commercial product Goal in randomized block - DBC, and 5x2x6 factorial design with four replications. The first factor was the doses of oxyfluorfen (0 g ha^{-1} , 480 g ha^{-1} , 840 g ha^{-1} , 1200 g ha^{-1} and 1560 g ha^{-1}), the second factor application forms (in plant and soil) and 6-week evaluation (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after application), being evaluated variables: seedling height (cm), stem diameter (cm), estimate leaf area (cm^2), and phytotoxicity symptoms. The height of the biggest changes and measures length and width of leaves were observed by millimeter ruler, and the diameter through digital caliper. The phytotoxicity symptoms, visual analysis were performed. The data were subjected to analysis of variance by F test, and for comparison of means was used Tukey test at 5% probability. The quantitative variables were adjusted 3rd degree equation sat 5% probability. For seedling height, stem diameter, and leaf area estimation, was the interaction between dose and application forms, and the difference between the time of evaluation. For height, the environment also influenced, with significant between the blocks. The phytotoxicity symptoms were not observed in any of the seedlings.

Keywords: *Coffea arabica* L.; Herbicide; Weed.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro pertence ao grupo das plantas Fanerógamas, classe Angiosperma, subclasse Dicotiledônea, ordem Rubiales, família *Rubiaceae*, tribo *Coffeae*, subtribo *Caffeinae* e gênero *Coffea* (MATIELLO e outros, 2005), sendo o *Coffea arabica* L. a espécie de maior destaque.

O Brasil é o principal produtor e exportador, e o segundo maior consumidor de café do mundo, uma das *commodities* de maior expressão no comércio internacional (RUFINO, SILVEIRA e RIBEIRO JUNIOR, 2010), e uma das principais fontes de divisas do País (AUGUSTO e outros, 2006). Segundo Brasil (2012), a estimativa é que o país colha 50,6 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado na safra 2012, sendo 37,71 milhões dessas, de café arábica proveniente principalmente dos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Bahia e Paraná.

Na Bahia, a produção está distribuída em três regiões, sendo a do Planalto de Vitória da Conquista, composta por doze municípios produtores de café, cultivada numa área de aproximadamente 50 mil hectares com café arábica, sendo o município de Barra do Choça, o maior produtor (DUTRA NETO, 2004).

No momento do plantio de mudas de café, a irrigação realizada contribui para que plantas daninhas germinem próximo à muda, devido à umidade presente no solo. De acordo Fialho e outros (2012), o café destaca-se pela alta sensibilidade à competição exercida pelas plantas daninhas, com reflexos negativos no crescimento das plantas jovens. Para o desenvolvimento inicial satisfatório da cultura do café, é de suma importância que as plantas estejam livres da competição por fatores ambientais, como luz, água e nutrientes, sendo

necessário que o controle das plantas daninhas seja realizado, mantendo a linha de plantio livre. Segundo Pitelli e Durigan (1985), a competição estabelecida entre a planta daninha e a cultivada causa prejuízos as duas, porém, a espécie daninha quase sempre supera a cultivada.

Isso se deve ao fato de que as plantas daninhas possuem mecanismos mais desenvolvidos para o aproveitamento dos recursos necessários ao seu desenvolvimento (VICTÓRIA FILHO e CHRISTOFFOLETI, 2004).

A escolha correta do método a ser adotado dependerá da eficácia do controle das plantas daninhas e do seu efeito negativo adverso (ALCÂNTARA e FERREIRA, 2000 citados por PEREIRA, 2012), e também, de acordo Fernandes (1986), a que seja viável economicamente.

O uso do método químico para o controle de plantas daninhas intensificou-se a partir da década de 1950, com o desenvolvimento de herbicidas com ação seletiva para as principais culturas (KALSING e VIDA, 2010). Assim, a cada dia vem sendo mais utilizado e difundido, em razão de seus resultados serem mais rápidos, eficientes e com efeito residual acentuado (COSTA e outros, 2002).

O herbicida oxyfluorfen é um produto seletivo, de ação não-sistêmica do grupo químico éter difenílico (DOW AGROSCIENCES, 2011) e, segundo Ferreira, Silva e Ferreira (2005), é inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), sendo a meia-vida no solo de 30 a 40 dias, podendo apresentar efeito residual de até seis meses (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

A recomendação do oxyfluorfen para esta cultura é em jato dirigido com o mínimo de contato com as plantas. No entanto, são bastante limitadas informações acerca da sua utilização em experimentos com café, e dos efeitos de outras formas de aplicação no metabolismo dessas plantas. Visando o mesmo objetivo, Silva e outros (2010) trabalharam com mudas de algodão, pulverizando o herbicida aos 20 dias após a emergência, e Gonçalves (2009), com mudas de

pinhão manso em água de irrigação. Aplicações dessas formas podem gerar níveis de intoxicação bastante elevados em relação às aplicações em condições reais, mas demonstram os efeitos do produto no metabolismo das plantas (SILVA e outros, 2010).

Desse modo, objetivou-se com esse trabalho verificar a toxicidade de diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen aplicado em pré-emergência em mudas de café (*Coffea arabica* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista - Bahia. O município está localizado na microrregião do planalto da Conquista, Sudoeste do Estado da Bahia, numa altitude próxima a 900 metros, na latitude 14°50' Sul e longitude 40°50' Oeste, com temperatura média de 20,7°C e precipitação média anual de 733,9 mm.

2.2 Material utilizado e delineamento experimental

Para o plantio, foram adquiridas mudas de café (*Coffea arabica*) em viveiro certificado, da região próxima ao município, que foram aclimatadas na Universidade por sete dias e, posteriormente, transplantadas para os vasos contendo solo com as características químicas apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Análise química do solo utilizado na instalação do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Identificação	pH	mg/dm ³		*cmol _c /dm ³ de solo				%		*g/dm ³
		(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	SB	V
Amostra	4,4	2	0,04	0,5	0,4	0,6	2,8	0,9	22	7

O experimento foi montado utilizando o delineamento em blocos casualizado - DBC, em esquema fatorial 5x2x6 com 4 (quatro) repetições, sendo o primeiro fator, as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen (0; 480; 840; 1200 e 1560 g ha⁻¹); o segundo fator, as formas de aplicação (molhando toda a planta e somente o solo); e o terceiro, os momentos de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação).

As doses aplicadas correspondem a 0; 2,0; 3,5; 5,0; 6,5 L ha⁻¹ do produto comercial Goal. As aplicações foram realizadas via água de irrigação no momento do plantio, conforme Figura 2.1, sendo o produto comercial dosado, diluído em cinco litros de água e aplicado com o auxílio de um balde sobre toda a planta ou somente sobre o solo, conforme tratamento. Para que não houvesse deposição em determinados locais dos vasos, utilizou-se uma rede que reduzia o impacto da calda com o solo.



Figura 2.1 - Aplicação do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sobre a planta (A) e no solo (B). Vitória da Conquista-BA, 2012.

2.3 Análises realizadas

Para verificar a toxicidade, a dose e o modo de aplicação ideal, foram avaliadas as variáveis: altura da muda (cm), o diâmetro do caule (cm), estimativa de área foliar (cm²), emergência de plantas daninhas e sintomas de fitointoxicação.

A altura foi verificada por meio de régua milimetrada, sendo medido do solo ao ápice da planta, e o diâmetro por meio de paquímetro digital (Figura 2.2).



Figura 2.2 - Determinação da altura (A) e diâmetro do caule (B) de mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

A área foliar foi estimada utilizando a metodologia não destrutiva para mudas, descrita por Barros e outros (1973), na qual são utilizadas as maiores medidas de comprimento e largura das folhas (Figura 2.3), na equação $\hat{A}F = 0,667.C.L.$



Figura 2.3 - Medições para estimativa da área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Os sintomas de fitotoxidez foram verificados visualmente, utilizando-se a escala visual de notas (SBCPD, 1995), que varia de 0 a 100, na qual foi considerada a ausência de sintomas como 0, e a intoxicação total da planta como 100.

2.4 Análise estatística

Os dados, inicialmente, foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, e sendo os resultados não-significativos, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Para a comparação de médias, foi utilizado o teste Tukey, e, para variáveis quantitativas, ajustadas equações de

regressão, até o terceiro grau, ambos ao nível de significância de 5%. Para isso, utilizou-se o programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010), sendo os gráficos confeccionados pelo programa Sigmaplot, versão 12.0 (SIGMAPLOT, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, conforme apêndice A, demonstra que, para altura das mudas, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, observou-se efeito significativo da interação entre as doses e as formas de aplicação, sendo ela desdobrada, estudando-se as doses em cada forma e as formas em cada dose do herbicida oxyfluorfen, e também da fonte de variação tempo. Para a altura, o ambiente também influenciou, como indicado pela significância da fonte de variação para blocos.

O resumo da análise de variância para as três variáveis avaliadas e seus respectivos coeficientes de variação está apresentado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da muda, diâmetro do caule e estimativa de área foliar, em mudas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes dose e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	Quadrado Médio		
		Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Área Foliar (cm ²)
DOSE	4	53,10*	5,48*	5,50
FORMA	1	118,02*	1,83*	0,19
TEMPO	5	46,66*	20,81*	952,89*
DOSE*FORMA	4	35,45*	0,59*	21,28*
DOSE*TEMPO	20	0,19	0,15	5,19
FORMA*TEMPO	5	0,25	0,04	1,28
DOSE*FORMA*TEMPO	20	0,14	0,07	2,80
BLOCO	3	32,39*	0,27	20,52
RESÍDUO	177	5,28	0,18	3,80
CV (%)	239	20,40	17,54	13,76

* Significativo a ($p < 0,05$) pelo teste F.

Para a altura das mudas, pode-se notar que, independente do tratamento utilizado, as mudas tiveram uma tendência de crescimento linear no período de realização do experimento (Figura 2.4). Mesmo quando submetidas às maiores doses, o crescimento não foi prejudicado. Pivetta e outros (2008), trabalhando com plantas de sálvia, encontraram comportamento semelhante, com ou sem aplicação do herbicida, em relação à altura das plantas, assim como Piva (2008), aplicando até 1200 g ha⁻¹ em mudas de café. Já Ronchi e Silva (2003) verificaram, também em café, redução na altura de 27%, utilizando aplicação de 480 g ha⁻¹ de oxyfluorfen em mudas de café, em área total.

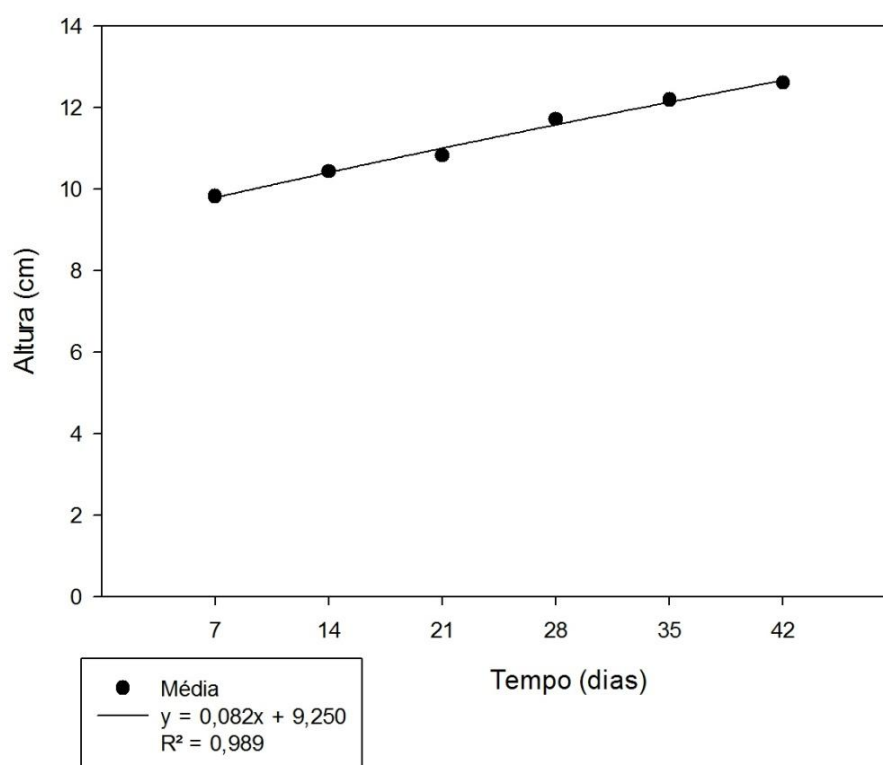


Figura 2.4 - Análise de regressão para altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.

O desdobramento da interação entre as doses e as formas de aplicação demonstra que houve uma tendência de comportamento linear para as aplicações no solo, enquanto que, nas plantas, foi encontrada a tendência cúbica (Figura 2.5).

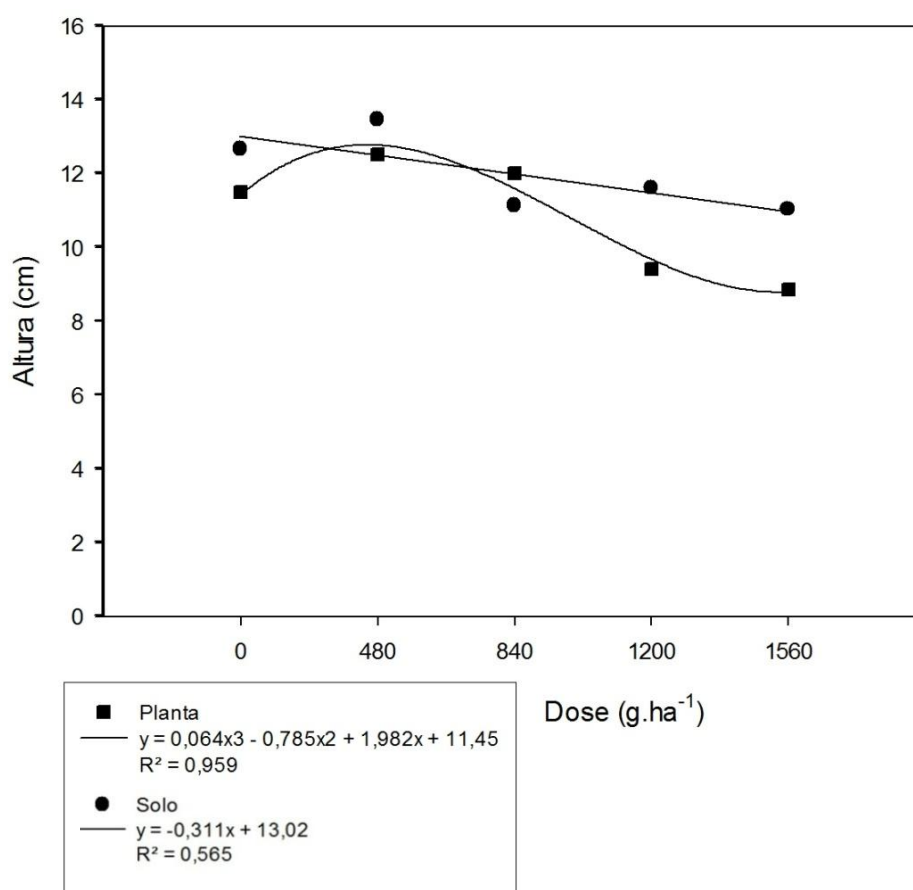


Figura 2.5 - Análise de regressão para altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função das diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Ao ser aplicado somente no solo, o oxyfluorfen causou redução na altura das mudas linearmente em função das doses, sendo a relação

inversamente proporcional. Quanto maior a dose aplicada, menor a altura. Com as aplicações sendo realizadas em toda a planta, notou-se que, nas doses de 480 g ha⁻¹ e 840 g ha⁻¹, as mudas apresentaram-se maiores do que a testemunha, sendo que, nas doses maiores, houve redução das mudas. França e outros (2010) observaram em café arábica aumento na altura de plantas, quando submetidas à exposição de baixas doses de glyphosate, assim como Furlani Júnior e outros (2011) afirmaram haver incremento na produtividade de algodoeiro com o uso de subdoses de 2,4-D.

