

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

ALYNE DANTAS MENDES DE PAULA

**APLICAÇÃO DE GLIFOSATO EM DIFERENTES VOLUMES DE CALDA COM
ADJUVANTE NO CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES**

**Uberlândia
Outubro – 2011**

ALYNE DANTAS MENDES DE PAULA

**APLICAÇÃO DE GLIFOSATO EM DIFERENTES VOLUMES DE CALDA COM
ADJUVANTE NO CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Mariana Rodrigues Bueno

**Uberlândia – MG
Outubro - 2011**

ALYNE DANTAS MENDES DE PAULA

**APLICAÇÃO DE GLIFOSATO EM DIFERENTES VOLUMES DE CALDA COM
ADJUVANTE NO CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Agronomia, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 15 de outubro de 2011.

Prof. Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira

Membro da banca

Eng^o. Agr^o. Guilherme Sousa Alves

Membro da banca

Prof^a. M.Sc Mariana Rodrigues Bueno

Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Osmar e Maria Marta, por que foram eles, por eles e com eles que aprendi a ser o que sou. Minha eterna gratidão, pelos inúmeros esforços que fizeram e pelo apoio na minha formação pessoal, profissional e cultural.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à **Deus** pelo dom da Vida e da Sabedoria, e por me proporcionar que tantas pessoas maravilhosas pudessem fazer parte da minha trajetória, algumas delas cito abaixo.

Agradeço à **Mariana Rodrigues Bueno**, por tudo que ela me ajudou, pelos inúmeros ensinamentos, não só técnicos, mas também pelos valores. Mesmo nesse período tão curto de convivência, como minha orientadora, pude perceber a pessoa que ela é, obrigada pela paciência, apoio e dedicação.

Aos professores **Dr. João Paulo A. R. da Cunha e Dr. Carlos Alberto Alves de Oliveira**, pela confiança, colaboração e contribuição pra a execução deste trabalho.

Aos meus pais, **Osmar e Maria Marta** que sem dúvida nenhuma são minha Fortaleza e muito do que sou hoje, aos meus maravilhosos irmãos, de sangue e coração, **Natália, Paulo Victor e Marcelo**.

Agradeço a todos da **Família 43** Agronomia, em especial ao **Guilherme Sousa Alves**, pela enorme paciência e ajuda indispensável na execução deste trabalho.

Agradeço aos demais colegas por me tornarem com toda certeza uma pessoa melhor, principalmente pelas dificuldades com que passamos Juntos! Obrigada **Primas**, vocês sabem que eu não seria nada sem o carinho e afeto de vocês.

E a todos, que direta ou indiretamente me ajudaram para realização desta conquista, meus agradecimentos.

RESUMO

O sucesso de uma aplicação de herbicida está diretamente relacionado a uma boa deposição da calda no alvo com o mínimo de perdas para o ambiente. Assim, o trabalho objetivou avaliar a deposição de calda nas plantas infestantes e as perdas para o solo em operação de dessecação com glifosato em função de diferentes volumes de calda, com e sem o uso de adjuvantes, pela técnica da adição de traçador para quantificação por espectrofotometria e a eficácia do herbicida glifosato no controle de plantas infestantes. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 3x2, sendo três volumes de calda (30, 60 e 150 L ha⁻¹) e duas composições de calda (com e sem o adjuvante nonil-fenol-etoxilado). Concluiu-se que, as aplicações com os menores volumes de calda apresentaram as melhores deposições nas plantas infestantes e as menores perdas de calda para o solo. A adição de adjuvante não interferiu nos resultados. O herbicida estudado proporcionou um bom controle das plantas infestantes independente do volume e do tipo de calda utilizados.

Palavras-chave: deposição, tecnologia de aplicação, perdas para o solo

ABSTRACT

Glyphosate application at different spray volumes with adjuvant in weeds control

The success of a herbicide application is directly related as a good spray liquid deposition on target with the minimum losses to the environment. Thus, the study aimed to evaluate the spray liquid deposition in weeds and run off in desiccation with glyphosate using, different spray volumes with and without adjuvant, by addition of a tracer for quantification by spectrophotometry technique, and the efficacy of glyphosate in weeds control. The experiment was conducted in randomized blocks design, constituting a factorial model 3x2: three spray volumes (30, 60 e 150 L ha⁻¹) and two spray liquid compositions (water and water with nonyl-phenol ethoxylate adjuvant). Concluded that, the application with the less spray liquid showed the best weeds deposition, and consequently the less run off for the soil. The addition of adjuvant not interfered at the results. The herbicide provided a good weeds control irrespective of volume and the spray liquid composition used.

Key words: application technology, deposition, run off.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1. Tecnologia de aplicação.....	10
2.2 Controle químico de plantas infestantes.....	11
2.3 Adjuvantes.....	12
2.4 Estudo de deposição de calda.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS	26
ANEXO.....	30

1 INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas a produção agrícola no país aumentou significativamente por motivos como o desenvolvimento de novas cultivares por meio de técnicas de melhoramento genético e biotecnologia, surgimento de novas técnicas e equipamentos para a agricultura de precisão, além do crescente uso de produtos fitossanitários nas lavouras, aliado ao desenvolvimento da tecnologia com que esses são aplicados. Esta por sua vez tem como objetivo melhorar a eficiência do processo de pulverização e minimizar a contaminação do ambiente causado pelo uso inadequado desses produtos.

Um dos principais entraves no controle de problemas fitossanitários no campo está relacionado a esta tecnologia de aplicação. Muitas vezes uma molécula de ingrediente ativo pode fracassar devida à forma incorreta como foi depositada no campo (MATUO, 1990), podendo acarretar danos tanto para o ambiente quanto para o homem.

