

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ALESSANDRA CONSTANTIN FRANCISCHINI

Destruição das soqueiras de algodão: métodos de manejo, controle químico e
“carryover” nas culturas subsequentes.

MARINGÁ
2016

ALESSANDRA CONSTANTIN FRANCISCHINI

Destruição das soqueiras de algodão: métodos de manejo, controle químico e
“carryover” nas culturas subsequentes.

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Proteção de Plantas, para obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Proteção de Plantas.

Orientador: Prof . Dr . Jamil Constantin

Co-Orientador: Prof. Rubem Silvério de Oliveira Junior.

MARINGÁ
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

F818d

Francischini, Alessandra Constantin
Destruição das soqueiras de algodão: métodos de
manejo, controle químico e "carryover" nas culturas
subsequentes / Alessandra Constantin Francischini --
Maringá, 2016.

245 f. : il., color., figs., tabs., fotos.

Orientador: Prof. Dr. Jamil Constantin.

Co-orientador: Prof. Dr. Rubem Silvério de
Oliveira Junior.
Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Maringá,
Centro de Ciências Agrárias, Departamento de
Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia -
Área de Concentração: Proteção de Plantas, 2016.

1. Controle mecânico, 2,4-D. 2. Herbicidas. 3.
Vazio Sanitário. I. Constantin, Jamil, orient. II.
Oliveira Junior, Rubem Silvério, coorient. III.
Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências
Agrárias. Departamento de Agronomia. - Programa de
Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração:
Proteção de Plantas. IV. Título.

CDD 21.ed. 632.954

AHS-002870

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALESSANDRA CONSTANTIN FRANCISCHINI

Destruição das soqueiras de algodão: métodos de manejo, controle químico e
“carryover” nas culturas subsequentes.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Agronomia pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Jamil Constantin
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)

Prof. Dr. Rubem Silvério de Oliveira Junior
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Cleber Daniel de Goés Maciel
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. Felipe Haenel Gomes
Universidade Estadual de Maringá

Prof(a). Dr(a). Reni Saath
Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 29 de Abril de 2016.

Local de defesa: Anfiteatro I – NAPD – Núcleo de Estudos Avançado em Ciência das Plantas Daninhas.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho todos que fizeram parte dele de alguma forma, e principalmente ao meu filho Lorenzo Francischini Rodrigues, que participou direta e indiretamente de todo processo de realização da tese.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por colocar as coisas certas na hora certa, as coisas erradas nas horas certas ou até mesmo as coisas certas nas horas erradas. Pela minha família toda, pelos poucos e bons amigos, pelas pessoas especiais e únicas, pela força diária e pela paciência em todos os dias da minha vida;

À Universidade Estadual de Maringá, em especial ao Departamento de Agronomia, pela oportunidade concedida para realização deste trabalho;

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, em especial, à Érika e ao Reinaldo, o meu muito obrigado de coração, por toda a ajuda e força nos anos que estive no PGA;

Aos professores do Curso de Agronomia e da Pós-Graduação em Agronomia, que sempre me apoiaram e me deram força e puderam dividir comigo um pouco de sua sabedoria;

Ao Professor Dr. Jamil Constantin, por ser meu tio, e pessoa de pensamentos brilhantes e empolgados que sempre me entusiasmaram;

Ao Professor Dr. Rubem Silvério de Oliveira Júnior, pela orientação, amizade, idéias geniais e pelo total apoio durante todo o período do Doutorado.

Aos técnicos agrícolas da BASF, Zezinho e Branco, e o AT, Fausto, pela ajuda na condução e realização dos experimentos.

Aos colaboradores do NAPD – Núcleo de Estudos avançados em Ciência das plantas Daninhas, Jethro Osipe, Luiz Henrique Franchini, Guilherme Braga Pereira Braz, Denis Biffe, Fabiano Rios e Alexandre Gemelli pelas discussões e idéias desde o primeiro dia de decisão do tema da Tese.

À CAPES, pela bolsa concedida em nível de doutorado;

E um agradecimento especial ao Ronaldo Bueno Rodrigues, sem ele esta tese não teria saído do papel. Por ser meu amigo, companheiro e esta pessoa ranzinza que me colocou a prova

todo este tempo, para que eu pudesse aprender e crescer com meus erros e acertos.

Aos meus pais Primo Antonio Francischini e Josefina Constantin, meu irmão, Alex Antonio Francischini, pelo constante apoio, amor incondicional e dedicação. Vocês são os responsáveis pela minha formação. Por estarem sempre ao meu lado, me protegendo e me recolhendo em qualquer adversidade. São meus heróis eternos;

Aos meus avós Constantin Jamil Constantin (*In memorian*), Malake Sarkis Boudoher (*In memorian*) e Horlanda Bertini (*In memorian*), por eu ter sido a menininha da família, pelas raízes, pelo imenso amor e pela saudade tremenda que vocês deixaram.

E por fim, agradeço ao novo integrante da família, Lorenzo Francischini Rodrigues, meu filho lindo, que me acende a alma, e me faz sorrir. Essa criança esplendorosa, geniosa e fantástica que Deus me deu.

Obrigado a Todos!!

EPÍGRAFE

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer).

“You were born to be real, not to be perfect. You are here to be you, not to be what someone else wants you to be.” (Desconhecido).

BIOGRAFIA

ALESSANDRA CONSTANTIN FRANCISCHINI, nascida em 06 de novembro de 1980, em Maringá, Paraná, é Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Estadual de Maringá, em fevereiro de 2010. Em fevereiro de 2012, obteve o título de Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá. Em março de 2012 ingressou como aluna de Doutorado no Programa de Pós-graduação em Agronomia, na Universidade Estadual de Maringá, na área de Concentração de Proteção de Plantas, onde desenvolveu trabalhos com a destruição de soqueiras de algodão.

ÍNDICE

RESUMO	10
ABSTRACT	12
INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1	16
Associação de métodos mecânicos e químicos visando ao controle das soqueiras do algodão	
RESUMO	17
INTRODUÇÃO	19
MATERIAL E MÉTODOS	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
CAPÍTULO 2	71
Destruição química das soqueiras de algodão	
RESUMO	72
INTRODUÇÃO	73
MATERIAL E MÉTODOS	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO	84
CONCLUSÃO	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
CAPÍTULO 3	119
“Carryover” dos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão em culturas subsequentes: soja, milho e algodão.	
RESUMO	120
INTRODUÇÃO	121
MATERIAL E MÉTODOS	122
RESULTADOS E DISCUSSÃO	128
CONSIDERAÇÕES GERAIS	230
CONCLUSÃO	232
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	233
APÊNDICES	
Apêndice A – Resumo Estatística Capítulo 1 – Tabela 1A	
Apêndice B – Resumo Estatística Capítulo 2 – Tabela 1B	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 1C	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 2C	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 3C	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 4C	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 5C	
Apêndice C – Resumo Estatística Capítulo 3 – Tabela 6C	

Destruição das soqueiras de algodão: métodos de manejo, controle químico e “carryover” nas culturas subsequentes.

RESUMO

A destruição das soqueiras de algodão é um problema comum entre os produtores de algodão do Brasil, devido a grande dificuldade de um método eficaz e rápido para promover a destruição das sobras das plantas desta cultura após sua colheita. Desta maneira, este trabalho teve como objetivo investigar o método de controle mecânico mais efetivo para promover o controle das soqueiras de algodão e identificar tratamentos herbicidas que promovam porcentagens satisfatórias de controle das soqueiras, tendo em vista o período de Vazio Sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sem que haja “carryover” nas culturas subsequentes à cultura do algodão. Nos ensaios realizados no campo, visando à identificação do melhor método de controle mecânico associado a um tratamento herbicida, observou-se que os métodos de controle F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente) e G (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente) foram os que obtiveram maior número de tratamentos herbicidas com porcentagens de controle próximo a 100%. O método de controle F promoveu, já aos 53 dias após o manejo (DAM), 100% de controle quando em associação com o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, sendo o mais rápido e eficiente no controle das soqueiras de algodão. Quando avaliados os 28 diferentes tratamentos herbicidas no controle das soqueiras de algodão no campo, destacam-se como melhores tratamentos aqueles compostos pelos herbicidas: glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], que proporcionaram 100% de controle das soqueiras de algodão em períodos iguais ou inferiores a 68 DAM. Na avaliação do efeito residual (“carryover”) às culturas subsequentes (algodão, soja e milho) proporcionado pelos tratamentos herbicidas que se destacaram em relação ao controle das soqueiras (controle $\geq 99\%$), os tratamentos herbicidas menos prejudiciais às culturas subsequentes com menor período residual no solo foram: 2,4-

D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr. Conclui-se que tratamentos herbicidas com 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr quando associados a um método de manejo mecânico das soqueiras de algodão podem ser uma ferramenta eficiente na destruição dos restos culturais do algodão.

Palavras-chave: controle mecânico, 2,4-D, herbicidas, vazão sanitário.