Segundo os autores, muitos herbicidas foram desenvolvidos como reguladores de crescimento, e isso dá suporte à hipótese de hormese, efeito relacionado ao uso de substâncias consideradas tóxicas, no estímulo ao desenvolvimento das plantas. Tal comportamento foi verificado utilizando a menor dose recomendada, e não com subdoses, como é o comumente relatado, sendo necessários novos estudos mais direcionados.

Conforme Tabela 2.3, as médias das alturas, quanto à aplicação no solo e na planta, diferiram apenas nas maiores doses, de 1200 g ha⁻¹ e 1560 g ha⁻¹, sendo que a aplicação em toda a planta reduziu os valores de altura.

Tabela 2.3 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Forma	Dose (g ha ⁻¹)				
	0	480	840	1200	1560
Solo	12,65 A	13,44 A	11,11 A	11,60 A	11,01 A
Planta	11,50 A	12,51 A	12,00 A	9,42 B	8,87 B

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

No que diz respeito ao diâmetro do caule, na fonte de variação tempo, houve tendência linear de aumento, conforme Figura 2.6, assim como na altura, conforme demonstrado anteriormente. Ronchi e Silva (2004), aplicando 480 g ha⁻¹ de oxyfluorfen em planta jovens de café, não encontraram diferença entre os diâmetros dos caules das plantas tratadas e a testemunha.

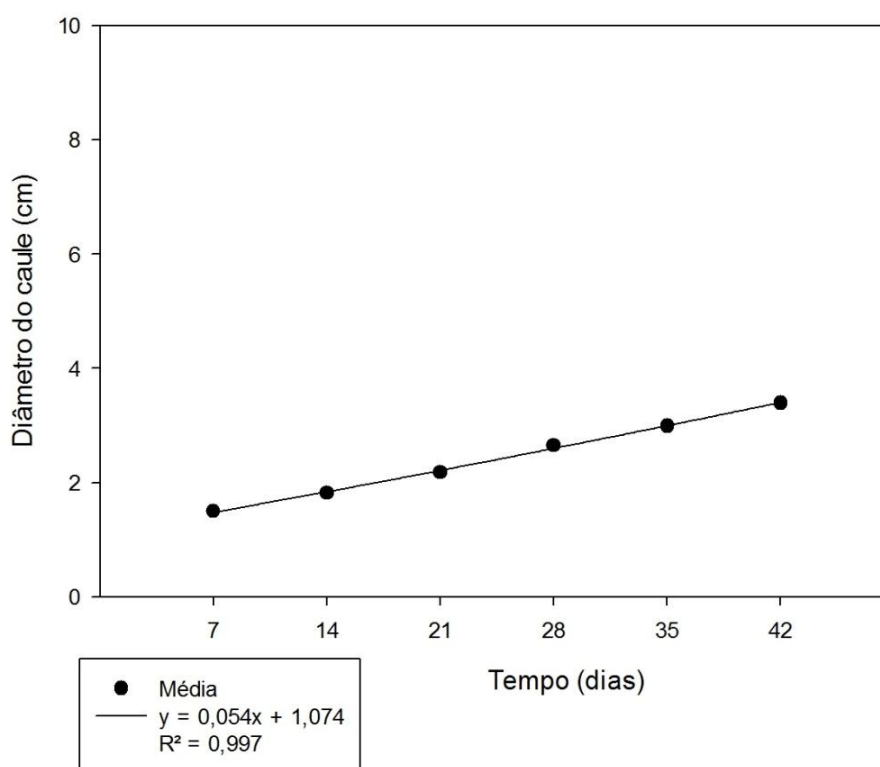


Figura 2.6 - Análise de regressão das médias dos diâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Considerando as formas de aplicação das doses do herbicida oxyfluorfen, nota-se uma tendência de redução quadrática dos diâmetros das

mudas de café, conforme o aumento da dose aplicada (Figura 2.7), nas duas formas testadas.

Aliando a redução visualizada dos diâmetros com o aumento da altura nas doses de 480 g ha⁻¹ e 840 g ha⁻¹, pode-se inferir que a tendência é de que tenha ocorrido um estímulo ao estiolamento das mudas.

Da mesma forma que para a altura das mudas, nas duas maiores doses, os resultados não se mostraram interessantes para a variável analisada.

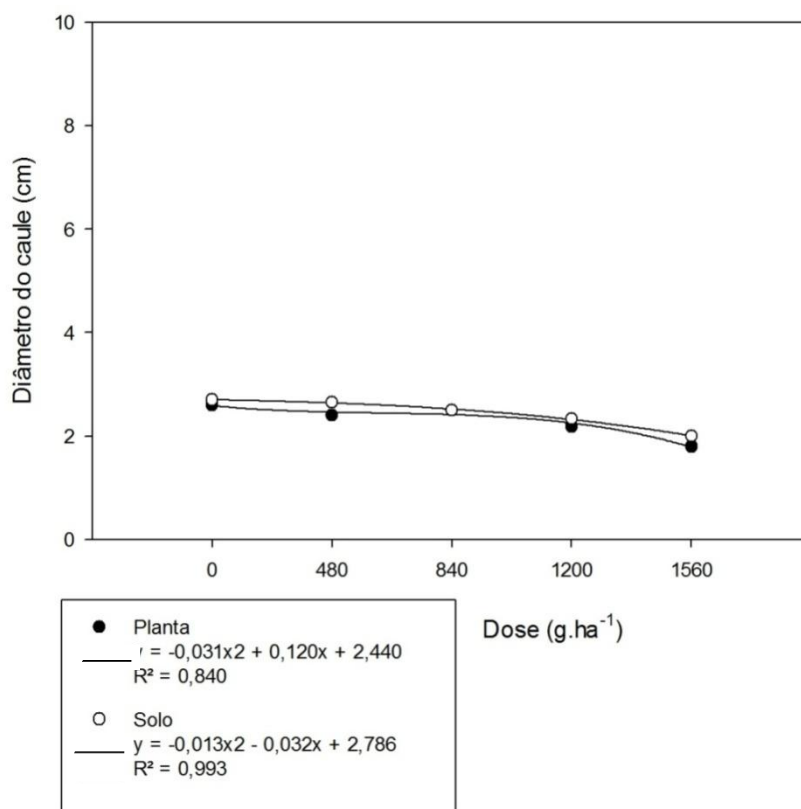


Figura 2.7 - Análise de regressão dos diâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função das formas e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Verificando as diferenças entre as formas de aplicação em função de cada dose aplicada, a Tabela 2.4 demonstra haver diferença nas doses, exceto na de 840 g ha⁻¹. As mudas que receberam as aplicações somente no solo apresentaram diâmetros médios superiores àqueles com aplicação na planta.

Tabela 2.4 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação ao diâmetro das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Forma	Dose (g ha ⁻¹)				
	0	480	840	1200	1560
Solo	2,70 A	2,65 A	2,50 A	2,33 A	2,00 A
Planta	2,60 A	2,40 B	2,50 A	2,19 B	1,80 B

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Assim como os valores de altura e diâmetro do caule, a área foliar estimada também apresentou a tendência de aumento em função do período de realização do experimento, não sendo influenciada pelas doses aplicadas do herbicida (Figura 2.8).

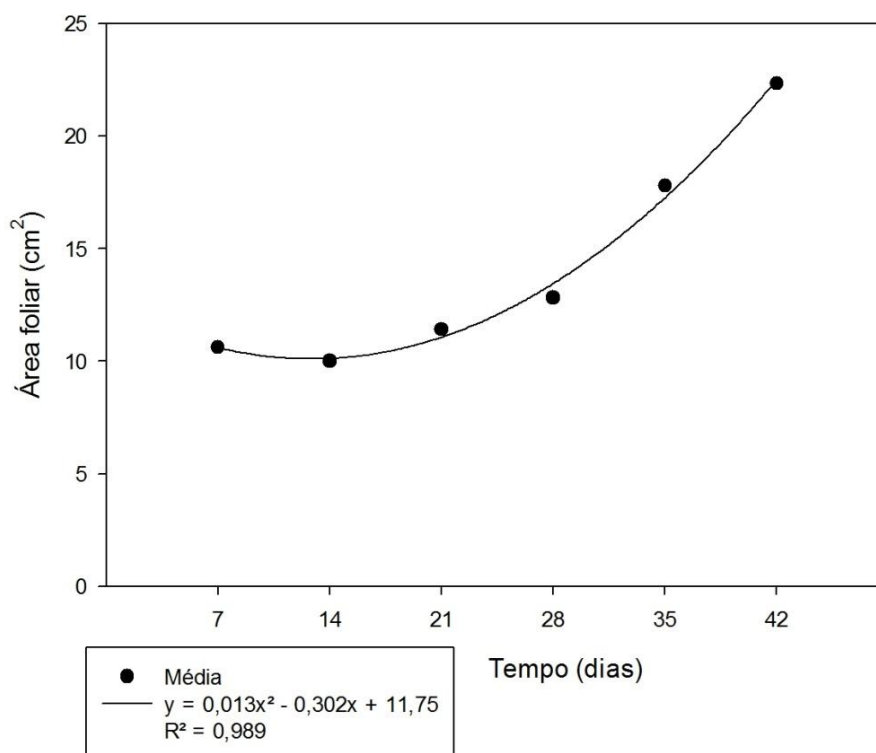


Figura 2.8 - Análise de regressão da estimativa de área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Estudando aplicação do oxyfluorfen em mudas de café, Ronchi e Silva (2003) verificaram que houve notável redução da área foliar, sendo que essa redução influenciou na redução de 44% da massa seca da parte aérea.

Ao verificar o comportamento das formas de aplicação em relação às doses do herbicida, não foi possível ajustar equações de regressão. Ao comparar as médias encontradas, foi identificada diferença somente na maior dose aplicada, de 1560 g ha⁻¹, na qual a aplicação no solo superou a aplicação na planta.

Tabela 2.5 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à estimativa de área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Forma	Dose (g ha ⁻¹)				
	0	480	840	1200	1560
Solo	13,47 A	13,88 A	13,16 A	13,98 A	15,46 A
Planta	14,69 A	14,55 A	14,17 A	14,14 A	13,70 B

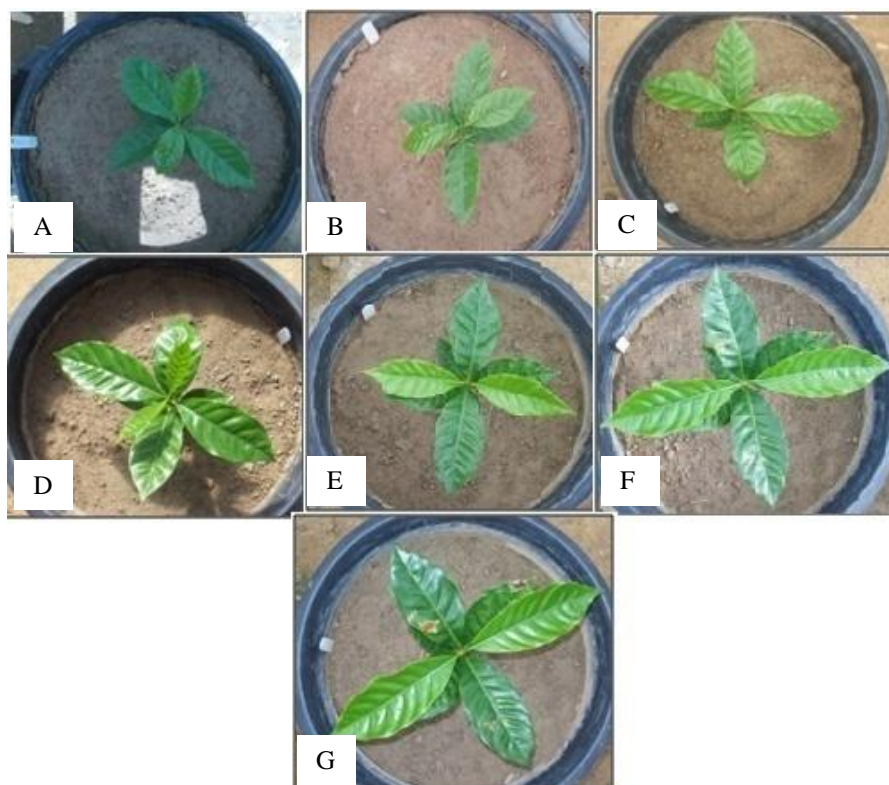
*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade

O oxyfluorfen é um herbicida de contato e, segundo Rodrigues e Almeida (2005), a meia-vida no solo varia de 30 a 40 dias, podendo ou não apresentar efeito residual, variando pelas condições locais, até seis meses depois da aplicação. O experimento realizado teve duração, conforme metodologia apresentada, de 42 dias, sendo comprovada a indicação dos autores.

Ao longo das seis semanas de avaliação, foram verificados sintomas de fitotoxicidade, sendo atribuída a todas as parcelas a nota zero. Segundo Gonçalves (2009), os sintomas característicos da intoxicação por oxyfluorfen, como manchas esbranquiçadas que evoluem a necroses, não foram identificados no experimento, mesmo quando da aplicação da maior dose do herbicida, de 1560 g ha⁻¹, como pode ser verificado na Figura 2.9.

Trabalhando com mudas de pinhão manso, Gonçalves (2009) encontrou resultados diferentes, pois a aplicação sobre as mudas causou sintomas característicos de intoxicação por oxyfluorfen, sem diferenças entre

as doses testadas, sendo que, nas mudas com aplicação sobre o solo, não foram observados.