Por isso não basta conhecer somente as características do produto a ser aplicado, mas também a maneira adequada de aplicação, ou seja, se o produto está de fato alcançando o alvo de forma eficiente e evitando o mínimo de perdas (MATTHEWS, 2002), como perdas por deriva, escorrimento, inativação do produto, evaporação de gotas, dentre outros.

Uma das formas de se reduzir parte dessas perdas é diminuir o volume de calda nas aplicações. Em décadas passadas pouca atenção era dada à uniformidade de distribuição durante as aplicações de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura, o que se conseguia mediante altos volumes de calda (CARREIRO, 1996). No entanto, atualmente há uma tendência a reduzir esses volumes visando menores custos de produção e melhora na qualidade das pulverizações (SILVA, 1999).

Mas, para que essa redução seja eficiente, é necessária uma criteriosa escolha das pontas de pulverização, as quais são um dos principais componentes dos pulverizadores hidráulicos, já que é através delas que são emitidas as gotas (água + produto) que entrarão em contato direto com o alvo biológico (BAUER; RAETANO, 2004).

Outro fator que pode auxiliar no aumento da qualidade da aplicação é a adição de adjuvantes à calda, pois estes podem melhorar a aderência e absorção do ingrediente ativo sobre a superfície foliar (RYCKAERT et al., 2007) além de promoverem alterações físico-químicas na calda de pulverização possibilitando minimizar os efeitos ambientais que possam comprometer a eficácia de um fitossanitário (CARBONARI et al., 2005).

Os agroquímicos são essenciais para qualquer sistema de produção agrícola, contudo, por serem substâncias de alto risco devem ser empregadas de forma criteriosa. Trabalhar com esses produtos implica obediência a um conjunto de leis, de normas e de técnicas que garantam a segurança do trabalhador, a saúde do consumidor e o equilíbrio do ambiente (GONÇALVES, 1999).

Os herbicidas, por exemplo, são fundamentais durante o processo produtivo da maioria das culturas, pois proporcionam à cultura condições de se desenvolverem sem a competição por nutrientes, luz, espaço físico e água causada pelas plantas infestantes presentes na área. O glifosato é um dos herbicidas mais utilizados durante o processo de dessecação, no entanto, ainda se faz necessário buscar formas de melhorar a forma de depositar esse produto biologicamente ativo nas plantas infestantes visando um melhor controle das mesmas.

Diante do exposto o presente trabalho objetivou avaliar a deposição de calda nas plantas infestantes e as perdas para o solo em operação de dessecação com glifosato em função de diferentes volumes de calda, com e sem o uso de adjuvantes, pela técnica da adição de traçador para quantificação por espectrofotometria. Além de avaliar a eficácia do herbicida glifosato no controle de plantas infestantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação consiste na aplicação de um produto químico por um equipamento adequado de maneira que o controle do alvo biológico (praga, fitopatógeno ou planta infestante) seja efetuado com eficiência, economia e segurança. Sabe-se que uma aplicação deverá levar em consideração a eficácia do produto, seu comportamento em relação à cultura, ao homem e ao ambiente, mesmo que isto implique maiores custos no equipamento de aplicação e treinamento do aplicador (MATTEWS, 2002; SANTOS, 2002).

Cada vez mais se exige do produtor rural a utilização correta e criteriosa desses insumos. Entretanto, o que se vê no campo é a falta de informação em torno da tecnologia de aplicação. As aplicações podem, muitas vezes, produzir o efeito desejado, porém de forma ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica ou equipamento, que determina o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados. Na prática, a dose do produto empregada é muito superior à requerida (FERNANDES, 1997).

Para que haja garantia que o produto alcance o alvo de forma eficiente é necessário uniformidade de aplicação e espectro de gotas adequado. Antigamente pouca atenção era dada à uniformidade de aplicação durante as aplicações de produtos fitossanitários, pois o que interessava era molhar bem a cultura por meio da utilização de altos volumes de calda (CARREIRO, 1996).

No entanto sabe-se que o uso de menor volume de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui os riscos de contaminação ambiental, pois reduz o escoamento e, em muitos casos, a evaporação e a deriva. Com o incremento da capacidade operacional, a máquina passa a pulverizar áreas maiores em um período de tempo mais curto, com boas condições de temperatura, umidade e velocidade do vento (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A tecnologia de aplicação é de fundamental importância para se proceder uma aplicação uniforme e, aliada ao uso de produtos químicos eficazes, como os herbicidas utilizados no controle de plantas infestantes durante o processo de dessecação, proporcionam além de uma boa deposição do produto no alvo, um controle eficiente deste.

É importante salientar que, dentre as várias etapas envolvidas no processo de produção de uma cultura, a aplicação de defensivos agrícolas é um das mais exigentes, pois não consiste apenas no tratamento da área cultivada e nos cuidados com o ambiente. Também se relaciona com o momento oportuno da aplicação, com adequada cobertura do alvo, como o mínimo de danos à cultura e com preço acessível, tanto dos produtos fitossanitários quanto da própria aplicação (COSTA, 2009) associado a uma boa eficácia de controle do alvo pelos produtos químicos utilizados nas aplicações.

2.2 Controle químico de plantas infestantes

O controle químico com herbicidas obedece ao princípio de que certos produtos químicos são capazes de matar plantas infestantes e mais importante, que muitos deles podem matar apenas alguns tipos de plantas, sem causar injúrias a outras (LORENZI, 2000), o que geralmente é conhecido como seletividade dos produtos químicos.

O manejo de plantas infestantes em dessecação está baseado especificamente na utilização de produtos químicos. O principal método de controle de plantas infestantes empregado pelos produtores que praticam o sistema de plantio direto é o uso de herbicidas, aplicados em condições de dessecação principalmente, pré-emergência ou pós-emergência inicial ou eventualmente em condições de pós-emergência tardia (CHRISTOFFOLETI et al., 2005).