Cotton stalk destruction: management methods, chemical control and “carryover” effect in subsequent cultures.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the most efficient mechanical handling method to promote the control of cotton stalks and identify among 28 herbicide treatments tested, the one that can promote percentages of control satisfactory on cotton stalks destruction, as well as determines the empty Sanitary stipulated by the Brazilian Ministry of Agriculture (MAPA), beyond of that, identify the carryover effect of these products in crop secession as soybean, corn and cotton. Thus, the tests performed in the field, aimed at identifying the best mechanical handling associated to an herbicide treatment, it was observed that the methods Management F and G were the ones with highest number of herbicide treatments that promoted control levels close to 100%. However, the method of management F was successful showing 100,00% control of cotton stalks since the 53 DAM when combined with treatment 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, being the fastest and most efficient in the control of cotton stalk. When evaluated the control of cotton stalks with 28 different herbicides in the field, it stands out as the best herbicide treatments: glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil and 2,4-D + glyphosate + saflufenacil+ [imazapic + imazapyr], which showed percentages of 100.00% control of cotton stalks in equal periods and less than 68 days after the management. However, in the evaluation of residual effects (carryover) to subsequent crops (cotton, soybean and corn) provided by herbicide treatments that obtained visual percentages of control equal and greater than 99.00%, was possible to identify the least harmful herbicide treatments and the products able to promote a satisfactory reduction of cotton stalks were: 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr. Thus it can be concluded that the herbicides: 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr when combined will a mechanical handling method to use in cotton stalk destruction can be a great ally in the destruction of the rest of the crops that can remains in the field, thus avoiding the proliferation of potentially destructive insects, pests and fungi for cotton crop in Brazil.

Keywords: mechanical management, 2,4-D, herbicides, Sanitary empty season.

INTRODUÇÃO GERAL

O manejo fitossanitário de determinadas pragas e doenças presentes na cultura do algodão têm se tornado grande desafio para os produtores desta cultura nos Cerrados brasileiros, pois o algodoeiro é altamente atacado por uma ampla variedade de insetos-praga e doenças como: a lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*), lagarta-das-maçãs (*Heliothis virescens*), curuquerê (*Alabama argillacea*), broca-da-raiz (*Eutinobothrus brasiliensis* e *Conotrachelus denieri*), ramulose (*Colletotrichum gossypii*), mancha angular (*Xanthomonas axonopodis*), manchas-de-alternária (*Alternaria spp.*), helicoverpa (*Helicoverpa armigera*) e o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*).

Fatores como temperatura alta no período de safra (primavera e verão) e entressafra (outono e inverno) atrelado à pluviometria elevada durante o período de safra (1400 a 2200 mm/ano) favorecem a propagação e o desenvolvimento desses insetos-praga e doenças que podem permanecer alojados nos restos culturais ou em plantas rebrotadas de algodão comprometendo o desenvolvimento e produção da cultura subsequente (algodão, soja, milho), gerando gastos adicionais para seu controle e podem ainda inviabilizar a permanência de determinadas culturas na área.

Apesar da cultura do algodão poder ser prejudicada por várias pragas e doenças, o bicudo-do-algodoeiro é considerado desde o século XIX a principal praga infestante, que pode provocar perdas de quase 100% da produtividade quando em condições favoráveis ao seu desenvolvimento e se não controlada adequadamente.

O bicudo-do-algodoeiro, desde sua introdução no Brasil, conseguiu espalhar-se pelas diversas regiões produtoras de algodão, encontrando não só como hospedeiro as plantas de algodão, como diversas plantas nativas da região dos cerrados, servindo estas de alimento e abrigo para sua sobrevivência e manutenção de sua população.

A situação torna-se pior com o uso de inseticidas que não possuem efeito nos estádios larvais do inseto, controlando apenas o besouro, assim, larvas depositadas dentro dos botões florais, flores e maçãs se alimentam destas estruturas durante toda sua estadia, causando grande destruição.

Da mesma maneira, a deficiente eliminação dos restos culturais pós-safra da cultura do algodão e a utilização de plantas de algodão transgênicas dificultam o controle destas plantas tiguera quando em meio de outras culturas como a soja transgênica, sendo utilizadas, portanto, como hospedeiras do bicudo durante a entressafra.

Em função destes fatores, e da necessidade de manter a viabilidade da cultura do algodoeiro no Brasil, tornou-se necessário a implementação de medidas para prevenir a incidência e/ou aumento desta praga nos campos produtores de algodão. Desta maneira, o INDEA - Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso junto com o MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento determinaram normas para coibir a expansão e realizar o controle do bicudo-do-algodoeiro nos estados produtores de algodão, que visam à restrição de plantio e ou ausência de planta vivas do algodoeiro durante o período do vazio sanitário (Tabela 1).

Tabela 1. Período do vazio Sanitário determinado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de acordo com o estado produtor de algodão.

Estados	Regiões de abrangência	Vazio Sanitário
MT	Todo o estado	15/09 a 30/11
MS	Todo o estado	01/10 a 30/11
GO – Região I	Acreúna, Água Limpa, Bom Jesus de Goiás, Buriti Alegre, Cachoeira Dourada, Caldas Novas, Castelândia, Campo Alegre de Goiás, Cesarina, Edealina, Edeia, Firminópolis, Goiás, Gouvelândia, Inaciolândia, Indiará, Ipameri, Itaberaí, Itumbiara, Jandaia, Joviânia, Maurilândia, Palmeiras de Goiás, Palminópolis, Piracanjuba, Pontalina, Porteirão, Rio Quente, Santa Helena de Goiás, Santo Antônio da Barra, São João da Paraúna, Santo Antônio de Goiás, Trindade, Turvelândia, Vicentinópolis, e as lavouras de algodão localizadas nos municípios de Paraúna e Caiapônia que estiverem abaixo de 600 metros de altitude;	01/09 a 20/11
GO – Região II	Aporé, Caiapônia, Ceres, Chapadão do Céu, Doverlândia, Hidrolina, Itapaci, Jataí, Goiatuba, Mineiros, Montividiu, Morrinhos, Nova América, Nova Glória, Panamá, Paraúna, Perolândia, Portelândia, Rialma, Rio Verde, Rubiataba, Santa Rita do Araguaia, São Luiz do Norte, Serranópolis e Uruaçu;	10/09 a 30/11
GO – Região III	Anápolis, Cabeceiras, Catalão, Cocalzinho de Goiás, Corumbáiba, Cristalina, Formosa, Leopoldo de Bulhões, Luziânia, Mimoso de Goiás, Orizona, Padre Bernado, São Miguel do Passa Quatro, Senador Canedo, Silvânia, Urutaí, Vianópolis e Vila Propício;	10/08 a 30/10
GO – Região IV	Britânia, Jussara, Matrinchã, Montes Claros de Goiás, Santa Fé de Goiás e São Miguel do Araguaia.	01/11 a 20/01
MG	Todo o estado	20/09 a 20/11
BA	Todo o estado	Limite p/ plantio - 28/02

Fonte: MAPA, 2013.

Tais medidas são importantes para diminuir a população e, à longo prazo, associado a outros métodos de manejo, até erradicar o bicudo-do-algodoeiro.

No entanto, relatos dos produtores de algodão, técnicos e engenheiros agrônomos têm demonstrado uma grande dificuldade em manter o campo livre de plantas vivas de algodão, principalmente após a colheita desta cultura, no período de vazio sanitário, bem como de tigueras de algodão tolerante a herbicidas dentro de culturas transgênicas estabelecidas.

Existem poucos estudos na literatura científica que demonstram métodos eficazes para a destruição das plantas de algodão que rebrotam após a colheita da mesma (soqueiras). Alguns trabalhos citam o manejo mecânico realizado com roçadeiras e grades, controle químico com diferentes herbicidas, mas nenhum controle foi 100 % efetivo até o momento.

Além da dificuldade da destruição das soqueiras do algodão, a utilização de manejo químico nesta modalidade pode não só acarretar interferência negativa nas culturas subsequentes, bem como, provocar a contaminação do solo, inviabilizando o mesmo para utilizações futuras.

Desta maneira, face à grande dificuldade demonstrada pelos produtores em relação à difícil e efetiva destruição das soqueiras de algodão e à necessidade de eliminar toda e qualquer planta de algodão viva durante o período de entressafra para cumprir as normas do vazio sanitário estipulado pelo MAPA, o objetivo deste trabalho foi avaliar e desenvolver métodos de manejo (controle mecânico associado ao químico) que promovam controles consistentes dos restos culturais (soqueiras) do algodão, dentro do período de vazio sanitário, e que apresentem impacto mínimo (“carryover”) sobre possíveis culturas semadas em sucessão.

CAPÍTULO 1

Associação de métodos mecânicos e químicos visando ao controle das
soqueiras do algodão

CAPÍTULO 1

ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS MECÂNICOS E QUÍMICOS VISANDO AO CONTROLE DAS SOQUEIRAS DO ALGODÃO

RESUMO

Devido ao prejuízo causado por insetos-praga na produção do algodão ocorrida nas últimas décadas nos Estados produtores brasileiros e a ameaça à extinção de grandes áreas algodoeiras do Brasil, este trabalho teve como objetivo identificar métodos de manejo das soqueiras (controle mecânico das soqueiras de algodão associados a um tratamento herbicida) que promovam a erradicação de plantas vivas de algodão no período do vazio sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Desta maneira, foi instalado experimento fatorial 7 X 5 em que foram testados sete diferentes métodos de controle mecânico da soqueira de algodão e cinco tratamentos herbicidas. Os métodos de manejo mecânicos testados foram: A (após a colheita, roçar as plantas de algodão a 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada), B (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas), C (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar a uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e aplicar o tratamento herbicida novamente), D (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente), E (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida), F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente) e G (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no

mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente). Enquanto os tratamentos herbicidas associados aos métodos de controle mecânico das soqueiras de algodão testados foram: 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e glyphosate + chlorimuron-ethyl. De acordo com os resultados obtidos, pode-se perceber que os métodos de controle mecânico associados aos diferentes tratamentos herbicidas são muito importantes na obtenção de um bom controle das soqueiras de algodão no campo. Herbicidas mimetizadores de auxinas em mistura com herbicidas inibidores da ALS [imazapic + imazapyr] ou em mistura com inibidores da PROTOX (saflufenacil) associados aos métodos de controle mecânicos G e F promoveram maiores taxas de controle das soqueiras de algodão quando comparados ao tratamento com a mistura de glyphosate + chlorimuron-ethyl. Assim, da maneira que este ensaio foi conduzido, o método de controle G apresentou controle das soqueiras de algodão acima de 90,00% em três dos quatro tratamentos herbicidas testados, no entanto, necessitou de um período de tempo relativamente longo para conseguir atingir tais níveis de controle (83 dias). Em contrapartida, o método de controle F já demonstrava 100% de controle aos 53 dias após o manejo inicial quando em associação com o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e controle superior a 95,00% quando em associação com 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (aos 78 dias) sendo estas as combinações de controle mecânico e controle químico mais eficientes no manejo das soqueiras de algodão.