A) Momento da aplicação; B) 7 DAA; C) 14 DAA; D) 21 DAA; E) 28 DAA; F) 35 DAA; G) 42 DAA.

Figura 2.9 - Análise visual dos sintomas de fitotoxidez em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob aplicação de 1560 g ha⁻¹ do herbicida oxyfluorfen sobre as mudas, ao longo do período de realização do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos em casa de vegetação permitem afirmar que:

- A aplicação via água de irrigação é possível de ser realizada;
- A menor e a maior dose do herbicida oxyfluorfen não se distinguem quanto ao controle das plantas daninhas no período de realização do experimento;
 - As doses 1200 g ha^{-1} e 1560 g ha^{-1} de oxyfluorfen causam alterações no desenvolvimento, se aplicadas sobre as mudas de café;
 - Aplicar o oxyfluorfen no solo não prejudica o desenvolvimento das mudas de café;
 - As cinco doses testadas não causam fitointoxicação em mudas de café, quando aplicadas, conforme metodologia descrita.

5 REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; SAMPAIO, N.F.; CRUZ, C.D.; PEDROZA, A.W. Produtividade de Cultivares de Café (*Coffea arabica* L.) sob Espaçamentos Adensados. **Revista CERES**, 53 (309). 2006.
- BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista CERES**. Viçosa-MG. v. 20. 1973.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café - Safra 2012**. Segunda estimativa, maio. Brasília - DF. 2012.
- COSTA, E. A. D. da; MATALLO, M. B.; CARVALHO, J. C.; ROZANSKI, A.. Eficiência de nova formulação do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* Morelet var. *hondurensis* Barr. et Golf. **Revista Árvore** [online]. Vol.26, n.6. 2002.
- DOW AGROSCIENCES. **Informativo técnico**. Impresso. 2011.
- DUTRA NETO, C. **Café e Desenvolvimento Sustentável. Perspectivas para o desenvolvimento sustentável no planalto de Vitória da Conquista**; 1ª Edição, Vitória da Conquista – Bahia. 168p. 2004.
- FERNANDES, D. R. Manejo do Cafezal. In: Simpósio sobre Fatores que afetam a Produtividade do Cafeeiro. Poços de Caldas. Piracicaba: **POTAFÓS**. 1986.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR 5.3**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras: UFLA, 2010.
- FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da; FERREIRA, L. R. **Mecanismo de ação de herbicidas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., 2005, Salvador, BA. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba5/336.pdf. Acesso em 15/04/2012.

FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; FARIA, A.T.; TORRES, L.G.; ROCHA, P.R.R.; SANTOS, J.B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta daninha** [online]. vol.30, n.1. 2012.

FRANÇA, A.C.; FREITAS, M.A.M.; FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; REIS, M.R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.3. 2010.

FURLANI JÚNIOR, E.; ROSA, C. E.; FERRARI, S.; FERRARI, J. V.; SANTOS, D. M. A.; LUQUES, A. P. P. G.; VIEIRA, H. S. S. Efeito de subdoses de 2,4-D sobre componentes da produção do algodoeiro. CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 8.; COTTON EXPO, 1. **Anais...** Embrapa Algodão. Campina Grande-PB. 2011.

GONCALVES, K.S. **Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para cultura do pinhão manso (*Jathropa curcas* L.)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 88p. 2009.

KALSING, A., VIDA, R.. Nível de Dano Econômico Aplicado à Herbologia: Revisão. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.20, n.01, 2010.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Ed. revisada, ampliada e ilustrada. Rio de Janeiro - RJ / 21 Varginha – MG: Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento - SARC / PROCAFE – SPAE / DECAF / Fundação PROCAFÉ. 438p. 2005.

PEREIRA, F. C. M. **Métodos de Controle de Plantas Daninhas e Doses de Adubação de Cobertura na Cultura do Eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Jaboticabal - SP. 67p. 2012.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C.; Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**. v. 11, n. 129. 1985.

PIVA, W. A. **Avaliação do Efeito de Concentrações do Herbicida Oxyfluorfen no Controle de Plantas Daninhas em Mudanças de Cafeeiro**.

TCC (Graduação em Cafeicultura). Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho. Muzambinho - MG. 2008.

PIVETTA, K.F.L.; ROSA, C.S.; PITELLI, R.A.; COAN, R.M.. Seletividade de sálvia (*Salvia splendens*) ao herbicida oxyfluorfen veiculado à palha de arroz. **Planta daninha** [online]. vol.26, n.3. 2008.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3.ed. Londrina: IAPAR. 591 p. 2005.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3. 2003.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A.. Weed control in young coffee plantations through post emergence herbicide application onto total area. **Planta daninha** [online]. vol.22, n.4. 2004.

RUFINO, J.L.S.; SILVEIRA, V.S.; RIBEIRO JUNIOR, A.C. Introdução e Metodologia de Estudo. In: VILELA, P.S., RUFINO, J.L.S. Caracterização da Cafeicultura de Montanha de Minas Gerais. **Estudos INAES**. Cadeias Produtivas. Café - Volume I. Belo Horizonte: INAES, cap. 1, 2010.

SIGMAPLOT. **For windows, version 12.0**. Systat Software, 2012.

SILVA, I. P. F.; VELINI, E. D.; GIROTTO, M.; ARALDI, R.; GOMES, G. L. G. C.; CARBONARI, C. A.; TRINDADE, M. L. B.; TROPALDI, L. Avaliação da taxa de transporte de elétrons na cultura do algodoeiro submetida à aplicação de herbicidas em pós-emergência. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. (**Anais...**) Ribeirão Preto - SP. 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina - PR. 42p. 1995.

VICTÓRIA FILHO, R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e produtividade de cana. **Visão agrícola**; Piracicaba, n. 1. 2004.

CAPÍTULO III

TOXICIDADE DO HERBICIDA OXYFLUORFEN NA CULTURA DO CAFÉ

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho verificar a toxicidade de diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen aplicado em pré-emergência em mudas de café em campo. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *campus* de Vitória da Conquista-BA, utilizando 40 mudas de café arábica cv. catuaí vermelho (IAC-144), transplantadas em espaçamento adensado, de 2m x 1m, e o herbicida oxyfluorfen, produto comercial Goal, em delineamento em blocos casualizados e esquema fatorial 5x2x6 com quatro repetições. O primeiro fator foram as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen (0 g ha⁻¹, 480 g ha⁻¹, 840 g ha⁻¹, 1200 g ha⁻¹ e 1560 g ha⁻¹); o segundo fator, as formas de aplicação (na planta e no solo) e 6 semanas de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação), sendo avaliadas as variáveis: altura da muda (cm), o diâmetro do caule (cm), estimativa de área foliar (cm²) e sintomas de fitotoxidez. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, para a comparação de médias, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Para altura das mudas, observou-se efeito significativo entre as formas de aplicação, para diâmetro do caule entre as doses aplicadas, e para a estimativa de área foliar no tempo de avaliação, e da interação entre as doses e as formas de aplicação. Para as três variáveis, foi verificada influência do ambiente, como indicado pela significância da fonte de variação para blocos. Os sintomas de fitotoxidez não foram verificados em nenhuma das mudas.

Palavras-chave: Análises morfológicas; *Coffea arabica* L.; Toxidez.

ABSTRACT

The objective of this work is also to investigate the toxicity of different doses and forms of application of oxyfluorfen applied pre-emergence in coffee seedlings in the field. The experiment was conducted in the experimental area at the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista campus, Bahia, using 40Arabica coffee seedlings cv. catuaí red (IAC-144), transplanted in to dense spacing of 2mx1m, and oxyfluorfen, commercial product Goal in a randomized block design and 5x2x6 factorial design with four replications. The first factor were the doses of oxyfluorfen (0 g ha^{-1} , 480 g ha^{-1} , 840 g ha^{-1} , 1200 g ha^{-1} , and 1560 g ha^{-1}), the second factor application forms (in plant and soil) and 6-week evaluation (7, 14, 21, 28, 35 and 42 days after application), being evaluated variables: seedling height (cm), stem diameter (cm), estimate leaf area (cm^2), and phytotoxicity symptoms. The data were subjected to analysis of variance by F test, and for comparison of means was used Tukey test at 5% probability. For seedling height, there was a significant effect between the forms of application for stem diameter between doses, and to estimate leaf area at the time of evaluation, and the interaction between dose and application forms. For the three variables was verified environmental influence, as indicated by significant source of variation for the blocks. The phytotoxicity symptoms were not observed in any of the seedlings.

Keywords: Morphological analyses; *Coffea arabica* L.; Toxicity.

1 INTRODUÇÃO

O cafeeiro é cultivado mundialmente por possuir diversas espécies que se adaptam às diferentes condições climáticas. O *Coffea arabica* L. tem origem nas terras altas da Etiópia, continente africano, e para que vegete e produza bem o cafeeiro precisa de altitude e climas úmidos (MOREIRA, 2003), com temperatura ótima entre 18°C e 21°C. Ele tem sua distribuição geográfica limitada pelos trópicos de câncer e capricórnio, sendo produzido em mais de 50 países, dentre os quais, os principais produtores se encontram na América do Sul, e são responsáveis por cerca de 80% da produção mundial (OLIVEIRA, 2004). Segundo Toledo e Gancho (2003), os maiores produtores mundiais são: Brasil, Colômbia, México e Guatemala, sendo o Brasil responsável por mais de um terço dessa produção.

O café no Brasil destaca-se por sua grande área de cultivo e também por estar entre os principais produtos agrícolas de exportação (CARMO e outros, 2011) e, embora ainda não tenha conseguido agregar o valor devido ao produto, apresenta grande importância social e econômica.

A produção nacional, estimada atualmente por Brasil (2012) em 50,6 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado, se distribui por todas as regiões do país, sendo que 37,71 milhões dessas são de café arábica, provenientes principalmente do sudeste, por conta da produção dos maiores estados produtores: Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo. O estado da Bahia é o quarto produtor nacional, tendo essa produção distribuída em 57 municípios das regiões do Planalto e Cerrado (ANDRADE, 2011). Os cafeeiros cultivados na região do Planalto são, na sua maioria, dos cultivares Catuaí e Mundo Novo (DUTRA NETO, 2004).

No momento do plantio, as mudas necessitam que haja água disponível, sendo a irrigação nesse momento responsável por contribuir para

o surgimento de plantas daninhas próximo às mudas. Segundo Fialho e outros (2012), as plantas de café apresentam crescimento lento e deixam o solo exposto à luz, favorecendo a infestação e o crescimento das plantas daninhas. Essas plantas prejudicam a cultura, devido à competição por luz, água e nutrientes (PETTER e outros, 2011), devendo ser adotado algum método de controle eficiente. Além disso, elas podem liberar substâncias químicas (aleloquímicos) prejudiciais à lavoura e, ainda, podem ser hospedeiras de pragas e doenças (CARNEIRO, 2009).

O controle químico é uma das opções disponíveis e é um método eficiente de controlar as plantas daninhas (GOMES JR e CHRISTOFFOLETI, 2008), devendo ser utilizado de maneira correta, sem prejudicar a cultura de interesse. Sendo possível aliar esse controle à irrigação realizada no momento do plantio, reduzem-se os tratos culturais necessários e, conseqüentemente, os custos relativos ao processo produtivo.

O oxyfluorfen é um herbicida do grupo dos difenileters (DPEs), inibidor da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), presente nos cloroplastos, causando o aparecimento de precursores da clorofila que, na presença de luz, são convertidos em moléculas que “desorganizam” as membranas celulares da planta, levando à necrose e à morte (GONÇALVES, 2009). Se aplicado em pré-emergência, age sobre o hipocótilo e epicótilo das plântulas em emergência e nos meristemas foliares, não apresentando nenhuma ação sobre os tecidos radiculares (RODRIGUES e ALMEIDA, 2005).

O custo de implantação de uma lavoura de café é bastante alto, sendo a integração de atividades necessárias, como a irrigação e o controle de plantas daninhas, uma forma de reduzi-lo. Uma possibilidade é, ao optar pelo controle químico, fazê-lo juntamente com a irrigação de plantio, já que as mudas necessitam de água para se estabelecerem, o surgimento de plantas daninhas é favorecido.

Sendo as mudas bastante sensíveis à interferência das plantas daninhas (SILVA e outros, 2008), o indicado é que elas sejam retiradas da

linha de plantio, no entanto, é necessário conhecer os efeitos da junção do controle com a irrigação sobre as mudas, para que não sejam causados prejuízos.

Desse modo, objetivou-se com este trabalho verificar o potencial de aplicação do herbicida oxyfluorfen, via água de irrigação, em pré-emergência sobre mudas de café (*Coffea arabica* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado na área experimental do *campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista - Bahia. O município está localizado na microrregião do Planalto da Conquista, Sudoeste do estado da Bahia, numa altitude próxima a 900 metros, na latitude 14° 50' Sul e longitude 40° 50' Oeste, com temperatura média de 20,7°C e precipitação média anual de 733,9 mm.

2.2 Material utilizado e delineamento experimental

Para o plantio, foram adquiridas mudas de café (*Coffea arabica* L.) em viveiro certificado, da região próxima ao município, que permaneceram no viveiro da Universidade por sete dias, para que fossem aclimatadas e, posteriormente, transplantadas para o solo, com as características químicas indicadas abaixo (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Análise química do solo utilizado no experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Identificação	pH	mg/dm ³			*cmol _c /dm ³ de solo				%	*g/dm ³
		(H ₂ O)	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺		
Amostra	4,4	2	0,04	0,5	0,4	0,6	2,8	0,9	22	7

O experimento foi montado utilizando o delineamento em blocos casualizado - DBC, em esquema fatorial 5x2x6, com quatro repetições, sendo o primeiro fator as doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen (0; 480; 840; 1200 e 1560 g ha⁻¹); o segundo fator, as formas de aplicação (molhando toda a planta e somente o solo); e o terceiro, os momentos de avaliação (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a aplicação).

Cada muda foi plantada no espaçamento adensado para café, de dois metros entre linhas e um metro entre plantas, em covas de 40 x 40 x 40 cm, sendo a irrigação realizada de acordo às necessidades das mudas, com restrição ao molhamento das folhas.

As aplicações foram realizadas via água de irrigação, conforme Figura 3.1, sendo o produto comercial dosado, diluído em cinco litros de água e aplicado com o auxílio de um balde sobre toda a planta ou somente sobre o solo, conforme tratamento. Para que não houvesse deposição em determinados locais da superfície das covas, utilizou-se uma rede que reduzia o impacto da calda com o solo.



Figura 3.1 - Aplicação do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sobre a planta (A) e no solo (B). Vitória da Conquista-BA, 2012.