Quando as moléculas de determinado pesticida são aplicadas no ambiente, independentemente da forma de aplicação, o destino final, na maioria dos casos será o solo. Já no solo as moléculas podem seguir diferentes rotas, isto é, podem ser retidas nos colóides minerais e orgânicos e, a partir daí, passarem para formas indisponíveis ou serem novamente liberadas à solução do solo, processo conhecido como dessorção (PRATA, 2002).

No entanto, estes processos são dependentes do tipo de solo e das condições climáticas, e conhecê-los é importante para prever o comportamento de herbicidas nas classes de solo e para seleção de dosagens adequadas, bem como para evitar efeitos prejudiciais ao ambiente e às culturas subsequentes (BRADY, 1974; VELINI, 1992; RESENDE et al., 1992).

Dentre os herbicidas mais utilizados no controle de plantas infestantes em dessecação, destaca-se o glifosato e o 2,4-D, geralmente utilizados em conjunto, pois controlam plantas de diferentes morfologias.

O glifosato é um potente herbicida de pós-emergência, largo espectro, não seletivo, capaz de controlar efetivamente 76 das 78 plantas invasoras mais agressivas. Uma das mais importantes características do glifosato é sua rápida translocação das folhas da planta tratada para as raízes, rizomas e meristemas apicais. Esta propriedade sistêmica resulta na destruição total de plantas invasoras perenes, difíceis de matar, tais como rizomas de *Sorghum halepense*, *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Cyperus* spp., *Cinodon dactylon*, *Imperata cilindrica* e mesmo *Pueraria lobata* (FRANZ, 1985; QUINN, 1993; GRUYS; SIKORSKI, 1999).

O mecanismo de ação do glifosato é bastante singular porque ele é o único herbicida capaz de inibir especificamente a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPs) (Figura 2) que catalisa a condensação do ácido chiquímico e do fosfato piruvato, evitando, assim, a síntese de três aminoácidos essenciais: triptofano, fenilalanina e tirosina (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ; REDDY, 2004).

Trata-se de um herbicida recomendado para o uso em dessecação. Deve ser aplicado nas plantas infestantes, já germinadas (pós-emergência), controlando plantas de folhas estreitas monocotiledôneas, como capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-colonião (*Panicum maximum*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) e plantas dicotiledôneas como Picão-preto (*Bidens pilosa*), Apaga-fogo (*Alternanthera tenella*) entre outras.

De acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – Agrofit, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, consultado em março de 2011, encontram-se registrados 61 (sessenta e um) produtos formulados comercialmente com esse ingrediente ativo. Porém é importante conhecer as características desses produtos como, espectro de controle, formulação, residual e outros antes de proceder a escolha do mesmo, de acordo com as características das plantas infestantes e do solo presente na área a ser aplicada.

2.3 Adjuvantes

A adição de produtos denominados de adjuvantes à calda de pulverização, prática comum durante as aplicações, também é um fator que, em muitos casos auxilia na redução

dessas perdas para o ambiente e melhora a qualidade da aplicação (LAN et al., 2007; CARBONARI et al., 2005).

Para Kissmann (1996), um produto químico com atividades fitossanitárias raramente é aplicado de forma pura na cultura, sendo normal à mistura com outros componentes para tornar prática a aplicação e maximizar sua eficiência. Witt (2001) define como adjuvante agrícola qualquer substância acrescentada ao tanque de pulverização, sem contar os componentes da formulação do defensivo agrícola, que melhore o desempenho da aplicação. Ozeki (2006) é ainda mais específico e define adjuvantes como produtos adicionados à calda de pulverização, que tenham como objetivo aumentar a eficiência biológica dos ingredientes ativos, melhorando a aderência sobre a superfície foliar e aumentando a absorção foliar do ingrediente ativo.

O uso de adjuvantes pode tornar-se uma prática recomendável pelo fato destes promoverem alterações físico-químicas na calda de pulverização possibilitando, por exemplo, minimizar os efeitos ambientais que possam comprometer a eficiência de um fitossanitário (CARBONARI et al., 2005, RYCKAERT et al., 2007).

Porém, grande parte dos problemas advindos da utilização de aditivos de calda origina-se do desconhecimento de sua ação e das implicações de sua utilização (ANTUNIASSI, 2006), inclusive em relação a espectro de gotas gerados. Existe uma infinidade de produtos denominados adjuvantes disponíveis no mercado, porém, poucos são devidamente registrados, conhecidos tecnicamente e realmente possuem propriedades características de adjuvante.

2.4 Estudo de deposição de calda

Existem várias formas de se estudar e avaliar a forma como estão sendo realizadas as aplicações, ou seja, como está a qualidade das aplicações. Isso pode ser feito por meio de estudos de deposição, cobertura, deriva, perdas para o solo e da leitura de papéis hidrossensíveis por exemplo.

Os estudos de deposição envolvem a quantificação do material depositado sobre o alvo. Já a cobertura é a parte da superfície da área-alvo coberta pelo produto fitossanitário, expressa normalmente em porcentagem. Para os produtos que agem por contato, a cobertura do alvo tem que ser maior, pois possíveis áreas não atingidas podem propiciar o aparecimento

de falhas significativas de controle. Já os produtos de ação sistêmica podem ser aplicados com uma cobertura um pouco menor, porém, o suficiente para propiciar boa eficácia (CHRISTOFFOLETI, 1999).

Uma forma de estimar a cobertura do alvo é expressa em gotas por centímetro quadrado, isto é, o número de impactos da pulverização por unidade de área. Boa parte das recomendações técnicas de aplicação está baseada nesse critério, informando-se a faixa ou número mínimo de gotas necessárias para um bom controle (TEIXEIRA, 1997).