Palavras-chave: algodão, métodos de manejo, 2,4-D.

INTRODUÇÃO

Por ser uma cultura de grande resistência à seca, o algodoeiro se constituiem uma das poucas opções para cultivo em regiões semiáridas e é considerada uma atividade de grande importância social e econômica. Atualmente cerca de 81 países cultivam o algodão no mundo). O Brasil ocupa hoje a quinta posição entre os maiores produtores de algodão do mundo, ficando atrás de China, Índia, Estados Unidos e Paquistão (Araújo et al., 2004). Nos últimos 15 anos, a área produtiva de algodão do Brasil aumentou de 811 mil hectares para 1124 mil hectares em 2013/2014, conquistando não só importância no mercado interno como também a confiança do mercado internacional (Conab, 2014).

A atividade, antigamente, que dependia da mão de obra familiar e de colheita manual, transformou-se em um importante empreendimento, com extensas lavouras, sofisticado maquinário e modernas usinas de beneficiamento (Conab, 2014).

Os novos produtores de algodão com o emprego de alta tecnologia (em especial maquinários e sementes de alto potencial produtivo), mudaram o cenário algodoeiro do Centro-Oeste e do Oeste da Bahia, considerados hoje, maiores áreas produtoras desta cultura no país, conduzidos por grandes produtores e/ou grandes grupos empresariais, com alta tecnologia e investimentos.

Com o investimento de grandes grupos comerciais nesta cultura nos últimos anos, houve forte expansão das áreas cultivadas desta cultura, maior investimento em pesquisas, bem como a difusão de novas tecnologias, novas variedades com resistência ao ataque de pragas e tolerância às principais doenças.

Apesar das novas tecnologias e das novas variedades de algodão disponíveis no mercado, o controle de pragas e doenças do algodoeiro continua sendo um dos maiores desafios para o produtor.

Pragas importantes como a lagarta *Helicoverpa armigera*, problema recente na cultura do algodão e o Bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), tradicional em causar danos econômicos à cultura, são hoje responsáveis pelo maior uso de agroquímicos para seu controle, tornando o processo produtivo da pluma de algodão mais caro e de menor rentabilidade para os produtores.

Devido à dificuldade de controle destas pragas e doenças de grande importância econômica, como a ramulária e a ramulose, que permanecem alojadas nos restos culturais e em plantas voluntárias mesmo após a colheita do algodão, reforça-se a necessidade de

colocar em prática um manejo integrado eficiente, que promova a redução da população e/ou erradicação de pragas e inóculos de doenças potencialmente prejudiciais à cultura.

O objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência de diferentes métodos de manejo (combinações de métodos de controle mecânico e químico) visando ao controle das soqueiras de algodão no período de vazio sanitário.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Santo Antônio de Posse-SP, no período de agosto a dezembro de 2013, nas coordenadas 22°36'13.5" de latitude Sul e 46°59'05.7" de longitude Oeste, a 658 metros de altitude.

O ensaio foi realizado à campo, e o solo presente na área era de textura argilo-arenosa. Foram coletadas amostras a uma profundidade de 0 a 20 cm, e estas foram submetidas à análise para determinar as características químicas e granulométricas. Os resultados das análises das amostras de solos apresentaram as seguintes características: pH em CaCl₂ (0,01 M) de 5,8; 22,0 mmol_c dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; 43,3 mg dm⁻³ de P; 54,0 mmol_c dm⁻³ de Ca⁺²; 26,5 mmol_c dm⁻³ de Mg⁺²; 2 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 24 g dm⁻³ de M.O; 14% de areia grossa; 38% de areia fina; 6% de silte; e 42% de argila.

O solo foi preparado no sistema tradicional, usando aração e gradagem, sendo a semeadura realizada no dia 28/02/2013 com a cultivar Fiber Max 966 LL (resistente ao herbicida glufosinato de amônio), a uma densidade de seis sementes por metro linear e espaçamento de 80 cm entre as linhas de semeadura proporcionando uma população de 75 mil plantas por hectare. Na adubação de semeadura utilizou-se 400 kg/ha da formula 06-30-24 (N, P₂O₅, K₂O).

O algodão recebeu, durante todo o seu ciclo, capina manual para o controle de plantas daninhas.

Ao final do ciclo de desenvolvimento da cultura, foi instalado o experimento em esquema fatorial 7 x 5, em delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliados sete métodos de controle mecânicos para destruição das soqueiras de algodão (Tabela 1) e cinco tratamentos herbicidas (Tabela 2).

As parcelas experimentais possuíam área total de 16 m², sendo constituídas de 5 m de comprimento por 3,2 m de largura (4 linhas de semeadura de algodão). As áreas úteis das parcelas eram compostas de duas linhas centrais por 2 m de comprimento cada, totalizando 5,12 m².

Tabela 1. Descrição dos métodos de controle mecânico utilizados na destruição das soqueiras de algodão.

A	Após a colheita, roçar as plantas de algodão a 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada.
B	Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.
C	Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar a uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² e aplicar o tratamento herbicida novamente.
D	Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.
E	Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada, aplicar o tratamento herbicida.
F	Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.
G	Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm ² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

Tabela 2. Tratamentos herbicidas utilizados em associação com os métodos de controle mecânico testados neste trabalho.

	Produtos	Ingrediente ativo 1	Ingrediente ativo 2	Ingrediente ativo 3	Ingrediente ativo 4	Dose i.a (g ha ⁻¹)	Dose (L/g ha ⁻¹) ¹
1	DMA 806 BR + Round Up Original ¹	2,4-D (670g/L*)	glyphosate (360g/L*)	-	-	1340 g + 720 g	2 L + 2 L
2	DMA 806 BR + Round Up Original + Heat ¹	2,4-D (670g/L*)	glyphosate (360g/L*)	saflufenacil (700g/kg)	-	1340 g + 720 g + 105 g	2 L + 2 L + 150 g
3	DMA 806 BR + Round Up Original + Kifix ¹	2,4-D (670g/L*)	glyphosate (360g/L*)	imazapic (175g/kg)	imazapyr (525g/kg)	1340 g + 720 g + [26,25 + 78,75] g	2 L + 2 L + 150 g
4	Round Up Original + Classic ¹	glyphosate (360g/L*)	chlorimuron-ethyl (250g/kg)	-	-	720 g + 20 g	2 L + 80 g
5	Testemunha (sem herbicida)	-	-	-	-	-	-

* Doses em equivalente ácido.

** Todos os tratamentos tiveram a adição do adjuvante Dash 0,5% v/v.

¹Produto comercial.

No dia 13/07/2013, quatorze dias antes da realização da colheita, foram realizadas aplicações do tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e glyphosate + chlorimuron-ethyl nas parcelas referentes aos métodos de controle mecânico B, C e D (B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D1, D2, D3 e D4) de acordo com o descrito nas Tabelas 1 e 2. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a 1,6 km h⁻¹, temperatura do ar de 26°C e umidade relativa do ar de 67%. As aplicações iniciaram-se às 16:15 horas e foram finalizadas às 17:17 horas.

No dia 17/07/2013, 10 dias antes da colheita do algodão, foi realizada a aplicação do desfolhante Dropp Ultra SC (0,5 L ha⁻¹) (Tiazurom 120g/L+ Diuron 60g/L) + 0,5% de Dash v/v) em todas as parcelas experimentais de acordo com o manejo descrito nas Tabelas

1 e 2. As condições no momento da aplicação do desfolhante foram: velocidade do vento a $1,7 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 24°C e umidade relativa de 69%. As aplicações iniciaram-se às 17:00 horas e foram finalizadas às 18:30 horas.

No dia 27/07/2013 foi realizada a colheita manual do algodão. No dia 03/08/2013, foi realizada operação de roçadadas plantas de algodão a uma altura de corte de 29-32 cm nos tratamentos B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, C3, C4, C5, E1, E2, E3, E4, E5, F1, F2, F3, F4, F5, G1, G2, G3, G4 e G5 (Figura 1) de acordo com o manejo descrito na Tabela 1, enquanto no método de controle mecânico A (tratamentos A1, A2, A3, A4 e A5) foi realizada a operação de roçada uma altura de corte de 37 cm (Figura 2) de acordo com o descrito na Tabela 1.



Figura 1. Roçada dos tratamentos B1, B2, B3, B4, B5, C1, C2, C3, C4, C5, E1, E2, E3, E4, E5, F1, F2, F3, F4, F5, G1, G2, G3, G4 e G5 a uma altura de corte de 29-32cm.



Figura 2. Primeira roçada dos Tratamentos A1, A2, A3, A4 e A5 a uma altura de corte de 37 cm.

Imediatamente após a roçada das parcelas experimentais, foram realizadas as aplicações dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate nas parcelas A1, B1 e F1, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil nas parcelas A2, B2 e F2, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] nas parcelas A3, B3 e F3 e glyphosate + chlorimuron-ethyl nos tratamentos de A4, B4 e F4. Todas as aplicações ocorreram entre um intervalo máximo de 1 hora após a roçada.