2.3 Análises realizadas

Foi avaliada nesse experimento a altura das mudas (cm), o diâmetro do caule (cm) e estimada a área foliar (cm²). Foram verificados a emergência de plantas daninhas e o aparecimento de sintomas de fitotoxidez causados pelas aplicações do herbicida. A altura foi verificada por meio de régua milimetrada, sendo medido do solo ao ápice da planta, e o diâmetro, através de paquímetro digital (Figura 3.2).

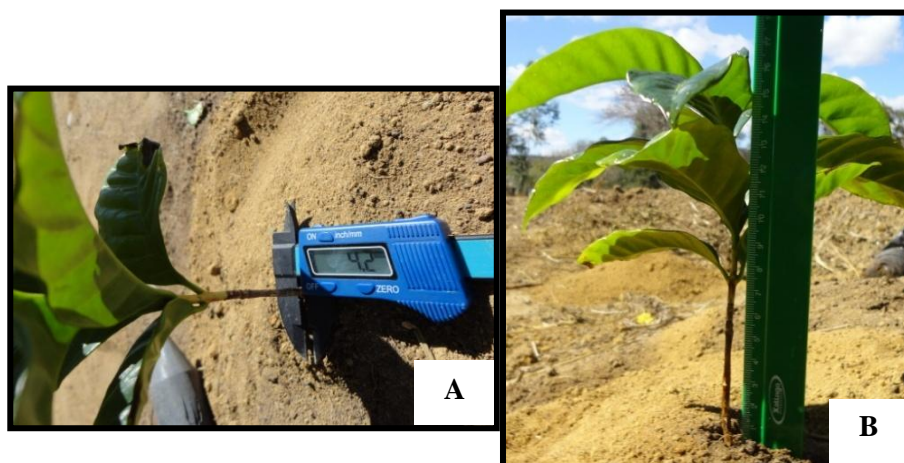


Figura 3.2 - Determinação da altura (A) e do diâmetro do caule (B) das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Para a estimativa de área foliar, foi utilizada a metodologia não destrutiva para mudas, descrita por Barros e outros (1973), na qual são utilizadas as maiores medidas de comprimento e largura das folhas (Figura 3.3), na equação de regressão: $\hat{A}F = 0,667.C.L.$



Figura 3.3 - Medições para estimativa da área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA, 2012.

Os sintomas de fitotoxidez foram analisados visualmente, sendo utilizado uma escala visual de notas, variando de 0 a 100, na qual foi considerada a ausência de sintomas como 0, e a intoxicação total da planta como 100 (SBCPD, 1995).

2.4 Análise estatística

Os dados, inicialmente, foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, e sendo os resultados não-significativos, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Para a comparação de médias, foi utilizado o teste Tukey, e, para variáveis quantitativas, ajustadas equações de regressão, até o terceiro grau, ambos ao nível de significância de 5%. Para isso, utilizou-se o programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010), sendo os gráficos confeccionados pelo programa Sigmaplot versão 12.0 (SIGMAPLOT, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, conforme apêndice B, demonstra que, para altura das mudas, observou-se efeito significativo entre as formas de aplicação e para o diâmetro do caule entre as doses aplicadas. Para a estimativa de área foliar, houve significância no tempo de avaliação, e na interação entre as doses e as formas de aplicação, sendo ela desdobrada, estudando-se as doses em cada forma e as formas em cada dose do herbicida oxyfluorfen. Para as três variáveis, foi verificada influência do ambiente, como indicado pela significância da fonte de variação para blocos.

O resumo da análise de variância para as três variáveis avaliadas, e seus respectivos coeficientes de variação, está apresentado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da muda, diâmetro do caule e estimativa de área foliar de mudas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes doses e formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	Quadrado Médio		
		Altura (cm)	Diâmetro (cm)	Área Foliar (cm ²)
DOSE	4	2,70	3,91*	5,82
FORMA	1	29,89*	0,01	0,94
TEMPO	5	2,07	0,42	921,18*
DOSE*FORMA	4	0,28	0,28	15,25*
DOSE*TEMPO	20	0,02	0,00	4,45
FORMA*TEMPO	5	0,00	0,00	1,03
DOSE*FORMA*TEMPO	20	0,00	0,00	2,63
BLOCO	3	3,56*	0,53*	19,00*
RESÍDUO	177	1,40	0,24	3,60
CV (%)	239	19,93	15,65	15,14

* Significativo a ($p < 0,05$) pelo teste F.

A altura das mudas tratadas com oxyfluorfen e que receberam o produto sobre a parte aérea foi, em média, menor do que as que receberam aplicação somente no solo (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Média da altura das mudas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas à aplicação do herbicida oxyfluorfen sobre toda a planta e sobre o solo. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Forma	Média
Solo	8,41 A
Planta	7,70 B

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade

Quando aplicado na forma de jato dirigido, Freitas e outros (2007) afirmaram que o oxyfluorfen não causou intoxicação capaz de reduzir a altura de mudas de espécies ornamentais nas três avaliações feitas, assim como verificado por Freitas e outros (2004). Já Izelli e outros (2010), associando trifluralina e oxyfluorfen para aplicação sobre mudas de *Eucaliptus grandis*, não encontraram diferenças entre os tratamentos e a testemunha.

A Figura 3.4 indica haver uma tendência de redução linear dos diâmetros médios das mudas de café em função da dose aplicada. Quanto maior a dose do herbicida, menor o diâmetro das mudas. Avaliações realizadas por Yamashita e outros (2009) não apresentaram alteração entre tratamentos no que se referiu ao diâmetro de caule de *Coffea canephora* tratado com oxyfluorfen, assim como Ronchi e Silva (2004) em *Coffea arabica* L., em avaliação realizada quatro meses após a aplicação.

O crescimento de mudas de café é considerado lento, em relação a outras culturas, sendo as diferenças encontradas consideradas de pequena magnitude, pela variação ser de aproximadamente apenas 0,5 cm. Trabalhos já realizados por Dias, Alves e Lemes (2005) indicam que respostas seriam mais evidentes ao considerar períodos maiores de análises.

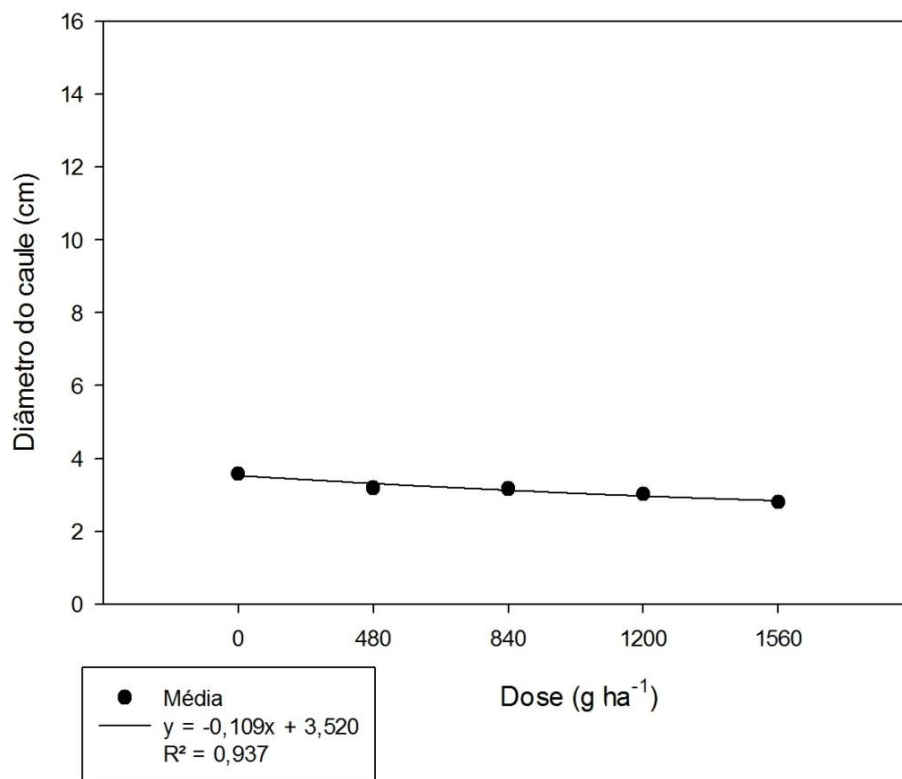


Figura 3.4 - Média dos diâmetros das mudas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas à aplicação de cinco diferentes doses do herbicida oxyfluorfen. Vitória da Conquista-BA, 2012.

As aplicações do oxyfluorfen não interferiram na ampliação da área foliar das mudas de café, havendo aumento, como indicado na Figura 3.5, principalmente, a partir da terceira semana após o plantio. A área foliar é a característica morfológica mais importante relacionada à capacidade das plantas de cobrir o solo e, principalmente, em termos de aproveitamento da radiação fotossintética (FLECK e outros, 2009).

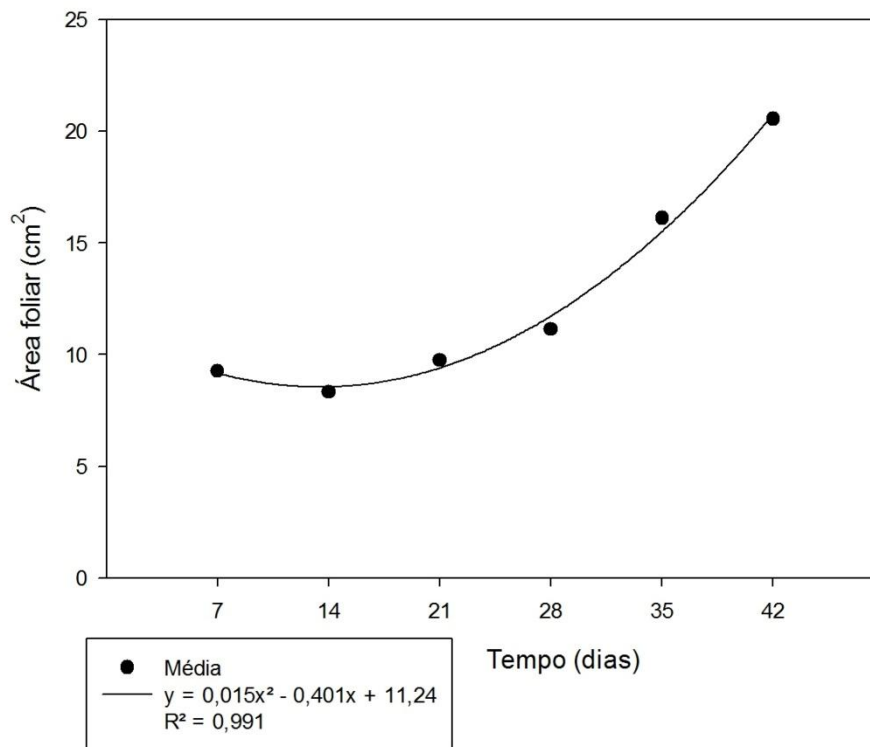


Figura 3.5 - Análise de regressão da estimativa de área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do tempo de avaliação. Vitória da Conquista-BA, 2012.

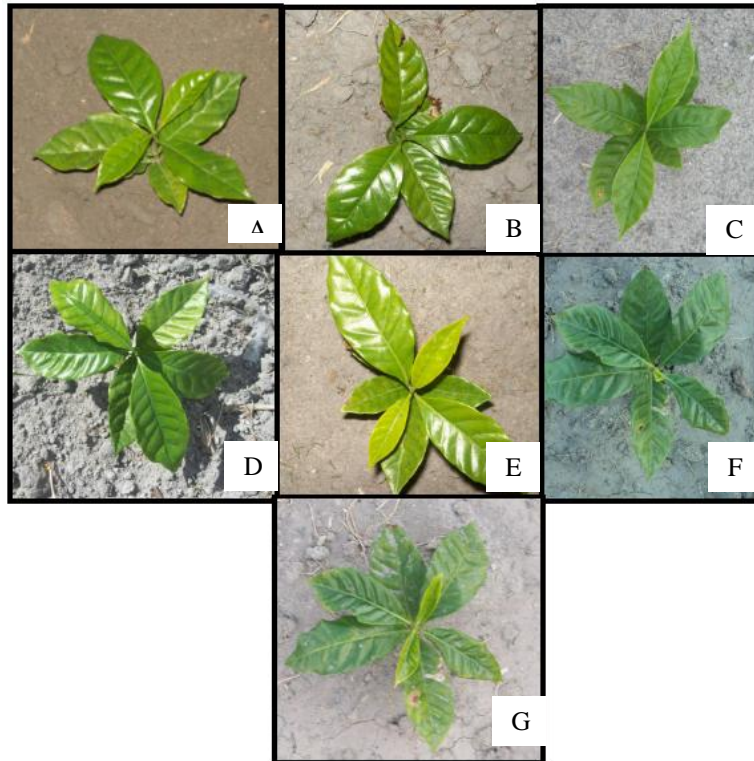
Para a área foliar, quanto às formas de aplicação nas diferentes doses, não foi possível ajustar equações de regressão. Ao comparar as médias em cada dose e forma de aplicação, foi encontrada diferença somente na maior dose utilizada, de 1560 g ha⁻¹, sendo que a aplicação diretamente no solo apresentou-se maior do que a realizada na planta (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Análise do desdobramento da interação entre as formas de aplicação e das doses aplicadas do herbicida oxyfluorfen em relação à estimativa de área foliar das mudas de café (*Coffea arabica* L.). Vitória da Conquista-BA. 2012.

Forma	Dose (g ha ⁻¹)				
	0	480	840	1200	1560
Solo	12,315 A	12,207 A	12,487 A	12,305 A	13,601 A
Planta	13,307 A	13,013 A	11,480 A	12,465 A	12,023 B

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade

As alterações encontradas nas avaliações citadas anteriormente não podem ser relacionadas aos sintomas de fitotoxidez nas mudas de café. Mesmo com o tratamento que teria a maior probabilidade de causar danos, como é o caso da aplicação sobre a muda de 1560 g ha⁻¹ do herbicida, não foram visualizados sintomas (Figura 3.6).



A) Momento da aplicação; B) 7 DAA; C) 14 DAA; D) 21 DAA; E) 28 DAA;
F) 35 DAA; G) 42 DAA.

Figura 3.6 - Análise visual dos sintomas de fitotoxicidez em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob aplicação de 1560 g ha^{-1} do herbicida oxyfluorfen sobre as mudas, ao longo do período de realização do experimento. Vitória da Conquista-BA, 2012.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem afirmar que:

- As condições do campo influenciaram no desenvolvimento das mudas;
- O herbicida oxyfluorfen não se mostrou seletivo, quando aplicado na dose de 1560 g ha⁻¹ e sobre as mudas de café;
- A dose menor, de 480 g ha⁻¹, é a recomendada, pelos efeitos causados e os custos da aplicação.