Deposição e cobertura podem ser avaliadas de diversas formas, utilizando-se alvos naturais ou artificiais. No caso de alvos naturais, adotam-se critérios baseados na análise de distribuição do produto fitossanitário (ingrediente ativo) ou de um traçador adicionado à calda de pulverização (material que será detectado: corante, sal, material radioativo, material fluorescente, etc.) sobre a cultura. Os métodos usuais são baseados na análise visual, na mensuração ótica, e nas análises químicas. Técnicas como fluorimetria, espectrofotometria e cromatografia podem ser encontradas na literatura. A análise visual é um método rápido e fácil, entretanto de pouca precisão (SALYANI; WHITNEY, 1988). Já os métodos que envolvem análises químicas e analisadores de imagens são mais precisos.

Com relação ao uso de traçadores, o primeiro passo importante refere-se a sua escolha. Ela deve levar em conta a estabilidade da luz solar, temperatura, armazenamento e pH, o nível de detecção, a toxicidade, a persistência e a solubilidade (PALLADINI, 2000). Em geral são detectados por colorímetros, espectrofotômetros ou fluorímetros.

A espectrofotometria, por exemplo, é uma técnica que se refere à determinação da concentração de uma substância adicionada à calda (alguns corantes alimentícios como o azul brilhante internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetics” como FD&C Blue n.1) pela medida da absorção relativa de luz, tomando-se como referência a absorção da substância numa concentração definida. A leitura é feita por absorbância ou transmitância utilizando um equipamento denominado espectrofotômetro (PALLADINI, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Fazenda Capim Branco pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e as análises laboratoriais no laboratório de Mecanização Agrícola (LAMEC) do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG - UFU).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso – DBC, contendo seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 parcelas, em esquema fatorial de 3 x 2, sendo: três volumes de calda (30, 60 e 150 L ha⁻¹) e duas composições de calda (com e sem o adjuvante nonil-fenol-etoxilado na concentração de 124,4 g L⁻¹ – nome comercial In-Tec) conforme detalhamento na Tabela 1.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos e pontas utilizadas no ensaio

Tratamento	Volume de calda L ha⁻¹	Adjuvante	Tipo de ponta
1	30	Sem	TT 110-01*
2	30	Com	TT 110-01
3	60	Sem	TT 110-01
4	60	Com	TT 110-01
5	150	Sem	TT 110-02**
6	150	Com	TT 110-02

* TT 110 01: Ponta de jato plano defletor com vazão de 0,1 galão americano min⁻¹ e pressão de 207 kPa (30 lb/pol²)

** TT 110 02: Ponta de jato plano defletor com vazão de 0,2 galões americanos min⁻¹ e pressão de 310 kPa (45 lb/pol²)

As parcelas experimentais constaram de uma área de 30 m², sendo 6 m de comprimento e 5 m de largura. Como área útil descartou-se 1 m de cada extremidade da parcela e 0,5 metros de cada lateral, equivalente a 16 m². A área experimental total foi de 720 m². As aplicações foram realizadas em operação de dessecação das plantas infestantes. Para tal foi utilizado um pulverizador costal modelo Herbicat pressurizado por CO₂ (Figura 1), com 2 metros de barra e espaçamento entre bicos de 0,5 m e 0,5 m em relação ao alvo, nas velocidades de 12 km h⁻¹, 5,5 km h⁻¹ e 6 km h⁻¹ para os volumes de 30, 60 e 150 L ha⁻¹, respectivamente.



Figura 1. Equipamento utilizado para as aplicações terrestres

Com intuito de avaliar o processo de aplicação de herbicida em dessecação de plantas infestantes, foi utilizado o ingrediente ativo glifosato (Produto comercial ZAPP QI) na dose de 3 L ha^{-1} de produto comercial, conforme recomendação do fabricante, tendo como referencial teórico a instalação futura da cultura do milho. O adjuvante utilizado foi o In-Tec na dose de $0,05\% \text{ v/v}$. A área utilizada para a aplicação estava em pousio há quatro meses, sendo o milho a cultura anterior.

Aos 15 dias antes de proceder a dessecação, fez-se uma roçagem na área com a roçadora Triton a fim de reduzir o excesso de plantas perenizadas na área, eliminar restos culturais e favorecer a rebrota das plantas infestantes para realizar a aplicação.

As condições de campo estavam dentro das ideais para aplicação, com uma temperatura média de $22,2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de $71,8\%$ e velocidade do vento de $2,3 \text{ km h}^{-1}$.

Para avaliar a deposição de calda do herbicida glifosato e as perdas para o solo, foi adicionado à calda de aplicação um traçador composto do corante alimentício Azul Brilhante (catalogado internacionalmente pela “Food, Drug & Cosmetc” como FD&C Blue n.1) na dose de 300 g ha^{-1} (ajustando-se a quantidade do corante adicionada em função do volume de aplicação empregado), para ser detectado por absorvância em espectrofotometria.

Para tanto, foi utilizado um espectrofotômetro (fotômetro fotoelétrico de filtro), com lâmpada de tungstênio-halogênio. A quantificação da coloração foi feita por absorvância em 630 nm , faixa de detecção do corante azul utilizado, conforme metodologia apresentada por Palladini et al. (2005). De acordo com Pinto et al. (2007), o traçador Azul Brilhante é estável por um período de 5 horas de exposição solar.

Após a aplicação do herbicida realizada no dia sete de maio de 2011, a avaliação da deposição foi feita retirando-se as plantas infestantes de cada parcela. As plantas foram coletadas tendo como referência um quadrado medindo 0,20 x 0,20 m, lançado ao acaso duas vezes em cada parcela para todos os tratamentos. Elas foram cortadas rente ao solo e acondicionadas em sacos plásticos adicionando-se 200 mL de água destilada, sendo os mesmos fechados e agitados por 30 segundos e acondicionados em recipientes providos de isolamento térmico e luminoso para posterior leitura no laboratório.