Desta maneira, a roçada das plantas de algodão presentes nas parcelas dos tratamentos A1, A2, A3 e A4 e B1, B2, B3 e B4 foi iniciada às 11:00 horas e finalizada às 11:30 horas, enquanto as aplicações dos tratamentos herbicidas foram iniciadas às 11:20 e finalizadas às 11:48. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento de 2 km h^{-1} , temperatura do ar de 24°C e umidade relativa do ar de 65%.

A roçada das plantas de algodão presentes nas parcelas dos tratamentos F1, F2, F3 e F4 foi iniciada às 10:00 e finalizada às 10:15, enquanto as aplicações dos tratamentos herbicidas foram ocorreram entre 10:25 e 10:59. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a $1,6 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 22°C e umidade relativa do ar de 68%.

Os tratamentos D1, D2, D3 e D4 receberam as aplicações de 2,4-D + glyphosate (D1), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (D2), 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (D3) e glyphosate + chlorimuron-ethyl (D4) no dia 17/08/2013, sem a realização prévia da roçada. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a 1,8 km h⁻¹, temperatura do ar de 28°C e umidade relativa do ar de 60%.

No dia 20/09/2013, 47 dias após a roçada, quando os tratamentos C1, C2, C3, C4, E1, E2, E3, E4, F1, F2, F3, F4, G1, G2, G3 e G4 apresentavam rebrotes com no mínimo de 12 folhas com 4 cm² (Figura 3), foram realizadas as aplicações dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate (C1, E1, F1 e G1), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (C2, E2, F2 e G2), 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (C3, E3, F3 e G3) e glyphosate + chlorimuron-ethyl (C4, E4, F4 e G4) de acordo com as Tabelas 1 e 2. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos eram de velocidade do vento a 1,2 km h⁻¹, temperatura do ar de 21°C e umidade relativa do ar de 88%.



Figura 3. Tamanho do rebrote no momento da aplicação (no mínimo 12 folhas com 4 cm²).

No dia 24/09/2013, 51 dias após a roçada, quando os tratamentos A1, A2, A3, A4 e A5 apresentavam rebrotes com no mínimo 12 folhas com 4 cm², foi realizada uma nova roçada a uma altura de corte de 23 cm das soqueiras de algodão (início da roçada 9:00 horas, término da roçada 9:20) e imediatamente após a roçada foram realizadas as aplicações dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate (A1), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (A2), 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (A3) e glyphosate + chlorimuron-ethyl (A4)

(Tabela 1 e 2). As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a $1,2 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 27°C e umidade relativa do ar de 65%.

No dia 05/11/2013, 92 dias após a roçada e 45 dias após a primeira aplicação de herbicidas, quando os tratamentos G1, G2, G3 e G4 apresentavam rebrotes com no mínimo de 12 folhas com 4 cm^2 , foram realizadas aplicações dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate (G1), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (G2), 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (G3) e glyphosate + chlorimuron-ethyl (G4) (Tabela 2). As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a $1,7 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 19°C e umidade relativa do ar de 80%.

Todas as aplicações dos tratamentos foram realizadas utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO_2 , pressão constante de 1,5 bar, equipado com cinco pontas XR 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas 0,5 m da superfície dos alvos, proporcionando um volume de 150 L ha^{-1} de calda.

Todos os tratamentos herbicidas aplicados foram realizados com proteção lateral entre as parcelas, para evitar efeito de deriva entre os tratamentos (Figura 4).



Figura 4. Proteção Lateral na aplicação dos tratamentos herbicidas.

As plantas de algodão presentes nos tratamentos foram roçadas com roçadeira rotativa, tracionada por um trator de 70 HP (Figura 2).

O clima da região onde o experimento foi instalado possui classificação Cfa de acordo com a Köppen e Geiger, sendo quente e temperado com temperatura média anual de 19,3°C.

Os dados pluviométricos e as temperaturas máximas mensais ocorridos no período do experimento encontram-se na Figura 5.

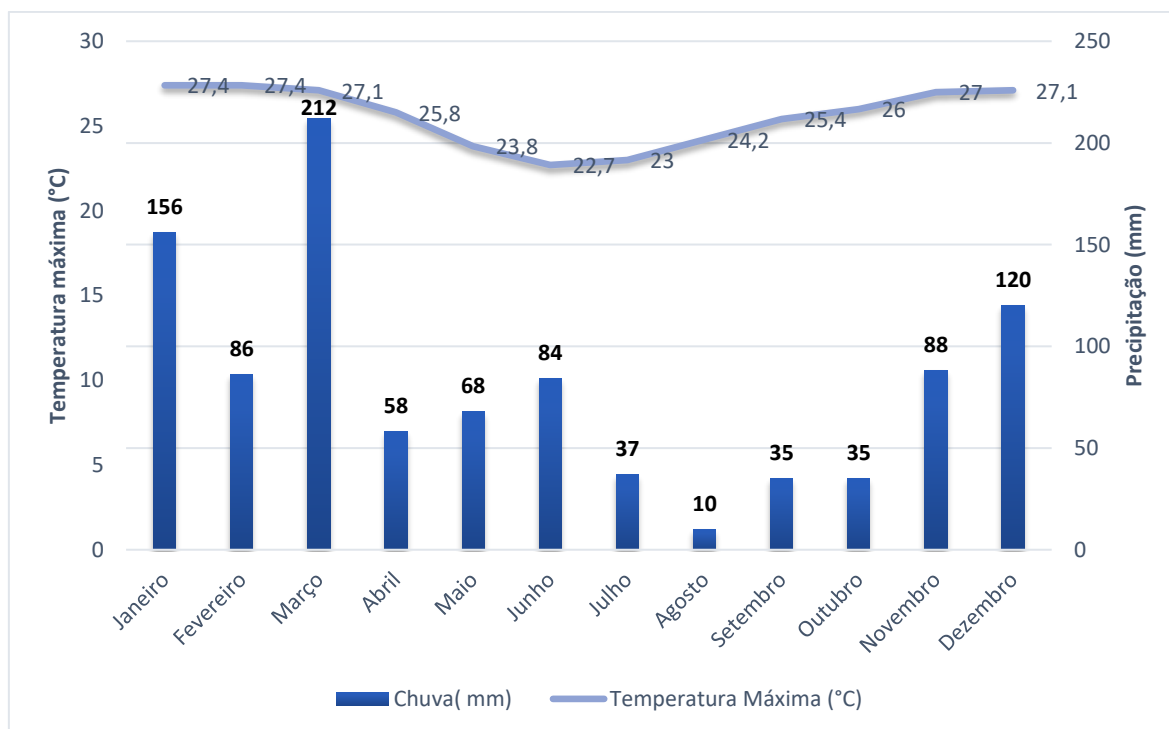


Figura 5. Dados pluviométricos e de temperatura máxima do período de permanência dos ensaios no campo. Santo Antônio de Posse, SP, 2013.

Foram realizadas avaliações referentes à porcentagem de controle (escala visual de 0 a 100%), em que 0% representa nenhum controle e 100% o controle total das plantas centrais de algodão (SBCPD, 1995), contagem de plantas rebrotadas por parcela útil (duas linhas da cultura de 1,00 m linear) aos 14, 28 e 50 dias após a última e/ou única aplicação (DAM) e o tamanho de rebrote dentro da parcela útil (comprimento médio dos rebrotas de 4 plantas por parcela) foi avaliado ao final do experimento.

Os resultados da avaliação visual de controle, número de plantas rebrotadas e tamanho de rebrote foram inicialmente submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste t Student a 5% de probabilidade.

Avaliou-se ainda a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão, realizando-se a análise de regressão com os dados de porcentagem de controle das soqueiras com a assistência do programa estatístico Sigmaplot 9.0, onde possível realizar a predição da estimativa do número de dias para obter pelo menos 95,00% de controle.

Para a variável porcentagem de controle foram utilizados os modelos de regressão ajustados abaixo a fim de calcular a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão:

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (3 parâmetros)

$$y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = porcentagem de controle.

x = dias após a semeadura

a, x₀ e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação)

x₀ = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x₀

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (4 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a - y_0}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = porcentagem de controle.

x = dias após a semeadura

a, x₀ e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

y₀ = valor mínimo de altura, biomassa e/ou intoxicação

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação)

x₀ = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x₀

Modelo Logístico de Gaussian (1967) (3 parâmetros)

$$y = ae^{-0,5\left(\frac{x-x_0}{b}\right)^2}$$

Em que:

y = porcentagem de controle.

x = dias antes da semeadura;

a , X_0 e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

X_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;

b = declividade da curva ao redor de X_0 .

Modelo Logístico de Gaussian (1967) (4 parâmetros)

$$y = y_0 + a e^{-0,5 \left(\frac{x - x_0}{b} \right)^2}$$

Em que:

y = porcentagem de controle.

x = dias antes da semeadura;

a , X_0 e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

X_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;

b = declividade da curva ao redor de X_0 .

Desta maneira, para se considerar um método de manejo eficiente (controle químico associado ao método de controle mecânico), foram levados em consideração a porcentagem de controle das soqueiras de algodão ($\geq 95,00\%$), número de plantas rebrotadas por parcela útil ($\leq 25,00\%$ do total de plantas, ou seja, número de rebrotes igual ou inferior a duas plantas por parcela útil) e tamanho de rebrote inferior a 3 cm ao final do experimento.