5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. A. F. **Relações hídricas e crescimento de plantas jovens de café sob diferentes regimes hídricos e dose de N e K.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 2011.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; VIEIRA, M.; BRAGA FILHO, L. J. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv. 'Bourbon Amarelo'). **Revista Ceres**. Viçosa-MG. v. 20. 1973.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira Café** - Safra 2012. Segunda estimativa, maio. Brasília - DF. 2012.

CARMO, D.L., NANNETTI, D.C., DIAS JUNIOR, M.S., LACERDA, T.M., ESPÍRITO SANTO, D.J., ALBUQUERQUE, A.D. Contribuições da Vegetação Espontânea nas Propriedades Físico-Químicas de um Latossolo e na Nutrição do Cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 6, n. 3. 2011.

CARNEIRO, J. C. **Eficácia e Atividade Residual de Aplicações Isoladas ou Associadas de Diuron, Oxyfluorfen e Prometryne para o Controle de *Euphorbia heterophylla*.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Estadual de Maringá. Paraná. 72 p. 2009.

DIAS, T.C.S.; ALVES, P.L.C.A.; LEMES, L.N.. Períodos de interferência de *Commelina benghalensis* na cultura do café recém-plantada. **Planta daninha** [online]. vol.23, n.3. 2005.

DUTRA NETO, C. **Café e desenvolvimento sustentável.** Vitória da Conquista - BA, UESB/DEAS, 2004. 168 p.

FERREIRA, D.F. **SISVAR 5.3**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras - MG. UFLA, 2010.

FIALHO, C.M.T.; SILVA, A.A.; FARIA, A.T.; TORRES, L.G.; ROCHA, P.R.R.; SANTOS, J.B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta daninha** [online]. vol.30, n.1. 2012.

FLECK, N.G.; SCHAEGLER, C.E.; AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R.P.; DAL MAGRO, T.; TIRONI, S.P. Associação de características de planta em cultivares de aveia com habilidade competitiva. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 211-220, 2009.

FREITAS, F. C. L. ET AL Controle químico de plantas daninhas em bromeliários. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24. São Pedro. **Resumo Expandido...** São Pedro: 2004.

FREITAS, F.C.L.; GROSSI, J.A.S.; BARROS, A.F.; MESQUITA, E.R.; FERREIRA, F.A. Controle de plantas daninhas na produção de mudas de plantas ornamentais. **Planta daninha** [online]. vol.25, n.3. 2007.

GOMES JR., F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e Manejo de Plantas Daninhas em Áreas de Plantio Direto. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 26, n. 4. 2008.

GONÇALVES, K.S. **Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para cultura do pinhão manso (*Jathropa curcas L.*)** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 88 p. 2009.

IZELLI, S. A.; FORNAROLLI, D. A.; DEBASTIANI, R.; BANDEIRA, S. A. E. Manejo de Plantas Daninhas na Cultura de *Eucalyptus grandis*. Congresso da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...** 2010.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 78f. 2003.

OLIVEIRA, J.T. de. **História do Café no Brasil e no Mundo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Barléu Edições LTDA, 2004.

PETTER, F.A., PACHECO, L.P., ALCÂNTARA NETO, F., ZUFFO, A.M., PROCÓPIO, S.O., ALMEIDA, F.A. Desempenho agronômico do sorgo em função de doses e épocas de aplicação do herbicida 2,4-D. **Planta daninha** [online]. vol.29, n.spe. 2011.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3.ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Weed control in young coffee plantations through post-emergence herbicide application onto total area. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4. 2004.

SIGMAPLOT. **For windows, version 12.0**. Systat Software, 2012.

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

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina - PR. 42p. 1995.

TOLEDO, V.V. de; GANCHO, C.V.. **Sua Majestade: O Café**. Coleção Desafios. 2.ed. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

YAMASHITA, O. M. et al. Tolerância de mudas de café conillon (*Coffea canephora*) a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.169-174, 2009.

CAPÍTULO IV

EFEITOS DA APLICAÇÃO DO OXYFLUORFEN EM MUDAS DE CAFÉ

RESUMO

Mudas de café são fortemente afetadas pela interferência causada por plantas daninhas, pois essas limitam a disponibilização de recursos ambientais como água, luz, espaço e nutrientes. O controle químico é uma opção vantajosa, e o herbicida oxyfluorfen é um dos produtos recomendados para aplicação em pré-emergência de plantas daninhas na cultura do café. Dessa forma, foram verificados neste trabalho os efeitos de diferentes formas e a influência da ocorrência de chuva, logo após a aplicação de oxyfluorfen em mudas de café. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), na Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp, *campus* de Botucatu-SP, utilizando mudas de café cv. catuaí vermelho (IAC-144), de seis meses de idade, que foram transplantadas para vasos com o herbicida oxyfluorfen, com produto comercial Goal BR, e o surfactante Aterbane BR. Foi conduzido em delineamento em blocos casualizados - DBC, em esquema fatorial 7x2, com sete formas de aplicação do herbicida e dois dias de avaliação, com quatro repetições, totalizando quatorze tratamentos com cinquenta e seis parcelas. As formas testadas foram: aplicação no solo com água de irrigação; aplicação na planta com água de irrigação; pulverização do herbicida com surfactante e sem simulação de chuva; pulverização sem surfactante e sem simulação de chuva; pulverização com surfactante e com simulação de chuva; pulverização sem surfactante e com simulação de chuva; testemunha. As avaliações foram aos 2 DAA e aos 7 DAA. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, para a comparação de médias, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade. Realizaram-se análises da taxa de transporte de elétrons, teor de lipoperóxidos, clorofila, carotenoides, antocianinas, oxyfluorfen e dos sintomas de fitointoxicação. Para o teor de carotenoides, foi verificada significância entre as formas de aplicação do herbicida e no tempo de avaliação, e para clorofila *b* e fitointoxicação, apenas para forma de aplicação. Para a concentração do oxyfluorfen, o valor do ETR e os teores de lipoperóxidos, houve interação entre a forma de aplicação e o tempo de avaliação. As mudas tratadas com aplicações no solo e na planta

apresentaram, em todas as análises, valores iguais à testemunha, indicando que as duas formas não causaram alterações no metabolismo das muda de café. Nos tratamentos pulverizados, foram encontradas diferenças, sendo que, dentro deles, o tratamento pulverizado com adição de surfactante e sem simulação de chuva foi o que mais interferiu na fisiologia das mudas, reduzindo as taxas de transporte de elétrons, os teores de clorofila e aumentando o de lipoperóxidos. Nas análises visuais, foi também o que apresentou os maiores sintomas de fitointoxicação, não sendo, portanto, recomendável essa forma de aplicação em mudas de café.

Palavras-chave: Análises fisiológicas; *Coffea arabica* L.; Herbicida.

APPLICATION EFFECTS OF THE OXYFLUORFEN IN COFFEE SEEDLINGS

ABSTRACT

Coffee seedlings are strongly affected by interference caused by weeds, because these limit the availability of environmental resources such as water, light, nutrients and space. Chemical control is a good option and oxyfluorfen is a product recommended for use in pre-emergence weed in coffee culture. Thus, we saw the effects of this work in different ways, and the influence of the occurrence of rain soon after application of oxyfluorfen on coffee plants. The experiment was conducted in a greenhouse at the Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), the Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, campus of Botucatu-SP, using coffee seedlings cv. catuaí red (CCL-144), six months old, they were transplanted to pots, oxyfluorfen, with commercial product Goal BR, and surfactant Aterbane BR. It was conducted in randomized block-DBC, in a 7x2 factorial arrangement, with seven forms of herbicide application and two day trial with four replications, totaling fourteen treatments fifty-six plots. The shapes were tested: soil application of irrigation water, the plant application with irrigation water; herbicide spraying with surfactant and with out simulated rain, spray and with out surfactant with out rain simulation; spray with surfactant and rainfall simulation; spraying with out surfactant and with rain simulation; witness. Evaluations were done at 2 and 7 DAA. Data were subjected to analysis of variance by F test, and for comparison of means was used Tukey test at 5% probability. The analyses of the rate of electron transport, lipoperoxide content, chlorophyll, carotenoids, anthocyanins, oxyfluorfen, and herbicide symptoms. The carotenoids significance was found between the forms of herbicide application and at the time of evaluation, and chlorophyll *b* phytointoxication, only form of application. The concentration of oxyfluorfen, the value of ETR, and the contents of lipoperoxides, there was interaction between the application form and evaluation time. The seedlings treated with applications in soil and plant presented in all analyzes, values equal to the control, indicating that the two forms did not cause changes in the metabolism of coffee changes. The treatments were sprayed differences, and within them, the treatment sprayed with added surfactant and without simulated rain, which was more interfered in the physiology of the plants, reducing the rates of electron transport, the chlorophyll content and increasing lipoperoxide. In visual analysis

was also presented the highest herbicide symptoms, there is therefore recommended that the application form on coffee plants.

Keywords: Physiological analyses; *Coffea arabica* L.; Herbicide.

1 INTRODUÇÃO

A cafeicultura é uma importante atividade agrícola do país, sendo encontradas áreas produtoras em todas as regiões. Historicamente, o Brasil ocupa posição de destaque como maior produtor e grande exportador mundial dessa *commodity* (FREIRE e outros, 2011), sendo de extrema importância evitar perdas no processo produtivo, dentre elas, as causadas pela interferência de plantas daninhas.

As plantas daninhas são vegetais que ocorrem espontaneamente nas áreas de interesse agrônomo e prejudicam o crescimento e o desenvolvimento normal das plantas cultivadas (VIDAL, FLECK e MEROTTO JR, 2005), pela competição por fatores encontrados no ambiente. A competição pode ser definida como a redução na disponibilidade de água, luz, nutrientes e/ou espaço para a cultura de interesse, em decorrência da convivência com plantas daninhas em ambientes com recursos limitados (CARVALHO, 2011). Isso afeta a economia agrícola, pois além da sua presença nas culturas ocasionar prejuízos fitotécnicos, o seu controle ainda acarreta despesas que oneram consideravelmente o custeio da cultura (SOUZA e outros, 2010).

A interferência imposta pelas plantas daninhas agrava-se quando se trata da cultura em instalação e início de desenvolvimento. Nesses casos, o cafeeiro apresenta um crescimento lento, comparativamente ao das plantas daninhas, sofrendo, portanto, os efeitos da intensa competição. As plantas jovens de café são sensíveis à interferência de plantas daninhas, e podem ter seu crescimento e ciclo reprodutivo comprometidos, caso o controle não seja efetuado em tempo hábil (RONCHI e SILVA, 2003).

O objetivo do controle químico de plantas daninhas é a obtenção de máxima eficácia de controle com alta seletividade para a cultura, de forma econômica e com a minimização dos efeitos ambientais (ARALDI, 2010). Os herbicidas seletivos podem ser aplicados em pré ou pós-emergência das plantas daninhas, sendo os herbicidas não-seletivos, aplicados em jato dirigido à linha de plantio (RONCHI e outros, 2008).

O oxyfluorfen [2-cloro-1-(3-etoxi-4-nitrofenoxi)-4-(trifluorometil)benzeno] (FRANK, CLEGG e RITCEY, 1991 citados por CASSAMASSIMO, 2005) é um herbicida de contato indicado para o controle de plantas daninhas, em aplicações de pré ou pós-emergência inicial. Sua ação causa a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase, presente nos cloroplastos, causando o aparecimento de precursores da clorofila que, na presença de luz, são convertidos em moléculas que “desorganizam” as membranas celulares da planta, levando à necrose e à morte (GONÇALVES, 2009).

Os efeitos das aplicações sobre as plantas podem causar muito mais do que sintomas visuais, sendo possível verificá-los através das análises laboratoriais.

Alteração nos teores de lipoperóxidos é indicador de prevalência de dano oxidativo nos tecidos (CATANEO e outros, 2005), causado por diversos fatores, dentre eles, os xenobióticos. Neles se enquadram os herbicidas, fungicidas, contaminantes atmosféricos (SO₂, NO₂, NO₂, ozônio) e metais pesados (MOLDES, 2006), capazes de causar estresse oxidativo. Sob ação de herbicidas, por exemplo, surgem gotas lipídicas provenientes da peroxidação de lipídios das membranas (DEVINE e outros, 1993 citados por CORNIANI e outros, 2010), ampliando seus teores nas análises.

A análise da fluorescência vem sendo largamente utilizada no entendimento dos mecanismos fotossintéticos, auxiliando, principalmente, na mensuração desses mecanismos após aplicação de herbicidas (IRELAND e

outros, 1986 citados por GIROTTO e outros, 2011), com a vantagem de que o processo de obtenção de medidas da fluorescência da clorofila é rápido, específico e não destrutivo (MOHANTY e GOVINDJEE, 1974, citados por ARALDI, 2011).

Quanto ao conteúdo de clorofila *a* e *b*, e carotenoides, Meschede e outros (2011) afirmam que ainda há controvérsias nos trabalhos realizados, no que diz respeito à interferência dos herbicidas, sendo atualmente realizadas diversas experimentações com as diferentes culturas.

Dessa forma, foram verificados neste trabalho os efeitos de diferentes formas e a influência da ocorrência de chuva, logo após a aplicação de oxyfluorfen em mudas de café (*Coffea arabica* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do experimento

As atividades experimentais foram realizadas em casa de vegetação, no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), localizado nas coordenadas 22°51'S e 48°25'W, na Faculdade de Ciências Agrônômicas - FCA, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp, *campus* de Botucatu-SP, utilizando mudas de café (*Coffea arabica*) IAC-144 cv. catuaí vermelho com seis meses de idade e o herbicida oxyfluorfen.

2.2 Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos utilizando o delineamento em blocos casualizados - DBC, em esquema fatorial 7x2, com sete modos de aplicação do herbicida, e dois dias de análise, sendo utilizadas quatro repetições, totalizando cinquenta e seis parcelas.

Os 14 tratamentos estão indicados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Tratamentos aplicados às mudas de café (*Coffea arabica* L.) para aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Modo de aplicação	Análise
1 A	Aplicação no solo com água de irrigação	2 DAA
2 A	Aplicação na planta com água de irrigação	2 DAA
3 A	Pulverização com surfactante e sem simulação de chuva	2 DAA
4 A	Pulverização sem surfactante e sem simulação de chuva	2 DAA
5 A	Pulverização com surfactante e com simulação de chuva	2 DAA
6 A	Pulverização sem surfactante e com simulação de chuva	2 DAA
7 A	Testemunha	2 DAA
1 B	Aplicação no solo com água de irrigação	7 DAA
2 B	Aplicação na planta com água de irrigação	7 DAA
3 B	Pulverização com surfactante e sem simulação de chuva	7 DAA
4 B	Pulverização sem surfactante e sem simulação de chuva	7 DAA
5 B	Pulverização com surfactante e com simulação de chuva	7 DAA
6 B	Pulverização sem surfactante e com simulação de chuva	7 DAA
7 B	Testemunha	7 DAA

* DAA (Dias após a aplicação)

Cada parcela foi constituída por uma muda plantada em vaso com dez litros de solo (Figura 4.1) e, para as aplicações, utilizou-se a maior dose recomendada do herbicida oxyfluorfen para café, de 1440 g ha⁻¹ do ingrediente ativo, correspondente a 6,0 L ha⁻¹ do produto comercial Goal, e o surfactante Aterbane.