A determinação de perdas de calda para o solo foi realizada por meio da distribuição ao acaso de 4 lâminas de vidro (37,24 cm² cada) por parcela. Após a aplicação e secagem das lâminas, elas foram retiradas e armazenadas em sacos plásticos contendo também 200 mL de água destilada. O procedimento foi o mesmo realizado para as plantas infestantes.

Com o uso da curva de calibração, obtidas por meio de soluções-padrão de corante, os dados de absorvância foram transformados em concentração. A curva padrão é apresentada na Figura A1. De posse da concentração inicial da calda e do volume de diluição das amostras, determinou-se a massa de corante retida no alvo. Para depósito nas plantas infestantes, procedeu-se então, à divisão do depósito total pela massa seca da amostra de remoção, obtendo-se assim, a quantidade em mg kg⁻¹ de massa seca. As plantas infestantes foram secas em estufa, a 65°C, por 72 horas. Para perdas para o solo, procedeu-se à divisão do depósito total pela área de remoção das lâminas, obtendo-se, a quantidade em µg cm⁻².

Antes da aplicação do herbicida foi realizada uma estimativa da percentagem de cobertura do solo pelas plantas infestantes incidentes na área (Tabela 2), bem como a determinação do percentual de cada espécie.

Tabela 2. Porcentagem de infestação das plantas infestantes e densidade de infestação na área analisada

Densidade de Infestação: 50%	
Planta Infestante	% de infestação
<i>Alternanthera tenella</i>	70
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	10
<i>Commelina benghalensis</i>	10
<i>Panicum maximum</i>	5
<i>Brachiaria brizantha</i>	5

Essas plantas encontravam-se em rebrota após a roçagem nos estádios vegetativos entre V2 e V4. Após a aplicação, o referencial visual de controle foi determinado, sendo que a avaliação percentual de notas foi realizada para cada parcela separadamente.

Na análise da eficácia de controle das plantas infestantes, foram realizadas três avaliações visuais de controle, aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) do herbicida, mediante a escala de avaliação visual de controle de plantas infestantes por meio de herbicida, desenvolvida pela Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974), com as respectivas notas de porcentagem de controle (Tabela 3).

Tabela 3. Escala de avaliação visual de controle de plantas infestantes por meio de herbicida (ALAM, 1974)

Notas	% de controle	Denominação
1	0-40	Nenhum/pobre
2	41-60	Regular
3	61-70	Suficiente
4	71-80	Bom
5	81-90	Muito bom

Os dados de deposição, perdas para o solo e eficácia de controle do herbicida foram submetidos à análise de variância, e quando pertinentes as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentadas as médias das massas de traçador retidas nas plantas infestantes (mg de corante por kg de massa seca) após a aplicação. É possível verificar que não houve interação significativa entre os diferentes volumes de calda e o uso de adjuvante, o que indica que essas variáveis são independentes.

Nota-se que não ocorreu diferença significativa entre a adição ou não do adjuvante à calda, ou seja, a adição deste na calda de pulverização não resultou em melhora na deposição das gotas nas plantas infestantes. Com relação aos diferentes volumes de calda, observa-se que os tratamentos com 30 e 60 L ha⁻¹ produziram uma maior deposição de produto nas plantas infestantes diferindo do tratamento com 150 L ha⁻¹, o qual apresentou a menor deposição de calda.

Tabela 4. Massa de traçador retida nas plantas infestantes (mg kg⁻¹) após a aplicação

Volume de Calda	Adjuvante		Média
	Com	Sem	
30	442,72	427,63	435,18 A
60	390,57	363,76	377,16 A
150	236,50	201,33	218,92 B
Média	356,59 a	330,91 a	
CV= 33,21%	F_V= 7,692*	F_A= 0,304^{ns}	F_{V*A}= 0,016^{ns}

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. * Significativo a 5%; ** Significativo a 1%; ns = Não Significativo. CV: coeficiente de variação; F_V: valor do F calculado para o fator volume de calda; F_A: valor do F calculado para o fator adjuvante; F_{VxA}: valor do F calculado para a interação entre os fatores volume de calda e adjuvante.

A utilização de menores volumes de calda aumenta a autonomia e a capacidade operacional dos pulverizadores e diminui riscos de contaminação ambiental. Com o incremento da capacidade operacional, a máquina passa a pulverizar áreas maiores num período de tempo menor e com boas condições de temperatura, umidade e velocidade do vento (CHRISTOFOLETTI, 1999; RODRIGUES et al., 2010)

Avaliando a deposição na cultura da batata com diferentes volumes de calda: 200, 400 e 600 L ha⁻¹, Martins (2004) verificou que a utilização de menores volumes proporcionou

maior uniformidade de distribuição dos depósitos, enquanto o uso de maiores volumes não resultou necessariamente em maiores depósitos, o que vai de acordo com os resultados apresentados neste trabalho.

Silva (2009), estudando diferentes volumes de aplicação aérea na cultura do arroz e Limberger (2006) em feijão, também encontrou diferenças quanto à deposição, com maior retenção de líquido nas folhas quando utilizaram os menores volumes de calda.

Galon et al. (2007) entretanto, afirmam que a variação do volume de calda aplicado (100 e 200 L ha⁻¹) não exerceu interferência na eficácia dos tratamentos herbicidas, empregando vários princípios ativos, discordando assim dos resultados obtidos no trabalho.

Já com relação ao uso de adjuvante, Carbonari et al. (2005) estudando a deposição de calda em *Cynodon dactylon* (grama-seda) observaram uma maior deposição de gotas nas plantas quando foram adicionados adjuvantes à calda, diferente do que foi observado neste experimento, já que a adição ou não do adjuvante não interferiu nos resultados obtidos.

Lan et al. (2007) comentam que, a adição de adjuvantes pode alterar o desempenho das aplicações, no entanto seu efeito pode ser positivo ou até mesmo negativo no que se refere deposição do produto no alvo.