Além destes fatores citados anteriormente, para se considerar o método de manejo eficiente, considerou-se que seria necessário que ele exercesse controle $\geq 95,00\%$ em no máximo 80 dias após o manejo (velocidade de dessecação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Controle das soqueiras de algodão proporcionado pelos diferentes herbicidas dentro de cada método de controle mecânico.

Os resultados de porcentagem de controle visual das soqueiras de algodão, número de plantas rebrotadas por parcela útil do experimento, aos 14, 28 e 50 dias após o manejo (controle mecânico + controle químico) e o tamanho de rebrote das plantas ao final do experimento (50 DAM) encontram-se dispostos nas Tabelas 3, 4 e 5.

1.1. Controle das soqueiras de algodão dos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico A.

Analisando a Tabela 3 nota-se que dentre os tratamentos herbicidas aplicados no método de controle mecânico A (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada), a associação de glyphosate + chlorimuron-ethyl demonstrou controle inferior quando comparada aos demais tratamentos herbicidas testados aos 14 dias após o manejo e praticamente não promoveu controle da soqueira do algodão (6,25%), mesmo sendo realizados duas aplicações do tratamento herbicida de acordo com o método de controle mecânico A. Da mesma forma, quando analisados o número de plantas rebrotadas por parcela (Tabela 4) observou-se todas as plantas da parcela rebrotadas.

Tabela 3. Resultados de porcentagem de controle visual (%) das soqueiras de algodão realizada aos 14, 28 e 50 dias após o manejo.

Tratamentos Herbicidas		% de Controle aos 14 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	57,75	Ae	90,25	Bbc	95,75	Ba	91,25	Bb	88,25	Bc	73,00	Bd	94,50	Aa
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	48,25	Bd	95,75	Abc	98,75	Aa	97,75	Aab	94,25	Ac	100,00	Aa	94,50	Ac
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	58,00	Ae	92,50	Bb	96,50	ABa	90,25	Bbc	89,50	Bc	63,50	Cd	91,50	Bbc
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	6,25	Ce	41,25	Cb	21,00	Cd	33,00	Cc	48,00	Ca	33,25	Dc	39,50	Cb
5	Testemunha sem herbicida	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Ea	0,00	Da
C.V. (%) = 3,08%								DMS = 2,49							
Tratamentos Herbicidas		% de Controle aos 28 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	84,75	Bd	95,00	ABb	91,00	Bc	98,00	Aa	72,75	Be	93,25	Cbc	98,50	Aa
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	84,75	Bd	93,50	Bc	96,00	Abc	98,25	Aab	77,50	Ae	100,0	Aa	97,00	Ab
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	89,00	Ab	97,25	Aa	97,50	Aa	96,25	Aa	80,00	Ac	96,50	Ba	96,00	Aa
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	48,50	Cb	41,25	Cc	27,50	Ce	31,75	Bd	29,25	Cde	47,25	Db	54,75	Ba
5	Testemunha sem herbicida	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Ca	0,00	Da	0,00	Ea	0,00	Ca
C.V. (%) = 2,90								DMS = 2,57							
Tratamentos Herbicidas		% de Controle aos 50 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	82,75	Bd	79,75	Ae	93,25	Bc	93,75	Bbc	39,50	Cf	96,25	Bab	98,75	Aa
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	85,00	Bc	69,25	Bd	98,50	Aa	94,00	Bb	48,75	Ae	100,00	Aa	98,75	Aa
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	93,00	Ab	80,25	Ac	96,25	Aa	96,75	Aa	44,00	Bd	97,50	ABa	97,50	Aa
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	27,00	Ccd	33,00	Cb	25,25	Cde	38,00	Ca	24,25	De	38,25	Ca	29,00	Bc
5	Testemunha sem herbicida	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Da	0,00	Ea	0,00	Da	0,00	Ca
C.V. (%) = 3,31								DMS = 2,65							

Teste de T Student 5,00% de probabilidade; *Letras maiúsculas comparação na coluna; **Letras minúsculas comparação na linha; *** DAM – dias após o Manejo.

¹Método A-Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Método B-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Método C-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e plicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Método D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Método E-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Método F-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Método G-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

Tabela 4. Resultados de número de plantas de algodão rebrotadas por parcela útil aos 14, 28 e 50 dias após o manejo.

Tratamentos Herbicidas		Número de Plantas rebrotadas aos 14 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	8,00	Aa	2,25	Be	2,00	Be	3,25	Bd	4,25	Bc	6,50	Bb	2,00	Ce
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	8,00	Aa	2,25	Bb	0,75	Cc	1,00	Cc	2,25	Db	0,00	Cd	2,25	BCb
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	2,75	Bc	1,50	Bd	3,25	Bc	3,00	Cc	8,00	Aa	2,75	Bc
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa
5	Testemunha sem herbicida	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa
C.V. (%) = 9,85								DMS= 2,49							
Tratamentos Herbicidas		Número de Plantas rebrotadas aos 28 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	3,50	Bb	2,50	Bc	3,00	Bbc	1,00	Bd	7,75	Aa	2,50	Bc	1,25	Cd
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	3,50	Bb	2,25	CBcd	3,00	Bbc	1,00	Be	6,25	Ba	0,00	Cf	1,75	BCde
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	3,75	Bb	1,50	Cc	1,50	Cc	1,75	Bc	5,75	Ba	1,75	Bc	2,25	Bc
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	7,50	Aa
5	Testemunha sem herbicida	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa
C.V. (%) = 11,25								DMS= 2,57							
Tratamentos Herbicidas		% de Controle aos 50 DAM***													
		Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1	2,4-D + glyphosate	3,75	Bc	4,75	Cb	2,50	Bd	2,50	Bd	8,00	Aa	1,50	Be	1,00	Be
2	2,4-D + glyphosate + saflufenacil	2,50	Cc	5,75	Bb	1,00	Cd	2,25	Bc	8,00	Aa	0,00	Ce	1,00	Bd
3	2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	2,75	Cc	4,25	Cb	2,25	Bcd	1,75	Bde	8,00	Aa	1,00	Be	1,50	Bde
4	glyphosate + chlorimuron-ethyl	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa
5	Testemunha sem herbicida	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa	8,00	Aa
C.V. (%) = 10,88								DMS= 2,65							

Teste de T Student 5,00% de probabilidade; *Letras maiúsculas comparação na coluna; **Letras minúsculas comparação na linha; *** DAM – dias após o Manejo.

¹Método A-Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Método B-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Método C-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e plicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Método D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Método E-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Método F-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Método G-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

Já os tratamentos com as misturas de 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] promoveram controle superior àquele apresentado pela mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl aos 14 DAM (Tabela 3). No entanto, tais controles também não foram suficientes para promover morte total das plantas de algodão, tendo todos eles apresentado 100,00% das plantas rebrotadas dentro da parcela útil (Tabela 4).

A mistura de 2,4-D + glyphosate e de 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] foram as responsáveis pelas maiores porcentagens de controle observadas dentro do método de controle mecânico A (57,75% e 58,00%, respectivamente), tendo resultados superiores ao tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl, demonstrando assim, que quando em presença do 2,4-D, há um aumento de controle de nove vezes a mais quando comparado às misturas sem 2,4-D como o glyphosate + chlorimuron-ethyl.

Takano et al. (2013) após conduzirem estudos para avaliar a eficiência dos herbicidas glyphosate e 2,4-D em plantas daninhas de difícil controle, verificaram que uso de glyphosate em associação com 2,4-D promovia um controle superior àquele obtido pelos tratamentos de glyphosate e 2,4-D isolados, comprovando uma sinergia entre a mistura de herbicidas mimetizadores de auxinas e inibidores da EPSPs no controle de plantas daninhas de difícil controle como erva-quente, corda-de-viola e buva. A mesma interação pode ser visualizada aos 14 DAM neste trabalho, em que o controle proporcionado pelo tratamento 2,4-D + glyphosate apresentou porcentagens de controle superiores à mistura que não continha ambos produtos associados (glyphosate + chlorimuron-ethyl).

Após 28 dias da realização do manejo das soqueiras (28 DAM), os tratamentos herbicidas apresentaram melhora significativa no controle das plantas de algodão, apresentando porcentagens de até 89,00% para o tratamento com 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (Tabela 4), sendo este superior aos demais tratamentos, da mesma maneira, o número de plantas rebrotadas foi reduzido significativamente para 2,75 plantas (Tabela 4).

Os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, apresentaram níveis de controles semelhantes de 84,75%, sendo superior apenas ao controle observado no tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl.

Já quando avaliado o número de plantas rebrotadas por parcela útil aos 28 DAM (Tabela 4), os tratamentos, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] apresentaram número de plantas rebrotadas de algodão semelhantes (3,50; 3,50 e 3,75) entre si e superiores ao tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl (8,00).

De forma semelhante ao ocorrido na avaliação de 14 DAM, na avaliação de 28 DAM nota-se que, quando em mistura, 2,4-D + glyphosate, conseguem promover controles acima de 80,00% das soqueiras de algodão, possivelmente devido ao efeito sinérgico entre os dois produtos.

Melhorança (2003) estudando os produtos 2,4-D e glyphosate, aplicados isoladamente trinta dias após a roçada, constatou eficiência de controle da rebrota das soqueiras de algodão de apenas 25,00% para o glyphosate e de 90,00% para o 2,4-D, no entanto quando testado em mistura, 2,4-D + glyphosate conseguiram promover porcentagem de controle de 94,00% em avaliação realizada 45 dias após a aplicação dos tratamentos, conferindo o mesmo resultado apresentado neste trabalho, em que a mistura de ambos produtos apresenta efeito sinérgico que é capaz de promover maiores controles das soqueiras de algodão quando comparado a utilização de misturas que não possuem o 2,4-D presente (glyphosate + chlorimuron-ethyl).