Figura 4.1 - Vasos das parcelas dos experimentos. Botucatu-SP, 2012.

As aplicações na planta e no solo foram realizadas utilizando recipientes, com o cuidado para não haver maior deposição em determinado local, e para molhar todo o solo e toda a planta (Figura 4.2), dependendo da parcela.

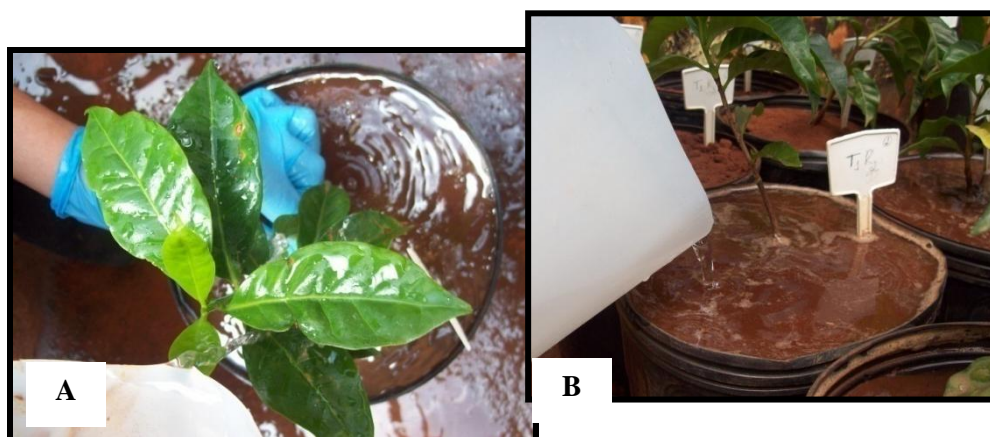


Figura 4.2 - Aplicação do herbicida na planta (A) e no solo (B). Botucatu-SP, 2012.

Para as pulverizações, utilizou-se um pulverizador estacionário no laboratório, onde a barra de pulverização, com quatro pontas XR11002, espaçadas em 0,5 m e com 0,5 m de altura em relação às mudas (Figura 4.3A), deslocava-se a $3,6 \text{ km h}^{-1}$, sob pressão constante de 1,5 bar, pressurizado por ar comprimido, e com volume de aplicação equivalente a 200 L ha^{-1} . Para as simulações de chuva, foi utilizada uma segunda barra, no mesmo equipamento, (Figura 4.3B), sendo essa constituída por três pontas de pulverização TK-SS-20 de alta vazão, espaçadas em 0,5 cm, mantida a 1,4 m de altura do alvo e operada para produção de uma lâmina correspondente a 2,5 mm de precipitação, a cada passada, totalizando 67,5 mm. Esse volume de chuva foi determinado em função da quantidade de água aplicada nos demais tratamentos.



**Figura 4.3 - Detalhe do pulverizador estacionário no momento da pulverização (A);
Utilização do simulador de chuva (B). Botucatu-SP, 2012.**

2.3 Análises realizadas

Foram realizadas as análises da concentração do herbicida nas folhas, taxa de transporte de elétrons (ETR), lipoperóxidos, clorofila, carotenoides e antocianinas, aos dois e aos sete dias após a aplicação do herbicida.

A concentração do herbicida oxyfluorfen nas folhas foi medida utilizando o Cromatógrafo Líquido (Proeminence UFLC) acoplado ao espectrômetro de massas (3200 Q TRAP) - LC-MS/MS. Para as análises, foram retiradas todas as folhas das mudas de café e lavadas em 200 mL de água deionizada. As folhas foram enxutas e retirou-se amostras de 1,5 cm de diâmetro de todas elas, sendo, posteriormente, pesadas, identificadas, embaladas, pesadas e conservadas em sacos plásticos à -80°C. No momento do processamento, as amostras foram maceradas no escuro, utilizando nitrogênio líquido, pesadas 0,1g, e colocadas em 1 mL da solução de 1M de metanol e 1 mg de hidróxido de cálcio. Posteriormente, foram colocadas em Eppendorf, protegido da luz por papel alumínio, identificados e homogeneizados em turrax por 30 segundos. Os Eppendorf foram centrifugados por 15 minutos, e o sobrenadante foi filtrado, diluído a 10%, e transferido para vials, para serem injetados no cromatógrafo.

Para a leitura da taxa de transporte de elétrons (ETR), utilizou-se o aparelho Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p (Opti-Sciences), (Figura 4.4), com o protocolo Yield, e as medições foram realizadas utilizando 2 folhas do terço superior de cada uma das mudas avaliadas.



Figura 4.4 - Equipamento Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer OS5p (Opti-Sciences). Botucatu-SP, 2012.

Para determinação da peroxidação de lipídios, foram retirados discos de 1,5 cm de diâmetro, de todas as folhas das mudas de café, para que a amostra fosse bastante representativa. As amostras foram pesadas, embaladas em plástico e papel alumínio, congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer a -80°C. Utilizando-se a técnica descrita por Heath e Packer (1968), citados por Rama Devi e Prasad (1998), as amostras foram pulverizadas em N líquido, homogeneizadas em 6 mL de solução contendo ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,25% e ácido tioroacético (TCA) 10% e incubadas em banho-maria a 90°C, por 1h. Após resfriamento, o homogeneizado foi centrifugado a 10.000g por 20 minutos à temperatura ambiente. Em seguida, o sobrenadante de cada amostra foi retirado e fracionado em 4 repetições, que foram colocadas em microplacas e submetidas à leitura de absorbância em espectrofotômetro μ Quant (BioTek) UV-visível a 560 e 600 nm (Figura 4.5). Para os cálculos, utilizou-se o coeficiente de extinção molar do malondialdeído ($155 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). Os resultados foram

expressos em nmol de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) g⁻¹ de matéria fresca.



Figura 4.5 - Equipamento espectrofotômetro μ Quant (BioTek). Botucatu-SP, 2012.

A extração dos pigmentos fotossintéticos foi realizada na matéria fresca, segundo o método validado por Sims e Gamon (2002), que se basearam no coeficiente de absorvividade molar (máxima capacidade de absorção de luz em determinado comprimento de onda e solvente) dos pigmentos: clorofila *a* e *b*, antocianinas e carotenoides em solução tamponada de acetona.

Os tecidos foram primeiramente pulverizados em nitrogênio líquido e acrescidas 3 mL de uma solução gelada de acetona/Tris-HCl (80:20, v:v, pH 7,8 0,2M), sendo a mistura homogeneizada em turrax, durante 1', e a extração conduzida em gelo e protegida da luz. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 2000 rpm por 5' e os sobrenadantes (limpos) imediatamente, conduzidos para leitura na região do visível a 663 (clorofila *a*), 647 (clorofila *b*), 537 (antocianina) e 470 (carotenoides) nanômetros no espectrofotômetro μ Quant (BioTek).

Os valores de absorvância foram baseados nas fórmulas abaixo, sendo expressos em função do peso de folha fresca ($\mu\text{M mL}^{-1} \text{mg}^{-1}$).

$$\text{Clorofila } a(\mu\text{mol mL}^{-1})=0,01373(A_{663})-0,000897(A_{537})-0,003046(A_{647})$$

$$\text{Clorofila } b(\mu\text{mol mL}^{-1})=0,02405(A_{647})-0,004305(A_{537})-0,005507(A_{663})$$

$$\text{Antocianinas}(\mu\text{mol mL}^{-1})=0,08173(A_{537})-0,00697(A_{647})-0,002228(A_{663})$$

$$\text{Carotenoides}(\mu\text{mol mL}^{-1}) = \frac{\{A_{470}-[17,1.(Cl_a+Cl_b)]-9,479.\text{antocianina}\}}{119,26}$$

Aos 2 e aos 7 dias após a aplicação, também foi realizada análise visual de fitointoxicação, sendo adotada escala de notas variando de 0 a 100, na qual “0” está relacionada à ausência total de injúrias e “100” à morte total das plantas (SBCPD, 1995).

2.4 Análise estatística

Os dados, inicialmente, foram submetidos aos testes de homogeneidade das variâncias e normalidade dos erros, e sendo os resultados não-significativos, foi realizada a análise de variância pelo teste F. Para a comparação de médias, foi realizado o teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância, conforme apêndice C, demonstra que houve significância para o teor de carotenoides nos modos de aplicação do herbicida e no tempo de avaliação, e para clorofila *b* e análise de fitointoxicação, apenas nas formas. Para a concentração do oxyfluorfen, o valor do ETR e os teores de lipoperóxidos, houve interação entre o modo de aplicação e o tempo, sendo ela desdobrada, estudando-se os modos em cada tempo e os tempos em cada modo do herbicida oxyfluorfen. Para os sintomas de fitointoxicação, foi verificada influência do ambiente, como indicado pela significância da fonte de variação para blocos.

O resumo da análise de variância para as análises de concentração de oxyfluorfen, ETR, lipoperóxidos, clorofila *a* e *b*, carotenoides, antocianinas e sintomas de fitointoxicação, e seus respectivos coeficientes de variação, estão apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Resumo da análise de variância das análises de concentração de oxyfluorfen, ETR, lipoperóxidos, clorofila *a* e *b*, carotenoides, antocianinas e sintomas de fitointoxicação, em mudas de café (*Coffea arabica* L.) em função do modo de aplicação e do tempo após a aplicação do herbicida. Botucatu-SP, 2012.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio do resíduo							
		Oxyfluorfen (ng mL ⁻¹)	ETR	Lipoperóxidos (nmol g ⁻¹)	Clorofila <i>a</i> (µg g ⁻¹)	Clorofila <i>b</i> (µg g ⁻¹)	Carotenóides (µg g ⁻¹)	Antocianinas (µg g ⁻¹)	Fito-intoxicação (%)
Forma de Aplicação	6	8861,94*	7103,94*	684,56*	521937,71	484951,86*	380050,50*	27310,66	346,27*
Tempo	1	12624,01*	9,61	31,60	1963,90	22646,68	822998,95*	70117,50	129,02
Forma * Tempo	6	2302,18*	423,33*	210,29*	1094017,78	125654,16	191796,69	21265,96	33,18
Bloco	3	171,58	118,81	6,92	24234,47	140203,53	72124,79	22784,82	296,92*
Resíduo	39	97,39	123,37	37,03	852991,57	93414,52	90321,77	26822,19	61,64
CV (%)		28,19	11,06	14,49	55,80	50,95	65,89	35,41	123,85

* Significativo a (p<0,05) pelo teste F.

Os teores do herbicida oxyfluorfen nas folhas das mudas de café, que receberam aplicações na água de irrigação (Tratamentos 1A e 2A), foram iguais aos da testemunha (Tratamento 7A), enquanto que nas que foram pulverizadas (Tratamentos 3A, 4A, 5A e 6A), os teores apresentados foram altos, independente da utilização de surfactante e da realização da simulação de chuva, conforme Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Concentração do herbicida oxyfluorfen em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B) dias, após a aplicação. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Tempo	
	(A)	(B)
(1) Solo	0,00 Ba	0,00 Ba
(2) Planta	0,00 Ba	0,00 Ba
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	80,80 Aa	61,27 Ab
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	86,15 Aa	18,95 Bb
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	86,70 Aa	43,65 Ab
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	96,52 Aa	16,10 Bb
(7) Testemunha	0,00 Ba	0,00 Ba

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A simulação de chuva foi realizada, conforme metodologia, trinta minutos após a aplicação, podendo comprovar que, mesmo sob chuva nesse curto espaço de tempo, já foi possível haver absorção do produto pelas folhas

das mudas de café. O intervalo de tempo entre a aplicação e a ocorrência de chuvas, bem como a quantidade e a intensidade das mesmas (HAMMERTON, 1967; ANDERSON e ARNOLD, 1984, citados por MARTINI e outros, 2003) estão diretamente relacionados à eficiência da ação do produto. Ao herbicida ser lavado da superfície pela ocorrência de chuva após sua aplicação (WERLANG e outros, 2003), a consequência imediata é a menor absorção e menor eficiência (SOUZA e outros, 2011).

Aos 7 DAA, os teores de oxyfluorfen, encontrados nas mudas com aplicação na água de irrigação (Tratamentos 1B e 2B) e a testemunha (7B), permaneceram os mesmos, sendo notáveis, nesse momento, grandes reduções nas que receberam o herbicida por meio da pulverização (Tratamentos 3B, 4B, 5B e 6B), deixando de existir diferenças entre o 1B, 2B e 7B, e os pulverizados sem adição de surfactante (Tratamentos 4B e 6B). A aplicação por meio de água de irrigação faz com que o produto esteja mais dissolvido pela grande quantidade de água, elevando a possibilidade de escorrimento do produto, podendo, assim, reduzir a capacidade de penetração, podendo justificar a não absorção pelas mudas que receberam o herbicida via água de irrigação.

Deuber (1992) mostra que a absorção de herbicidas é limitada pela quantidade do produto que atravessa a cutícula da folha, e a adição de surfactantes à calda de aplicação amplia essa quantidade. Isso se deve ao fato de que, essas substâncias, adicionadas à calda de pulverização, de acordo Lan e outros (2007), melhoram e minimizam as variações do desempenho das aplicações dos herbicidas, aumentando sua absorção, distribuição, adesão e/ou penetração.

A redução da concentração do herbicida nas avaliações aos 7DAA pode ser atribuída à característica de fotodegradação do oxyfluorfen, já que sua capacidade de redistribuição é bastante reduzida.

No que se refere à taxa de transporte de elétrons, aos 2 DAA, os valores encontrados para testemunha (Tratamento 7A) não diferiram dos tratamentos com aplicação no solo e na planta (Tratamentos 1A e 2A), e foram superiores aos pulverizados (Tratamentos 3A, 4A, 5A, 6A), sendo encontradas as menores taxas no tratamento com adição de surfactante sem simulação de chuva (Tratamento 3A), conforme Tabela 4.4. Aos 7 DAA, foi possível notar uma tendência de ampliação das diferenças entre os tratamentos, havendo a manutenção das maiores taxas para a testemunha (Tratamento 7B) e as aplicações no solo e na planta (Tratamentos 1B e 2B). As plantas pulverizadas com surfactante (Tratamentos 3B e 5B) se mantiveram menores, enquanto pôde-se notar que a simulação da chuva não exerceu influência. Houve diferença entre os dias de avaliação para os tratamentos 5, que reduziu aos sete dias, e o 6, que aumentou aos sete dias.