Rodrigues et al. (2010) avaliando deposição de calda de pulverização em *commelina diffusa* observaram que maiores volumes proporcionam maiores depósitos médios e pontuais de calda de pulverização independente da ponta utilizada, o que contradiz com os resultados alcançados no trabalho.

Na Tabela 5 encontram-se as médias do traçador retido nas lâminas junto ao solo (μg de corante cm^{-2}). É possível verificar que não houve interação significativa entre os diferentes volumes de calda e o uso de adjuvante, o que indica a independência desses fatores. Nota-se também que não ocorreu diferença significativa quanto à adição ou não do adjuvante à calda. Contudo observa-se que, com relação aos volumes de calda, o tratamento com 30 L ha⁻¹ foi o que apresentou a menor perda para o solo não diferindo do tratamento com volume de 60 L ha⁻¹.

Os resultados são complementares, uma vez que, ao se analisar as Tabelas 4 e 5, verifica-se que, o volume que apresentou a maior deposição (30 L ha⁻¹) foi o mesmo que apresentou a menor perda para o solo, ou seja, as perdas para o solo foram pequenas pois a maior parte da calda aplicada ficou retida nas folhas das plantas infestantes.

Tabela 5. Massa de traçador retida na placa junto ao solo (μg de corante cm^{-2})

Volume de Calda	Adjuvante		
	Com	Sem	Média
30	2,083	1,502	1,792 A
60	2,485	2,588	2,536 AB
150	3,117	3,026	3,071 B
Média	2,561a	2,372a	
CV=25,61%	$F_V= 8,272^*$	$F_A= 0,540^{ns}$	$F_{V*A}= 0,623^{ns}$

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. * Significativo a 5%; ** Significativo a 1%; ns = Não Significativo. CV: coeficiente de variação; F_V : valor do F calculado para o fator volume de calda; F_A : valor do F calculado para o fator adjuvante; F_{V*A} : valor do F calculado para a interação entre os fatores volume de calda e adjuvante.

Segundo Limberger (2006), com o incremento do volume de pulverização espera-se o aumento da retenção do volume aplicado até certo ponto, a partir do qual a superfície não mais retém o líquido, favorecendo o escoamento, conforme observado para o volume de 150 L ha^{-1} . Raetano e Bauer (2004) avaliando perdas por escoamento, observaram que, o maior volume de calda (100 L ha^{-1}) proporcionou maiores perdas para o solo, quando comparado com o menor volume de calda (60 L ha^{-1}), corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Souza et al. (2011) estudando a deposição do herbicida 2,4-D com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes, verificaram que o volume de 130 L ha^{-1} proporcionou maiores perdas para o solo em todas as pontas, quando comparado ao de 80 L ha^{-1} que corrobora com o trabalho apresentado.

Na Tabela 6 têm-se as médias das notas de avaliação no controle das plantas infestantes. É possível verificar que não houve interação significativa entre os diferentes volumes de calda e o uso de adjuvante. Nota-se também que não ocorreu diferença significativa entre a adição ou não do adjuvante à calda e o uso de diferentes volumes de calda. Aos 14 DAA (Dias Após Aplicação) o produto já conseguiu atingir bons índices de controle das plantas infestantes.

Segundo Souza et al. (2007), as plantas infestantes são expostas à pulverização por um tempo extremamente curto o que somado a fatores como oscilações de altura da barra, altas velocidades de ventos, diferentes tamanhos de gota e diferentes estádios de desenvolvimentos

das plantas, implica grande variabilidade dos depósitos unitários obtidos, dificultando a diferenciação de tratamentos.

Tabela 6. Médias das notas de avaliação de controle das plantas infestantes aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA)

	7 DAA	14 DAA	21 DAA
Volume de Calda	Médias		
30	3,25 A	5,000 A	5,000 A
60	3,00 A	4,750 A	4,875 A
150	3,50 A	4,375 A	4,750 A
Adjuvante			
Sem	3,166 a	4,916 a	5,00 a
Com	3,333 a	4,500 a	4,75 a
CV	16,22%	14,47%	6,02%
Valores de F	$F_V = 1,800^{ns}$ $F_A = 0,600^{ns}$ $F_{V \times A} = 0,600^{ns}$	$F_V = 1,707^{ns}$ $F_A = 2,246^{ns}$ $F_{V \times A} = 0,629^{ns}$	$F_V = 1,452^{ns}$ $F_A = 4,355^{ns}$ $F_{V \times A} = 1,452^{ns}$

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. * Significativo a 5%; ns = Não Significativo. CV: coeficiente de variação; F_V : valor do F calculado para o fator volume de calda; F_A : valor do F calculado para o fator adjuvante; $F_{V \times A}$: valor do F calculado para a interação entre os fatores volume de calda e adjuvante.

Costa et al. (2008) constataram a possibilidade de redução do volume de aplicação na dessecação de pastagens, em aplicações de herbicidas sistêmicos utilizando volumes de 100 e 200 L ha⁻¹.

Concordando com esses autores, percebe-se neste trabalho que independente do tratamento avaliado, ou seja, do volume de calda e da adição ou não de adjuvante à calda de aplicação, o produto avaliado (glifosato) apresentou um bom controle das plantas infestantes em operação de dessecação.

Era de se esperar que o não houvesse diferença com relação ao controle das plantas infestantes já que o produto analisado, glifosato, apresenta sistematicidade no seu modo de ação e um histórico de bom controle, além de que se o menor volume de calda (30 L ha⁻¹) apresentou bom controle, aos 14 DAA, os outros volumes conseqüentemente apresentariam.