Na avaliação de 50 dias após o manejo (50 DAM), o tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl apresentou controle de apenas 27,00% das soqueiras de algodão e 100,00% das plantas rebrotadas dentro da parcela útil (Tabela 3 e 4). Da mesma maneira pode-se evidenciar o controle ineficiente desta mistura ao avaliar o tamanho dos rebrotes que foram superiores a 49,25 cm, assemelhando-se ao tamanho dos rebrotes observados na testemunha sem herbicida (Figura 6 e Tabela 5).

Tabela 5. Resultados de tamanho de rebrote (cm) das soqueiras de algodão realizada ao final do experimento (50 dias após o manejo).

Tratamentos Herbicidas	Tamanho de rebrotes aos 50 DAM***													
	Método A ¹		Método B ²		Método C ³		Método D ⁴		Método E ⁵		Método F ⁶		Método G ⁷	
1 2,4-D + glyphosate	3,00	Aa	5,22	Aa	3,52	Aa	2,60	Aa	44,25	Bb	1,87	Aa	1,05	Aa
2 2,4-D + glyphosate + saflufenacil	4,07	Aa	27,7	Bb	2,10	Aa	3,92	Aa	39,75	Bc	0,00	Aa	1,25	Aa
3 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	1,82	Aa	4,92	Aa	2,70	Aa	3,05	Aa	30,00	Ab	1,65	Aa	1,75	Aa
4 glyphosate + chlorimuron-ethyl	49,25	Ba	59,00	Cbc	62,25	Bcd	52,50	Ba	65,50	Cd	53,00	Bab	59,50	Bcd
5 Testemunha sem herbicida	54,00	Ba	111,00	Db	111,00	Cb	208,50	Cc	111,00	Db	111,00	Cb	111,00	Cb
C.V. (%) = 11,48														
DMS= 2,49														

Teste de T Student 5,00% de probabilidade.

*Letras maiúsculas comparação na coluna;

*Letras minúsculas comparação na linha.

***50 DAM – Dias após o Manejo.

¹MétodoA-Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Método B-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Método C-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e plicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Método D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Método E-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Método F-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Método G-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.



Figura 6. Aspecto visual das soqueiras de algodão dentro do método de controle mecânico A proporcionado pelo tratamento herbicida glyphosate + chlorimuron-ethyl aos 39 após o primeiro manejo da roçada + primeira aplicação (esquerda) e controle visual aos 14 dias após a segunda roçada + segunda aplicação do tratamento herbicida (direita).

Já os controles promovidos pela associação dos herbicidas 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, se mantiveram praticamente estáveis desde a avaliação de 28 DAM, apresentando controles próximos a 85,00% para ambos os tratamentos aos 50DAM (Tabela 3). No entanto, quando observado o número de plantas rebrotadas, o tratamento com a presença do saflufenacil conseguiu promover maior redução quando comparado ao tratamento de 2,4-D + glyphosate (Tabela 4), fato que pode ser devido ao saflufenacil ser um produto de contato, o que pode ter ajudado na “queima” imediata de algumas gemas, dificultando seu rebrote.

Já quando analisado o tamanho dos rebrotos, ambos os tratamentos (2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil) apresentaram rebrotos médios de 3,00 a 4,07 cm (Tabela 5), sendo semelhantes entre si e demonstrando tamanhos inferiores em até 18 vezes o tamanho dos rebrotos observados nos tratamentos glyphosate + chlorimuron-ethyl e na testemunha sem herbicida.

O tratamento que apresentou maior porcentagem de controle das soqueiras de algodão dentro do método de controle mecânico A foi a mistura tripla de 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] com 93,00%. Foi possível visualizar ainda desde os 28 DAM e mantidos aos 50 DAM, uma redução do número plantas rebrotadas dentro da parcela útil em comparação à primeira avaliação (14 DAM) (Tabela 4) de 8,00 para 1,82. Tal redução pode ser devido ao

tempo necessário que herbicidas inibidores da ALS do grupo das imidazolinonas [imazapic + imazapyr] necessitam para conseguir translocar-se e agir dentro da planta.

Herbicidas do grupo das imidazolinonas inibem a enzima ALS (acetolactato sintase) dentro das plantas susceptíveis (Stidham, 1991). Esta enzima é responsável pela produção de 3 aminoácidos de cadeia ramificada: leucina, isoleucina e lisina. A falta destes aminoácidos, implicam na inibição de várias reações dentro da planta, entre elas, a paralização do crescimento e clorose internerval nas folhas após 7 a 10 dias do tratamento (Oliveira Jr, 2011), promovendo a morte das plantas apenas após este período.

O tratamento herbicida que apresentou maior porcentagem de controle das soqueiras de algodão dentro do método de controle mecânico A foi a mistura tripla de 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (93,00%), a qual proporcionou um número médio de plantas rebrotadas por parcela de 2,75 (Tabela 4).

Quando avaliado o tamanho de rebrotes das plantas do algodão, ao final do experimento, nota-se que os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] não diferiram entre si, tendo rebrotes do tamanho de 1,87 a 4,07 cm (Tabela 5).

Sendo assim, dentro do método de controle A, apesar dos tratamentos com 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] apresentarem porcentagens de controle superiores aos demais tratamentos testados (glyphosate + chlorimuron-ethyl e testemunha sem herbicida) e um número relativamente pequeno de plantas rebrotadas por parcela ($\leq 3,75$), estes ainda não foram considerados eficientes para o controle das soqueiras de algodão (Figura 7).

Desta maneira, não houve nenhum tratamento herbicida dentro do método de controle mecânico A que conseguiu promover controle superior a 95,00% e número de plantas inferior a 2,00 plantas por parcela útil.



Figura 7. Controle das soqueiras de algodão na modalidade de método de controle mecânico A aos 50 dias após o manejo (50 DAM).

1.2. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico B.

De acordo com a Tabela 4, percebe-se que no método de controle mecânico B (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas), aos 14 DAM, o tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl demonstrou menor nível de controle em relação aos demais tratamentos (41,25%) (Tabela 3) e número de plantas rebrotadas por parcela útil de 8 (Tabela 4).

Nas misturas 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] foi possível verificar níveis de controle de 90,25% e 92,50%, respectivamente, sendo estes

inferiores apenas ao tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, que demonstrou controle sobre as soqueiras de algodão de 95,75% (Tabela 3) e número de plantas rebrotadas de 2,75 (Tabela 4).

A adição do herbicida saflufenacil a mistura de 2,4-D + glyphosate promoveu incremento na porcentagem de controle das soqueiras de algodão, tornando este o melhor dentre os tratamentos testados dentro do controle mecânico B aos 14 DAM. Este fato provavelmente ocorreu devido ao saflufenacil ser um herbicida inibidor da PROTOX com ação rápida de contato, que, quando em exposição à planta e à luz, pode causar morte de tecidos em 1 a 2 dias (Oliveira Jr. et al, 2011).

Já aos 28 dias DAM, o tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu promover aumento no controle, sendo considerado o pior tratamento herbicida para o controle das soqueiras de algodão, apresentando 8 plantas rebrotadas por parcela útil, ou seja, 81,25% a mais de plantas rebrotadas do que o tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (Tabela 3 e 4).

Este último tratamento, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], demonstrou nível de controle de 97,25 %, e número de plantas rebrotadas de 1,50 na avaliação de 28 DAM (Tabela 3 e 4).

Na última avaliação realizada aos 50 DAM, todos os tratamentos herbicidas demonstraram perda na eficiência, acarretando em uma diminuição dos níveis de controle de 16,00 a 25,93%.

A mistura herbicida com chlorimuron-ethyl não conseguiu promover taxas de controle acima de 33,00% (Tabela 3) dentro do método de controle B na última avaliação aos 50 DAM, tendo todas as plantas da parcela rebrotadas (Tabela 4) e o tamanho médio dos rebrotes de 59,00 cm (Tabela 5).

Os tratamentos que promoveram melhor controle aos 50 DAM foram 2,4-D + glyphosate (79,75 %), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (69,25 %) e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (80,25%), apresentando número de plantas rebrotadas por parcela de 4,75, 5,75 e 4,75, respectivamente, e tamanho de rebrote médio de 4,92 a 27,7 cm (Tabela 3, 4 e 5).

Apesar dos níveis de controle se apresentarem próximos a 80,00%, o número de plantas rebrotadas superou o desejado para um tratamento eficiente ($\geq 2,00$ plantas), tendo pelo menos 40,00% do total de plantas rebrotadas dentro da parcela útil.

Assim, pode-se inferir que nenhum dos tratamentos herbicidas testados dentro do método de controle Mecânico B conseguiu manter taxas de controle satisfatórias ($\geq 95,00\%$).

1.3. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico C.

Nos dados da Tabela 3 pode-se visualizar o controle proporcionado pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico C (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas a uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotos de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e aplicar o tratamento herbicida novamente).

Aos 14 DAM, os tratamentos que mais se destacaram dentro do método de controle mecânico C foram as misturas triplas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], as quais apresentaram, já na primeira avaliação, porcentagens de controle acima de 96,00% das soqueiras de algodão (Tabela 3), sendo superiores a todos os demais tratamentos.

No entanto, quando em análise do número de plantas rebrotadas por parcela, pode-se evidenciar que o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil apresentou média de apenas 0,75 plantas, sendo assim superior tanto ao 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] quanto aos demais tratamentos testados (Tabela 4).