Tabela 4.4 - Taxa de transporte de elétrons em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B), após a aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Tempo	
	(A)	(B)
(1) Solo	127,22 Aa	124,29 ABa
(2) Planta	135,30 Aa	125,95 ABa
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	56,84 Ca	62,66 Da
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	93,99 Ba	104,05 BCa
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	80,66 BCa	53,39 Db
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	81,81 Bb	99,11 Ca
(7) Testemunha	130,19 Aa	130,77 Aa

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação aos teores de lipoperóxidos, as análises realizadas demonstram que, conforme a Tabela 4.5, em ambos os dias de avaliação, os teores da testemunha (Tratamento 7) foram os menores. As plantas que receberam os tratamentos com água de irrigação (Tratamentos 1 e 2) tiveram teores iguais à testemunha (Tratamento 7), e menores que os tratamentos pulverizados (Tratamentos 3, 4, 5 e 6), sendo que, aos 7 dias, é possível notar a tendência da redução das diferenças entre os tratamentos.

A maior degradação das membranas foi encontrada aos 2 DAA no tratamento com aplicação pulverizada e adição de surfactante e sem simulação de chuva (3A), justificado pela ação do surfactante na folha, e a permanência do produto em contato com as mudas. Aos 7 DAA, os teores tenderam a reduzir, devido aos efeitos fitotóxicos observados para o oxyfluorfen ficarem restritos aos locais de contato entre o produto e a planta, não havendo evolução dos efeitos com o desenvolvimento das plantas (ALVES, SILVA e SOUZA, 2000), e também, segundo Cassamassimo (2005), pela fotodegradabilidade do produto. Somente os tratamentos de aplicação no solo, pulverizado sem surfactante e com chuva, e a testemunha (Tratamentos 1, 6 e 7) mantiveram os teores de lipoperóxidos, encontrados anteriormente aos 7 dias.

A ampliação desses teores de lipoperóxidos é causada por estresses oxidativos, e a testemunha não foi submetida a essa condição.

O mecanismo de ação do herbicida oxyfluorfen está baseado na inibição da reação de transformação do protoporfirinogênio em protoporfirina. Esta reação é catalizada pela enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX). Com isso, o substrato presente no cloroplasto se acumula, e no citoplasma, em contato com o oxigênio e na presença de luz, forma radicais livres que provocam a

peroxidação de lipídeos das membranas (CARVALHO, OVEJERO e CHRISTOFFOLETI, 2003).

Tabela 4.5 - Teor de lipoperóxidos em folhas em mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação aos dois (A) e sete (B), após a aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Tempo	
	(A)	(B)
(1) Solo	31,81 Ca	30,35 Ba
(2) Planta	34,06 Ca	25,07 Bb
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	62,07 Aa	47,03 Ab
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	51,24 ABa	45,72 Ab
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	52,01 ABa	46,48 Ab
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	46,16 Ba	41,93 ABa
(7) Testemunha	32,34 Ca	31,68 Ba

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os lipoperóxidos surgem em consequência da superprodução de espécies reativas do metabolismo do oxigênio (ERO), que são capazes de causar danos em biomoléculas, como lipídios (NETO, 2007), sendo possível identificar, através das alterações nos seus teores, atividade de desintegração dos sistemas de membranas por peroxidação (CATANEO e outros, 2003).

O aumento desses teores em relação às plantas controle também foi encontrado por Cataneo e outros (2005), trabalhando com plantas de soja, e Choi

e outros (1999), com amostras de cevada e de trigo, quando da utilização de oxyfluorfen.

Um dos fatores mais importantes para o crescimento e adaptação das plantas aos mais variados ambientes é o conteúdo de clorofilas (RÊGO e POSSAMAI, 2004), dessa forma, segundo Oliveira, Duarte e Fassio (2008), afetando o teor de clorofila, o herbicida contribui para um menor crescimento e desenvolvimento das plantas.

A clorofila é o pigmento utilizado para realizar a etapa fotoquímica, sendo o primeiro estágio do processo fotossintético (MOKOCHINSKI, 2011), sendo o teor nas folhas um indicativo do nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA e outros, 2005).

As análises realizadas indicaram que, para os teores de clorofila *a*, não houve diferença entre os tratamentos, sendo que, para a clorofila *b*, apenas os tratamentos pulverizados com e sem surfactante e sem simulação de chuva (Tratamentos 3 e 4) diferiram da testemunha (Tratamento 7), que apresentou o maior teor (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 - Teor de clorofila *a* e clorofila *b* em folhas de mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Tempo	
	Clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>b</i>
(1) Solo	1474,74 A	484,93 AB
(2) Planta	1562,35 A	535,33 AB
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	1388,69 A	457,17 B
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	1699,34 A	306,75 B
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	2059,80 A	938,23 A
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	1464,23 A	529,78 AB
(7) Testemunha	1934,63 A	947,23 A

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O oxyfluorfen atua inibindo a PROTOX que, por sua vez, atua na síntese de clorofila (OLIVEIRA, DUARTE, FASSIO, 2008), sendo esperado, portanto, que a ausência do herbicida seja responsável pelo alto teor de clorofila. Pôde-se notar que a simulação da chuva influenciou consideravelmente nos teores de clorofila *b*, principalmente no tratamento sem a adição de surfactante, fazendo com que não houvesse diferenças para a testemunha. Ao ser submetido à chuva intensa sem ação de surfactante, o produto teve sua eficácia reduzida, sendo facilmente retirado das superfícies foliares.

De acordo com Oliveira, Duarte, Fassio (2008), teores de clorofila, assim como de carotenoides, podem ser utilizados como indicadores para

avaliação da fitotoxicidade causada por herbicidas, visto que, segundo Vidal (1997), os carotenoides estão presentes nas membranas do cloroplasto com basicamente a função de, na forma de calor, dissipar a energia química armazenada pelas clorofilas.

Para os teores de carotenoides (Tabela 4.7), as formas de aplicação (Tratamentos 1 ao 6) não diferiram da testemunha (Tratamento 7), sendo os tratamentos com aplicação no solo e na planta (Tratamentos 1 e 2), e o pulverizado sem surfactante e sem chuva (Tratamento 4), menores que o com adição de surfactante e com simulação de chuva (Tratamento 5).

Os teores de carotenoides na folha foram mais afetados pela aplicação do oxyfluorfen que os teores das clorofilas *a* e *b*, assim como encontrado por Meschede e outros (2011), em trabalho realizado em cana-de-açúcar, com os herbicidas glyphosate e sulfometuron-methyl. Duarte e outros (2006), não encontraram variação no teor de carotenoides, utilizando diferentes herbicidas, dentre eles o oxyfluorfen, em mudas de aroeira, da mesma forma que Oliveira, Duarte, Fassio (2008), em aplicações de quatro doses do oxyfluorfen em mudas de cedro australiano.

Tabela 4.7 - Teor de carotenoides em folhas de mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Médias
(1) Solo	225,59 B
(2) Planta	229,24 B
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	559,58 AB
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	265,17 B
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	765,38 A
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	645,70 AB
(7) Testemunha	497,11 AB

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de antocianinas, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos realizados. A antocianina é um pigmento localizado no vacúolo de células vegetais e pertencente ao grupo dos flavonoides (TIMBERLAKE, 1981), e, segundo Rocha (2010), sua presença nos vegetais poderia ter como atividade a eliminação de radicais livres.

A análise visual de fitointoxicação demonstrou que os tratamentos com aplicação no solo e na planta (Tratamentos 1 e 2) não diferiram da testemunha (Tratamento 7), enquanto que a aplicação com surfactante e sem simulação de chuva (Tratamento 3) foi a que causou os maiores danos às mudas (Tabela 4.8).

Tabela 4.8 - Análise visual de fitointoxicação em folhas de mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob as diferentes formas de aplicação do herbicida oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

Tratamento	Médias
(1) Solo	0,00 B
(2) Planta	0,00 B
(3) Pulverizado com surfactante e sem chuva	16,87 A
(4) Pulverizado sem surfactante e sem chuva	10,00 AB
(5) Pulverizado com surfactante e com chuva	10,00 AB
(6) Pulverizado sem surfactante e com chuva	7,50 AB
(7) Testemunha	0,00 B

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os sintomas de fitotoxicidade, como podem ser verificados na Figura 4.6, foram detectados nas folhas mais jovens das mudas, causando enrugamento e necrose foliar. Nas folhas mais velhas causou pintas amarronzadas. Constantin, Oliveira e Maciel (2000), trabalhando com mudas de eucalipto, com a dose de 720 g ha⁻¹ de oxyfluorfen, verificaram encarquilhamento e ocorrência de deformações e necroses nas folhas.

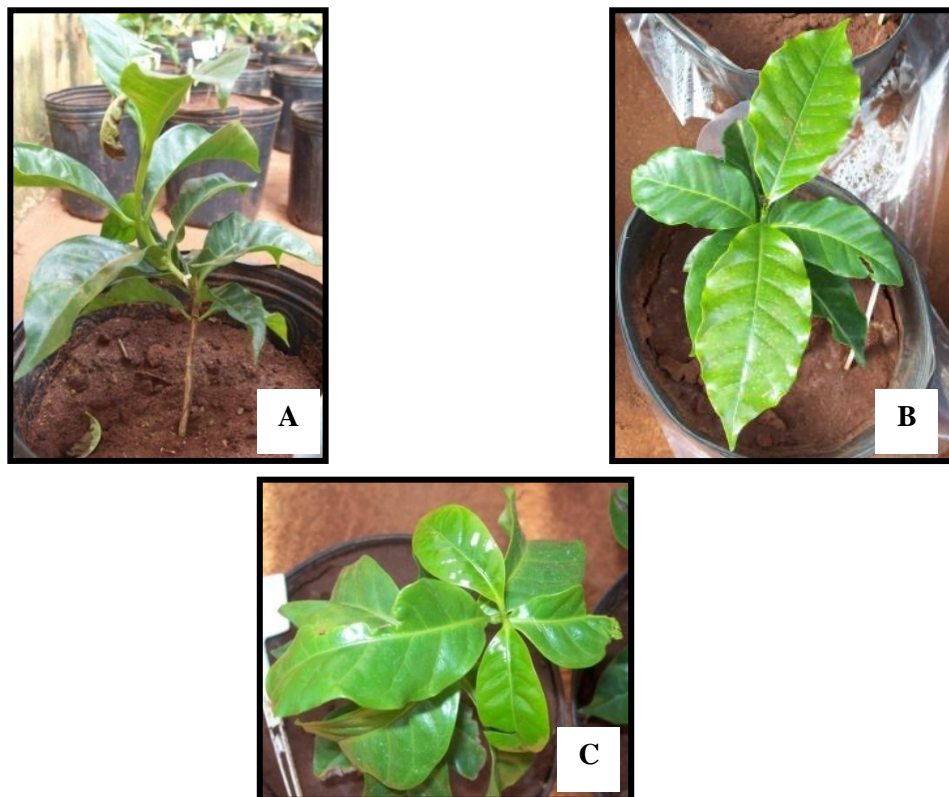


Figura 4.6 - Sintomas de fitointoxicação nas mudas de café (*Coffea arabica* L.) sob aplicação do herbicida oxyfluorfen de modo pulverizado com adição de surfactante e sem simulação de chuva. A) Folhas novas; B) Folhas velhas; C) Testemunha. Botucatu-SP, 2012.

4 CONCLUSÕES

- As mudas que receberam aplicações do herbicida em água de irrigação tiveram os teores de oxyfluorfen, lipoperóxidos, clorofila *a* e *b*, carotenoides e a taxa de transporte de elétrons mais próximos aos encontrados nas testemunhas;
- A aplicação de oxyfluorfen com surfactante e sem simulação de chuva causou os maiores danos às mudas, reduzindo as taxas de transporte de elétrons, dos teores de clorofila e aumentando os de lipoperóxidos, além dos sintomas visuais de fitointoxicação, como encarquilhamento das folhas jovens e pintas amarronzadas nas folhas velhas.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, L. W. R.; SILVA, J. B.; SOUZA, I. F. Efeito da aplicação de subdose dos herbicidas glyphosate e oxyfluorfen, simulando deriva sobre a cultura de milho (*Zea mays* L.) **Ci. Agrotec.**, v. 24, n. 4, p. 889-897, 2000.

ANDEF - Associação Nacional de Defesa Vegetal. **Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários**. Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2010.

ARALDI, R. **Avaliação da absorção do amicarbazone e intoxicação de cana-de-açúcar e plantas daninhas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Agricultura) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu. 83p. 2010.

ARALDI, R.; VELINI, E.D.; GIROTTO, M.; CARBONARI, C.A.; JASPER, S.P.; TRINDADE, M.L.B. Efeitos na taxa de transporte de elétrons de plantas daninhas após aplicação de amicarbazone. **Planta daninha** [online]. Vol.29, nº3. 2011.

CARVALHO, L. B. **Estudos ecológicos de plantas daninhas em agroecossistemas**. Jaboticabal, SP, 58p. 2011.

CARVALHO, J. C.; OVEJERO, R. F. L.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Mecanismo de ação dos herbicidas e sua relação com a resistência de plantas daninhas a herbicidas**. HRAC-BR. Disponível em: www.hrac-br.com.br/arquivos/HRAC-BRMecanismosdeação.doc. Acesso em 10 de julho de 2012. 2003.

CASSAMASSIMO, R. E. **Dissipação e mobilidade dos herbicidas glyphosato e oxyfluorfen em solos com atividades florestais**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

CATANEO, A.C.; CHAMMA, K. L.; FERREIRA, L. C.; DÉSTRO, G.F.G.; SOUSA, D. C. F. Atividade de Superóxido Dismutase em Plantas de Soja (*Glycine max* L.) Cultivadas Sob Estresse Oxidativo Causado por Herbicida. **Revista Brasileira de Herbicida** v. 4, n. 2. 2005.

CATANEO, A.C., DESTRO, G.F.G., FERREIRA, L.C., CHAMMA, K.L., SOUSA, D.C.F. Atividade de glutathione S-transferase na degradação do herbicida glyphosate em plantas de milho (*Zea mays*). **Planta daninha** [online]. vol.21, n.2. 2003.

CATUNDA, M.G.; FREITAS, S.P.; OLIVEIRA, J.G. ; SILVA, C.M.M.. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta daninha** [online], vol.23, n.1. 2005.