Para Galon et al. (2007), é possível afirmar que a eficácia de controle das plantas infestantes por herbicidas sistêmicos ou de contato, pode aumentar ou diminuir com a variação do volume de calda aplicado, o que contradiz com o trabalho, mas demonstra que a sensibilidade das plantas infestantes aos herbicidas pode variar em função de fatores intrínsecos a espécie e o ambiente. Desde modo, em condições adequadas de aplicação, pode-se sugerir a utilização de menores volumes de calda, o que reduzirá o tempo gasto na operação e, conseqüentemente, redução nos custos de operação de pulverização, sem assim afetar os níveis de eficácia dos produtos utilizados.

Com relação ao uso de adjuvantes, este não deve ser uma prática generalizada. Segundo Carbonari et al. (2005) e Ryckaert et al. (2007), o uso correto dos adjuvantes pode aumentar significativamente o desempenho dos produtos aplicados. Entretanto, o aumento na eficiência da aplicação pode causar um aumento do impacto ambiental, uma vez que há presença da molécula do adjuvante no ambiente e pela sua influência no resíduo final do agroquímico. Com o emprego dos adjuvantes, os períodos de carência devem ser re-estudados, em função do aumento dos resíduos dos produtos nos vegetais.

5 CONCLUSÕES

Os menores volumes de calda, 30 e 60 L ha⁻¹ apresentaram as maiores deposições de calda nas plantas infestantes e conseqüentemente as menores perdas para o solo.

O herbicida glifosato proporcionou um bom controle das plantas infestantes aos 14 dias após aplicação, independente do volume e da composição da calda utilizadas.

O uso do adjuvante não interferiu na deposição de traçador nas plantas infestantes, bem como não contribuiu para reduzir as perdas para o solo.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT **Agrofit**: Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em 15 mar. 2011.
- ALAM - Asociación Latino Americano de Malezas. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluacion en ensayos de control de malezas. **ALAM**, Bogotá, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação de defensivos. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 15, p. 17-22, 2006.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.
- BRADY, N. C. **The nature and properties of soils**. 8.ed. New York: MACMILLAN, 1974. 639 p.
- CARBONARI, C. A.; MARTINS, D.; MARCHI, S. R.; CARDOSO, L. R. Efeito de surfactantes e pontas de pulverização na deposição de calda de pulverização em plantas de grama-seda. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 725-729, 2005.
- CARRERO, J. M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159 p.
- CHRISTOFOLETTI, J. C. **Pulverização ou aplicação?** São Paulo: Teejet South América, 1999. 5 p.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; LOPEZ-OVEJERO, R. F.; NICOLAI, M.; CARVALHO, S. J. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: II SIMPÓSIO DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE CANA DE AÇÚCAR, 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/POTAFOS, 2005. p. 11.
- COSTA, D. I. **Eficiência e qualidade das aplicações de fungicidas, por vias terrestre e aérea, no controle de doenças foliares e no rendimento de grãos de soja e milho**. 2009. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2009.
- COSTA, N.V.; RODRIGUES, A.C.P.; MARTINS, D.; CARDOSO, L.A.; SILVA, J.I.C. Efeito de pontas de pulverização na deposição e na dessecação em plantas de *Brachiaria brizantha*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 923-933, 2008.
- FERNANDES, H. C. **Aplicação de defensivos agrícolas: teoria da gota**. Viçosa: AEAGRI-MG/DEA/UFV, 1997. 14 p. (Engenharia na Agricultura. Caderno Didático, 24).

FRANZ, J. E. Discovery, development and chemistry of glyphosate. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (ed). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p. 3-17.

GALON, L.; PINTO, J. J. O.; AGOSTINETTO, D.; MAGRO, T. D. Controle de plantas daninhas e seletividade de herbicidas à cultura da soja, aplicados em dois volume de calda. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 325-330, 2007.

GRUYS, K. J.; SIKORSKI, J. A. Inhibitors of tryptophan, phenylalanine and tyrosine biosynthesis as herbicides. In: SINGH, B. K. (ed). **Plant amino acids: biochemistry and biotechnology**. New York: Marcel Dekker, 1999. p. 357-384.

GONÇALVES, P. C. T. **Manual Zeneca de manuseio e aplicação para agrotóxicos**. São Paulo: Zeneca Agrícola, 1999. 17 p.

JAWORSKI, E.G. Mode of action of N-phosphonomethylglycine: inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 20, p. 1195-1198, 1972.

KISSMANN, K. G. **Adjuvantes para caldas de defensivos agrícolas**. São Paulo: BASF, 1996. 45 p.

LAN, Y.; HOFFMANN, W. C.; FRITZ, B. K.; MARTINS, D. E.; LOPEZ L. E. **Drift reduction with drift control adjuvants**. St. Joseph: ASABE, 2007. 14 p. (paper n. 071060).

LIMBERGER, A. R. **Avaliação de deposição de calda de pulverização em função do tipo de ponta e do volume aplicado, na cultura do feijão**. 2006. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. 2006.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5.ed. Nova Odessa: Plantarum, 2000. 383 p.

MARTINS, D. **Deposição de calda de pulverização em cultivares de batata**. 2004. 249 f, Tese (Doutorado em livre docência em Agricultura/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2004.

MATTHEWS, G. A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J. M.; LENNÉ, J. M.; WALLER, S. J. (ed). **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139 p.

OZEKI, Y. **Manual de aplicação aérea**. São Paulo: CIBA AGRO, 2006. 101 p.

PALLADINI, L. A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. 2000. 111f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2000.

PALLADINI, L. A.; RAETANO, C. G.; VELINI, E. D. Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 5, p. 440-445, 2005.

PINTO, J. R.; LOECK, A. E.; SOUZA, R.T. de; LOUZADA, R. S. Estabilidade à exposição solar dos traçantes azul brilhante e amarelo tartrasina utilizados em estudos de deposição de pulverização. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 1, p. 105-107, 2007.

PRATA, F. **Comportamento do glifosato no solo e deslocamento miscível de atrazina**. 2002. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.