Entretanto, o contrário também é visualizado quando analisado a mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl, que não conseguiu atingir nem 25,00% de controle, tendo todas as plantas da parcela útil rebrotadas (Tabela 3 e 4).

Já aos 28 DAM, houve incremento no nível de controle proporcionado pelo tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] de 96,50 % para 97,50 %, assemelhando-se à mistura 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (96,00%).

Porém, quando avaliado o número de rebrotos, nota-se que a mistura contendo os herbicidas [imazapic + imazapyr] promoveram controle satisfatório das soqueiras, reduzindo o número médio de plantas rebrotadas por parcela à 1,50, sendo este o melhor tratamento herbicida dentro do método de controle mecânico C aos 28 DAM (Tabela 4).

Analisando os dados de controle das soqueiras de algodão aos 50 DAM, percebe-se que os níveis de controle proporcionados pelos tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil se mantiveram estáveis desde a avaliação de 28DAM, tendo proporcionado porcentagens de controle $\geq 96,25\%$, número de plantas rebrotadas de 2,25 e 1,00 respectivamente e tamanho de rebrote inferior a 3,00 cm (Tabelas 3, 4 e 5).

O tratamento com 2,4-D + glyphosate apresentou aos 50 DAM controle de 93,75%, número médio de plantas rebrotadas de 2,50 e tamanho do rebrote de 3,52 cm, sendo

considerado inferior aos tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (Tabela 3,4 e 5).

Nesta modalidade de controle mecânico C, a mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl demonstrou controle de 25,25%, e todas as plantas da parcela útil com rebrotas do tamanho de 62,25 cm (Tabelas 3, 4 e 5).

Desta maneira, verificou-se, que os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] foram considerados eficientes no controle das soqueiras de algodão aos 50 DAM quando utilizado o método de controle mecânico C.

1.4. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico D

Na Tabela 3 observa-se o controle proporcionado pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico D (Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotas de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente).

Aos 14 DAM, o tratamento com a mistura tripla 2,4-D + glyphosate + saflufenacil promovia controle de 97,75%, superior aos demais tratamentos (Tabela 3). Tais dados são confirmados pela Tabela 4, onde se observa apenas 1,00 planta rebrotada dentro da parcela útil.

Dentro desta modalidade de controle, a mistura de glyphosate + chlorimuron-ethyl não foi eficiente no controle das soqueiras de algodão, apresentando valores de 33,00 % de controle e 8 plantas rebrotadas dentro da parcela útil (Tabela 3 e 4).

Apesar de terem apresentado níveis de controle acima de 90,00%, os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] não conseguiram manter número médio de rebrotas inferiores a 2,00, tendo 40,62% da parcela útil rebrotada (3,25 plantas) (Tabela 3 e 4) aos 14 DAM.

Já aos 28 DAM, pode-se notar um aumento do controle tanto para o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, quanto para 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], tendo apresentado níveis de controle de 96,25% a 98,25%, sendo semelhantes entre si no controle das soqueiras de algodão (Tabela 3). Quando avaliado o número médio de plantas rebrotadas nestes tratamentos observa-se uma inibição de rebrote das soqueiras em 78,00%, tendo 1,00 a 1,75 plantas rebrotadas (Tabela 4).

O tratamento de glyphosate + chlorimuron-ethyl foi o pior tratamento no controle das soqueiras de algodão dentro do método de controle D, apresentando 100% de plantas rebrotadas aos 28 DAM (Tabela 4).

Na última avaliação, realizada aos 50 DAM, o tratamento que proporcionou melhor controle das soqueiras foi a mistura de 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], com controle eficiente de 96,75 %, número de plantas rebrotadas de 1,75 e tamanho de rebrote inferior a 3,00 cm (Tabela 3, 4 e 5).

Apesar dos tratamentos 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil terem apresentado controle inferior à mistura contendo [imazapic + imazapyr], ainda apresentaram níveis de controle acima de 95,00%, número de plantas rebrotadas por parcela e o tamanho do rebrote semelhantes ao tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], sendo considerados ambos eficientes no controle das soqueiras de algodão (Tabelas 3, 4 e 5).

Portanto, pode-se concluir que os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] associados ao método de controle mecânico D, são considerados eficientes no controle das soqueiras de algodão.

1.5. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico E.

Nas Tabelas 3, 4 e 5, pode-se visualizar o controle, número médio de plantas rebrotadas e tamanho dos rebrotos proporcionado pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico E (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotos de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida).

O tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl apresentou menor nível de controle (48,00%) aos 14 DAM e 8,00 plantas rebrotadas por parcela (Tabela 3 e 4).

Os tratamentos 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] proporcionaram níveis de controle de 88,25 a 89,25% e número de plantas rebrotadas por parcela de 4,25 e 3,00, respectivamente (Tabela 3 e 4), sendo inferiores ao tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e superiores ao controle proporcionado por glyphosate + chlorimuron-ethyl e pela testemunha sem herbicida.

O tratamento herbicida com a presença do saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil apresentou controle de 94,25% e número de plantas rebrotadas de 2,35, sendo o tratamento mais eficiente aos 14 DAM. Este nível de controle pode ter sido devido a presença do herbicida inibidor da PROTOX que possui efeito rápido de contato (Oliveira Jr., 2011) e conseguiu promover níveis altos de controle já aos 14 DAM, quando associado ao método de controle mecânico E.

Aos 28 DAM, pode-se observar declínio no controle em todos os tratamentos herbicidas, tendo o glyphosate + chlorimuron-ethyl níveis de controle próximos de 30,00% apenas.

Os tratamentos que demonstraram melhores níveis de controle aos 28 DAM foram 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 77,50% e 80,00%, respectivamente. No entanto, verificou-se que o número de plantas rebrotadas foram $\geq 5,75$ plantas (Tabela 4).

Aos 50 DAM, todos os tratamentos herbicidas tiveram uma severa diminuição do controle das soqueiras de algodão e apesar do tratamento com 2,4-D + glyphosate + saflufenacil ser superior a todos os demais tratamentos testados, não alcançou porcentagens de controle acima de 48,75%, tendo todas as plantas da parcela útil rebrotadas (Tabela 3 e 4) e tamanho médio de rebrote de 39,95 cm (Tabela 5).

Sendo assim, nenhuma mistura herbicida foi eficiente no controle das soqueiras de algodão quando associada ao método de controle mecânico E.

1.6. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico F.

Na Tabela 3 verifica-se o controle proporcionado pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotos de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.).

Quando observado o controle das soqueiras aos 14 DAM, o único tratamento que promoveu controle total (100,00%) das soqueiras do algodão foi o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, não tendo, portanto, nenhuma planta rebrotada dentro da parcela útil (Tabelas 3 e 4).

Os demais tratamentos não conseguiram promover controles superiores a 73,00%, sendo a mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl inferior a todas as misturas testadas (33,25%) na avaliação aos 14 DAM (Tabela 3 e 4).

Aos 28 DAM, o 2,4-D + glyphosate + saflufenacil manteve controle máximo das soqueiras de algodão (100,00%), não apresentando plantas de algodão rebrotadas dentro da parcela útil (Tabela 3 e 4). Controle satisfatório das soqueiras de algodão ($\geq 95,00\%$), pode ser observado também pelo tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (96,50%), apresentando apenas 1,75 plantas rebrotadas. Os demais tratamentos (2,4-D + glyphosate,

glyphosate + chlorimuron-ethyl e a testemunha) não apresentaram níveis de controle satisfatórios.

Aos 50 DAM, as misturas herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] apresentaram níveis de controle acima de 95,00%, tendo no máximo 1,50 plantas rebrotadas por parcela útil (Tabela 3 e 4) e tamanho de rebrote não superior a 1,87 cm (Tabela 5).

Já a mistura de glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu promover controles acima de 38,25%, tendo todas as plantas da parcela útil rebrotadas (Tabela 4) e tamanho de rebrote de 56,00 cm (Tabela 5).

Desta maneira, os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] foram considerados eficientes quando em associação ao controle mecânico F.

1.7. Controle das Soqueiras de algodão nos tratamentos herbicidas dentro do Método de controle mecânico G.

Nas Tabelas 3, 4 e 5, pode-se visualizar o controle, número de plantas rebrotadas e tamanho médio de rebrotes proporcionado pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico G (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente).

Aos 14 DAM nota-se que os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate promoveram controles semelhantes (94,50 %) das soqueiras de algodão, com 2,25 e 2,00 plantas rebrotadas dentro da parcela útil, respectivamente (Tabela 3 e 4), sendo superiores às misturas 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e glyphosate + chlorimuron-ethyl.

Já aos 28 DAM, pode-se notar aumento considerável no controle para os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] tendo níveis de controle das soqueiras de algodão acima 93,00%, com quantidade de plantas rebrotadas dentro da parcela útil \leq a 2,50 (Tabela 3 e 4). O tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu promover controle das soqueiras aos 28 DAM, tendo todas as plantas da parcela útil rebrotadas (Tabela 3 e 4).

Na última avaliação, realizada aos 50 DAM, os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr],

promoveram controles semelhantes das soqueiras de algodão (acima de 97,00%), tendo número médio de plantas rebrotadas por parcela $\leq 1,50$ e tamanho de rebrote $\leq 1,75$ cm (Tabelas 3, 4 e 5).

Dentro do método de controle mecânico G, a mistura de glyphosate + chlorimuron-ethyl também não conseguiu promover níveis de controles satisfatórios das soqueiras de algodão, não sendo, portanto, considerado eficiente para este fim.

Desta maneira, os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] podem ser considerados eficientes quando em associação ao método de controle mecânico G.