CHOI, J.S.; LEE, H.J.; HWANG, I.T. Differential susceptibilities of wheat and barley to diphenyl ether herbicide oxyfluorfen. **Pestic. Biochem. Physiol.**, v.65, p.62-72, 1999.

CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R.S.; MACIEL, C.D.G.. Azafenidin: novo herbicida para o controle de plantas daninhas em *Eucalyptus camaldulensis*. **Planta daninha** [online]. 2000, vol.18, n.3. 2000.

CORNIANI, N., REMAER, L.M.R., CATANEO, A.C., FUMIS, T.F. Ação do óxido nítrico nos teores de lipoperóxidos em *Eucalyptus saligna* tratado com oxyfluorfen. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. (**Anais...**) Ribeirão Preto – SP. 2010.

DEUBERT, R. **Ciências das plantas daninhas: fundamentos**. Jaboticabal - SP: FUNEP. v. 1. 431 p. 1992

FERREIRA, D.F. **SISVAR 5.3**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras: UFLA, 2010.

FREIRE, A. H.; REIS, R. P.; FONTES, R. E.; VEIGA, R.D. Eficiência Econômica da Cafeicultura no Sul de Minas Gerais: uma aplicação da fronteira de produção. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 6, n. 2. 2011

GIROTTO, M., ARALDI, R., VELINI, E. D., GOMES, G. L. G. C., CARBONARI, C. A., JASPER, S. P., TRINDADE, L. M. B. Eficiência fotossintética da cana-de-açúcar submetida à aplicação de atrazine e tebuthiuron em pré-emergência. **Rev. Bras. Herb.**, v.10, n.2, p.134-142, mai./ago. 2011

GONÇALVES, K.S. **Seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência para cultura do pinhão manso (*Jathropa curcas L.*)** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 88 p. 2009.

LAN Y, HOFFMANN WC, FRITZ BK, MARTINS DE, LOPEZ LE (2007) Drift reduction with drift control adjuvants. **ASABE**. St. Joseph, USA. 14 p. (paper n. 071060).

MARTINI, G.; PEDRINHO JUNIOR, A. F. F.; DURIGAN, J. C.. Eficácia do herbicida glifosato-potássico submetido à chuva simulada após a aplicação. **Bragantia** [online]. vol.62, n.1, pp. 39-45. 2003.

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**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 413-419, 2011.

MOLDES, C. A. **Resposta de enzimas antioxidantes à aplicação do herbicida em variedades de soja transgênica e não transgênica.** Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. 92 p. 2006.

MOKOCHINSKI, F. M. **Variação Estacional do Teor de Clorofila em Mudanças de Espécies Florestais sob Diferentes Condições de Luminosidade.** TCC (Curso de Engenharia Florestal). Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Irati – MT. 2011.

NETO, A. M. P. **Efeito de poluentes metálicos nos níveis de pigmentos fotossintéticos presentes em algas marinhas e avaliação do papel estrutural de carotenos em membranas miméticas.** Tese. Programa de Pós-Graduação

em Ciências Biológicas (Bioquímica). Instituto de Química, Universidade de São Paulo. São Paulo. 151 p. 2007.

OLIVEIRA, J.R.; DUARTE, N. F.; FASSIO, P. O. Análise dos teores de clorofila e carotenóides como indicadores de fitotoxicidade de herbicidas em *Toona ciliata* var. *australis*. I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí. **Anais...** Bambuí/MG . 2008

RAMA DEVI, S., PRASAD, M.N.V. Copper toxicity in *Ceratophyllum demersum* L. (Coontail), a free floating macrophyte: response of antioxidant enzymes and antioxidants. **Plant Science.**, v.138, p.157-65, 1998.

RÊGO, G.M.; POSSAMAI, E. Avaliação dos teores de clorofila no crescimento de mudas de Jequitibá-Rosa (*Cariniana legalis*). **Comunicado Técnico** 128, Colombo, PR, EMBRAPA, Dezembro, 2008.

ROCHA, S. A. **Antioxidantes em vegetais pós-colheita de origem orgânica.** Tese (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu - SP. 2010.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3.2003.

RONCHI, C.P.; SILVA, A.A.; SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; SANTANA, E.N.; FERREGUETTI, G.. Manejo de plantas daninhas na cultura do mamoeiro. **Planta daninha** [online]. Viçosa – MG. vol.26, n.4.2008.

SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, 81. 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS (SBCPD). **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas.** Londrina - PR. 42p. 1995.

SOUZA, G.S.F., CAMPOS, C.F., MARTINS, D., PEREIRA, M.R.R. Ação da chuva sobre a eficiência de glyphosate no controle de *Eichhornia crassipes* e *Pistia stratiotes*. **Planta Daninha**, Viçosa – MG. V. 29, n. 1. 2011.

SOUZA, G.S.F.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; CAMPOS, C.F.; SOLDERA, F.G.; BAGATTA, M.V.B. Tempo para a absorção de herbicidas em *senna obtusifolia* sob intervalos de chuva. XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas. **Anais...** Ribeirão Preto – SP. 2010.

TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins in fruit and vegetables. IN J. Friend, & M. J. C. Rhodes (Eds.), **Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables**. New York: Academic Press. 1981.

VIDAL, R.A.; **Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre, RS, 1997.

VIDAL, R.A.; FLECK, N.G.; MEROTTO JR., A.. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Planta daninha** [online]. vol.23, n.3. 2005.

WERLANG, R.C., SILVA, A.A., FERREIRA, L.R. MIRANDA, G.V. Efeitos da chuva na eficiência de formulações e doses de glyphosate no controle de *Brachiaria decumbens*. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a importância da cultura do café para a região do município de Vitória da Conquista e a, até então, inexistência de estudos relacionando a cultura do café com essas formas de aplicação e com o herbicida oxyfluorfen, os resultados obtidos neste trabalho de dissertação são muito importantes.

Pode-se afirmar que o oxyfluorfen pode ser aplicado na água de irrigação do plantio em mudas de café, preferencialmente, sendo a calda direcionada para o solo. Dessa forma, as operações no momento do plantio são realizadas em conjunto, reduzindo a quantidade de capinas necessária durante o ciclo e, conseqüentemente, as despesas realizadas no processo de produção. Considerando as atuais problemáticas relacionadas à disponibilidade de mão-de-obra, em determinadas situações, ações como essa podem inclusive viabilizar a manutenção de produtores na atividade.

Sugere-se que estudos posteriores sejam realizados para demonstrar economicamente o ganho financeiro com a aplicação dessa tecnologia.

APÊNDICES

Apêndice A - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo II. Vitória da Conquista-BA, 2012.

Tabela 1A - Análise de Variância – Altura. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	212,395833	53,098958	10,061	0,0000
FORMA	1	118,020375	118,020375	22,363	0,0000
TEMPO	5	233,319708	46,663942	8,842	0,0000
DOSE*FORMA	4	141,783167	35,445792	6,716	0,0000
DOSE*TEMPO	20	3,824667	0,191233	0,036	1,0000
FORMA*TEMPO	5	1,223375	0,244675	0,046	0,9988
DOSE*FORMA*TEMPO	20	2,804333	0,140217	0,027	1,0000
BLOCO	3	97,173458	32,391153	6,138	0,0005
RESÍDUO	177	934,109042	5,277452		
TOTAL	239	1744,653958			
CV (%)	20,40				

Tabela 2A - Análise de Variância – Diâmetro. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	21,924298	5,481074	30,356	0,0000
FORMA	1	1,835750	1,835750	10,167	0,0017
TEMPO	5	104,034352	20,806870	115,236	0,0000
DOSE*FORMA	4	2,373097	0,593274	3,286	0,0126
DOSE*TEMPO	20	3,051137	0,152557	0,845	0,6565
FORMA*TEMPO	5	0,178252	0,035650	0,197	0,9630
DOSE*FORMA*TEMPO	20	1,387738	0,069387	0,384	0,9925
BLOCO	3	0,824125	0,274708	1,521	0,2106
RESÍDUO	177	31,958900	0,180559		
TOTAL	239	167,567650			
CV (%)	17,54				

Tabela 3A - Análise de Variância – Área foliar. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	21,988557	5,497139	1,447	0,2203
FORMA	1	0,192667	0,192667	0,051	0,8221
TEMPO	5	4764,445513	952,889103	250,903	0,0000
DOSE*FORMA	4	85,113742	21,278435	5,603	0,0003
DOSE*TEMPO	20	103,879303	5,193965	1,368	0,1439
FORMA*TEMPO	5	6,386788	1,277358	0,336	0,8903
DOSE*FORMA*TEMPO	20	56,009528	2,800476	0,737	0,7836
BLOCO	3	61,549635	20,516545	5,402	0,0014
RESÍDUO	177	672,217465	3,797839		
TOTAL	239	5771,783198			
CV (%)	13,76				

Apêndice B - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo III. Vitória da Conquista, 2012.

Tabela 1B - Análise de Variância – Altura. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	10,795583	2,698896	1,926	0,1082
FORMA	1	29,892042	29,892042	21,327	0,0000
TEMPO	5	10,348708	2,069742	1,477	0,1996
DOSE*FORMA	4	1,126917	0,281729	0,201	0,9375
DOSE*TEMPO	20	0,374417	0,018721	0,013	1,0000
FORMA*TEMPO	5	0,015708	0,003142	0,002	1,0000
DOSE*FORMA*TEMPO	20	0,059083	0,002954	0,002	1,0000
BLOCO	3	10,671458	3,557153	2,538	0,0582
RESÍDUO	177	248,081042	1,401588		
TOTAL	239	311,364958			
CV (%)	14,69				

Tabela 2B - Análise de Variância – Diâmetro. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	15,628333	3,907083	16,068	0,0000
FORMA	1	0,006000	0,006000	0,025	0,8754
TEMPO	5	2,088000	0,417600	1,717	0,1328
DOSE*FORMA	4	1,109833	0,277458	1,141	0,3388
DOSE*TEMPO	20	0,008667	0,000433	0,002	1,0000
FORMA*TEMPO	5	0,004000	0,000800	0,003	1,0000
DOSE*FORMA*TEMPO	20	0,020167	0,001008	0,004	1,0000
BLOCO	3	1,595333	0,531778	2,187	0,0912
RESÍDUO	177	43,039667	0,243162		
TOTAL	239	63,500000			
CV (%)	15,65				

Tabela 3B - Análise de Variância – Área foliar. Vitória da Conquista-BA, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
DOSE	4	23,274963	5,818741	1,619	0,1715
FORMA	1	0,945015	0,945015	0,263	0,6088
TEMPO	5	4605,905188	921,181038	256,264	0,0000
DOSE*FORMA	4	61,020531	15,255133	4,244	0,0026
DOSE*TEMPO	20	89,063857	4,453193	1,239	0,2277
FORMA*TEMPO	5	5,129205	1,025841	0,285	0,9206
DOSE*FORMA*TEMPO	20	52,615349	2,630767	0,732	0,7896
BLOCO	3	56,984702	18,994901	5,284	0,0016
RESÍDUO	177	636,254548	3,594658		
TOTAL	239	5531,193358			
CV (%)	15,14				

Apêndice C - Tabelas de análise de variância do experimento do Capítulo IV. Botucatu-SP, 2012.

Tabela 1C - Análise de Variância – Lipoperóxidos. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	4107,344136	684,557356	18,486	0,0000
TEMPO	1	31,605088	31,605088	0,853	0,3613
MODO*TEMPO	6	1261,715650	210,285942	5,678	0,0003
BLOCO	3	20,769220	6,923073	0,187	0,9048
RESÍDUO	39	1444,252205	37,032108		
TOTAL	55	6865,686298			
CV(%)	10,26				

Tabela 2C - Análise de Variância – ETR. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	42623,652768	7103,942128	57,581	0,0000
TEMPO	1	9,611429	9,611429	0,078	0,7816
MODO*TEMPO	6	2539,952946	423,325491	3,431	0,0081
BLOCO	3	356,428750	118,809583	0,963	0,4199
RESÍDUO	39	4811,582500	123,373910		
TOTAL	55	50341,228393			
CV(%)	11,06				

Tabela 3C - Análise de Variância – Oxyfluorfen. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	53171,651071	8861,941845	90,993	0,0000
TEMPO	1	12624,011429	12624,011429	129,621	0,0000
MODO*TEMPO	6	13813,086071	2302,181012	23,638	0,0000
BLOCO	3	514,729286	171,576429	1,762	0,1704
RESÍDUO	39	3798,275714	97,391685		
TOTAL	55	83921,753571			
CV(%)	28,19				

Tabela 4C - Análise de Variância – Clorofila *a*. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	3131626,269321	521937,711554	0,612	0,7193
TEMPO	1	1963,901016	1963,901016	0,002	0,9620
MODO*TEMPO	6	6564106,661821	1094017,776970	1,283	0,2878
BLOCO	3	72703,404777	24234,468259	0,028	0,9938
RESÍDUO	39	33266671,304948	852991,571922		
TOTAL	55	43037071,541884			
CV(%)	55,80				

Tabela 5C - Análise de Variância – Clorofila *b*. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	2909711,139961	484951,856660	5,191	0,0005
TEMPO	1	22646,675402	22646,675402	0,242	0,6252
MODO*TEMPO	6	753924,981761	125654,163627	1,345	0,2609
BLOCO	3	420610,591534	140203,530511	1,501	0,2294
RESÍDUO	39	3643166,99841	93414,517945		
TOTAL	55	7750059,588498			
CV(%)	50,95				

Tabela 6C - Análise de Variância – Carotenoides. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	2280299,939150	380049,989858	4,208	0,0023
TEMPO	1	822998,950288	822998,950288	9,112	0,0045
MODO*TEMPO	6	1150780,171450	191796,695242	2,123	0,0723
BLOCO	3	216374,375034	72124,791678	0,799	0,5022
RESÍDUO	39	3522549,134191	90321,772672		
TOTAL	55	7993002,570113			
CV(%)	65,89				

Tabela 7C - Análise de Variância – Antocianinas. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	163863,987993	27310,664665	1,018	0,4279
TEMPO	1	70117,500600	70117,500600	2,614	0,1140
MODO*TEMPO	6	127595,783350	21265,963892	0,793	0,5811
BLOCO	3	68354,454721	22784,818240	0,849	0,4753
RESÍDUO	39	1046065,505929	26822,192460		
TOTAL	55	1475997,232593			
CV(%)	35,41				

Tabela 8C - Análise de Variância – Sintomas de fitointoxicação. Botucatu-SP, 2012.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
MODO	6	2077,678571	346,279762	5,618	0,0003
TEMPO	1	129,017857	129,017857	2,093	0,1560
MODO*TEMPO	6	199,107143	33,184524	0,538	0,7757
BLOCO	3	890,767857	296,922619	4,817	0,0060
RESÍDUO	39	2403,982143	61,640568		
TOTAL	55	2077,678571			
CV(%)	123,85				