QUINN, J. P. Interactions of the herbicides glyphosate and glufosinate (phosphinothricin) with the soil microflora. In: ALTMAN, J. (ed). **Pesticides interactions in crop production - beneficial and deleterious effects**. Boca Raton: CTC Press, 1993. p. 245-265.

RAETANO, C. G.; BAUER, F. C. Deposição e perdas da calda em feijoeiro em aplicação com assistência de ar na barra pulverizadora. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 309-315, 2004.

RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa. **Resumos...** Botucatu: NEPUT. 1992. p. 44-64.

RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; MARTINS, D.; PEREIRA, M. R. R. Avaliação qualitativa e quantitativa da deposição de calda de pulverização em *Commelina diffusa*. **Planta daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 465-471, 2011.

RODRIGUES, E. B. Cana-de-açúcar: Avaliação da taxa de aplicação e deposição do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.1, p.90-95, 2011.

RYCKAERT, B.; SPANOGHE, P.; HAESAERT, G.; HEREMANS, B.; ISEBAERT, S.; STEURBAUT, W. Quantitative determination of the influence of adjuvants on foliar fungicide residues. **Crop Protection**, London, v. 26, n. 10, p. 1589-1594, 2007.

SALYANI, M.; WHITNEY, J. D. Evaluation of methodologies for Field studies of spray deposition. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 2, p. 390-395, 1988.

SANTOS, J. M. F. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Instituto Biológico, 2002. 62 p.

SILVA, T. M. B. **Tecnologia de aplicação aérea de fungicidas na cultura do arroz irrigado**. 2009. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2009.

SILVA, O. C. Tecnologia de aplicação de fungicidas. In: CANTERI, M. G.; PRIA, M. D.; SILVA, O. C. (ed). **Principais doenças fúngicas do feijoeiro**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. p. 127-137.

SOUZA, L. A.; CUNHA, J. P. A. R.; PAVANIN, L. A. Deposição do herbicida 2,4-D Amina com diferentes volumes e pontas de pulverização em plantas infestantes. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 78-85, jan-mar, 2012.

SOUZA, R. T.; VELINI, E. D.; PALADINI, L. A. Aspectos metodológicos para análise de depósitos de pulverizações pela determinação dos depósitos pontuais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 195-202, 2007.

TEIXEIRA, M. M. **Influencia Del volumem de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficácia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agronomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

VELINI, E. D. Comportamento de herbicidas no solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS. Botucatu. 1992. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1992. p. 44-64.

WITT, J. M. **Agricultural spray adjuvants**. Ithaca: Cornell University, 2001. Disponível em: < <http://pmep.cce.cornell.edu/facts-slides-self/facts/genpeappadjuvnats.html> > Acesso em: 27 jul. 2011.

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N. Impact of glyphosate and *Bradyrhizobium japonicum* symbiosis;with glyphosate-resistant transgenic soybean: a minireview. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 33, p. 825-831, 2004.

ANEXO

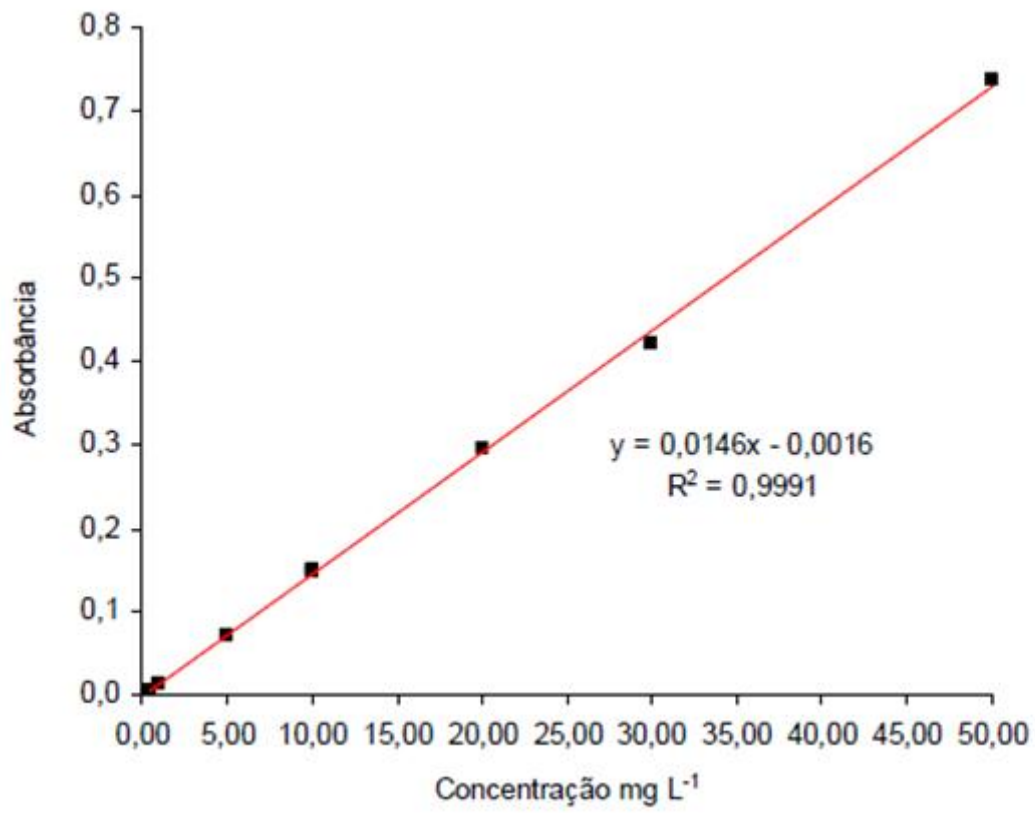


Figura A1. Curva padrão do traçador Azul Brilhante com técnica da espectrofotometria