De acordo com o exposto na Tabela 6, pode-se afirmar de forma resumida que os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] foram considerados eficientes no controle das soqueiras de algodão quando associados ao método de controle mecânico D, F e G, enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] podem ser considerados eficientes quando em associação ao método de controle mecânico C.

Tabela 6. Melhores tratamentos herbicidas dentro de cada método de controle mecânico testados neste trabalho.

Tratamentos Herbicidas	Melhores tratamentos Herbicidas dentro de cada método controle mecânico						
	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	E ⁵	F ⁶	G ⁷
1 2,4-D + glyphosate				X		X	X
2 2,4-D + glyphosate + saflufenacil			X	X		X	X
3 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]			X	X		X	X
4 glyphosate + chlorimuron-ethyl							
5 Testemunha							

¹Método A-Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Método B-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Método C-Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Método D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Método E-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Método F-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Método G-Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

Assim, pode-se concluir que os tratamentos que mais se destacaram no controle das soqueiras de algodão, promovendo níveis de controle $\geq 95,00\%$ em quatro dos sete métodos de controle mecânico testados neste trabalho, foram as misturas herbicidas: 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil. O controle químico com 2,4-D + glyphosate promoveu nível de controle eficiente para três dos sete métodos de controles mecânicos testados.

2. Análise entre os diferentes métodos de controle mecânico das Soqueiras de Algodão.

2.1. Controle das Soqueiras de algodão pelo tratamento 2,4-D + glyphosate dentro dos diferentes métodos de controle mecânico adotados.

Na Tabela 4 pode-se visualizar o controle proporcionado pelo tratamento 2,4-D + glyphosate dentre os diferentes métodos de controle mecânico testados neste trabalho.

Pode-se observar que o método de controle A associado ao tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate não foi suficiente para promover controle acima de 57,75% (Tabela 3), observando-se rebrota de todas as plantas da parcela útil (Tabela 4) aos 14 DAM.

Da mesma forma, o tratamento 2,4-D + glyphosate, quando utilizado associado aos métodos de controle mecânico B, D, E e F, promoveu níveis de controle entre 73,00% a 91,25%, tendo número de plantas rebrotadas por parcela $\geq 2,25$ (Tabela 3 e 4), sendo considerados ineficazes aos 14 DAM.

Quando o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate foi associado aos métodos de controle mecânico C e G, promoveu porcentagens de controle $\geq 94,50\%$ e número médio de plantas rebrotadas por parcela para ambos os métodos de 2,00 (Tabela 3 e 4), sendo considerados eficientes no controle das soqueiras aos 14 DAM.

Na avaliação de 28 DAM, os métodos de controle B, D e G apresentaram níveis de controles de 95,00%, 98,00% e 98,50%, respectivamente, com número de plantas rebrotadas inferior a 2,50 (Tabela 3 e 4), enquanto os métodos de controle A, C, E e F associado à esta mesma mistura de herbicidas apresentaram taxas de controle não superior a 93,25% e número de plantas rebrotadas não inferior a 2,50 (Tabela 3 e 4).

Na última avaliação, realizada aos 50 DAM, os melhores métodos de controle mecânico observados foram o F e G, que apresentaram controles de 96,25 e 98,75%, respectivamente, número de plantas rebrotadas por parcela iguais e inferior a 1,50 e tamanho médio de rebrote $\leq 1,87$, quando associado à mistura 2,4-D + glyphosate (Tabela 3 e 4). É

importante lembrar que ambos os manejos apresentam duas aplicações sequenciais do tratamento herbicida.

Aos 50 DAM, os métodos de controle A, B, C, D e E promoviam, quando associados ao tratamento 2,4-D + glyphosate, controles entre 39,50% e 93,75%, número de plantas rebrotadas por parcela entre 2,50 e 8,00 plantas e tamanho de rebrote superior a 2,60 cm (Tabela 3 e 4).

Desta maneira pode-se concluir que quando se utiliza o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate, os métodos de controle F e G conseguiram promover altos níveis de controle, sendo considerados satisfatórios na destruição das soqueiras de algodão.

2.2. Controle das Soqueiras de algodão pelo tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil dentro dos diferentes métodos de controle mecânico adotados.

Na avaliação de 14 DAM pode-se perceber que os métodos de controle mecânicos que ofereceram melhor controle das soqueiras de algodão foram C, D e F, proporcionando níveis de controle $\geq 97,75\%$, sendo superiores aos demais manejos testados, e apresentando no máximo 1 planta rebrotada por parcela útil (Tabelas 3 e 4). Destaca-se ainda o método de controle F que associado a este tratamento herbicida proporcionou 100,00% de controle das soqueiras de algodão já aos 14 DAM.

Apesar dos métodos de controle B, E e G terem apresentado níveis de controle inferiores aos métodos C, D e F, ainda conseguiram promover controles de 95,75%, 94,25% e 94,50%, respectivamente, e número de plantas rebrotadas por parcela $\leq 2,25$ (Tabela 3 e 4).

Pode-se observar ainda que o método de menor eficiência no controle do rebrote das soqueiras de algodão foi o A, uma vez que não conseguiu atingir controle de 50,00%, tendo todas as plantas rebrotadas dentro da parcela útil.

Na avaliação de 28 DAM os métodos de controle mecânico D e F apresentaram controles de 98,25 e 100,00%, respectivamente, sendo considerados os métodos mais eficazes de destruição das soqueiras de algodão quando em associação ao 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, tendo número de plantas rebrotadas $\leq 2,25$ (Tabela 3 e 4).

Da mesma maneira, os métodos de controle B, C e G, conseguiram manter níveis de controle satisfatórios (acima de 93,00%) e número de plantas rebrotadas inferior a 3,00.

Já na última avaliação, aos 50 DAM, os métodos de controle C, F e G associados ao tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate + saflufenacil demonstraram níveis de controle entre 98,50% e 100,00% e números de plantas rebrotadas por parcela útil iguais e inferiores a 1,00, sendo superiores a todos os demais manejos testados neste trabalho (Tabelas 3 e 4).

Em contrapartida, os métodos de controle A, B, D e E não conseguiram promover controles satisfatórios, sendo considerados ineficientes no controle das soqueiras de algodão quando associados à mistura 2,4-D + glyphosate + saflufenacil.

Desta maneira, pode-se inferir que, quando associado ao tratamento químico com 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, os métodos de controle mecânico C, F e G foram eficientes no controle das soqueiras de algodão.

2.3. Controle das Soqueiras de algodão pelo tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] dentro dos diferentes métodos de controle mecânico adotados.

Na avaliação de 14 DAM pode-se observar que o único método que proporcionou controle superior a 95,00% das soqueiras de algodão e número de plantas rebrotadas por parcela útil igual a 2,00 foi no Manejo C quando associado ao tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (Tabelas 3 e 4).

Os métodos de controle B e G também conseguiram manter níveis de controle das soqueiras acima de 90,00 %, e número de plantas rebrotadas inferior a 3,00. Em contrapartida, os métodos de controle A, E e F, não conseguiram atingir níveis satisfatórios de controle das soqueiras de algodão aos 14 DAMimazapic (Tabela 3).

Na avaliação de 28 DAM, a maioria dos métodos testados (B, C, D, F e G) associados ao 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] demonstraram controle das soqueiras de algodão $\geq 96,00\%$ (Tabela 3) e todos estes tratamentos tiveram no máximo 2,25 plantas de algodão rebrotadas por parcela útil (Tabela 4). Em contrapartida, os métodos de controle A e E não conseguiram promover controle satisfatórios das soqueiras de algodão.

Na última avaliação, aos 50 DAM, houve incremento nos níveis de controle dos métodos C, D, F e G, que demonstraram porcentagens de controle iguais e acima de 96,25%, número de plantas rebrotadas por parcela útil inferior a 2,25 (Tabelas 3 e 4) e tamanho de rebrote inferior a 3,05 cm (Tabela 5).

Os métodos de controle mecânico A, B e E, quando associados ao tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], não conseguiram manter níveis de controle satisfatórios das soqueiras de algodão, tendo número de plantas rebrotadas por parcela superior a 2,75 (Tabela 4), níveis de controle $\leq 93,00\%$ (Tabela 3) e tamanho de rebrotas de 1,82 cm a 30,00 cm (Tabela 5).

Desta maneira, pode-se inferir que os métodos de controle C, D, F e G foram eficientes no controle das soqueiras de algodão quando associados a mistura herbicida 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr].

2.4. Controle das Soqueiras de algodão pelo tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl dentro dos diferentes métodos de métodos de controle mecânico adotados.

Na avaliação de 14 DAM, todos os métodos testados associados ao glyphosate + chlorimuron-ethyl atingiram níveis muito baixos de controle sobre as soqueiras de algodão, havendo rebrota de todas as plantas presentes na área útil das parcelas (Tabelas 3 e 4).

O mesmo pode ser observado nas avaliações realizadas aos 28 e 50 DAM, nas quais o controle proporcionado pelo tratamento herbicida em questão atingiu no máximo 54,75%, categorizando todos os métodos de controle testados em associação ao tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl como ineficientes no controle das soqueiras de algodão (Tabelas 3 e 4).

Desta maneira, nenhum dos métodos mecânicos de controle avaliados neste trabalho conseguiu promover controle satisfatório das soqueiras de algodão quando associado ao tratamento químico com glyphosate + chlorimuron-ethyl.

É importante observar que, neste caso, não são os métodos de controle que não conseguiram promover controles satisfatórios das soqueiras de algodão, mas sim o tratamento herbicida (glyphosate + chlorimuron-ethyl) que não conseguiu promover controles acima de 60,00% em nenhuma das modalidades de controle mecânico testadas.

Pode-se concluir, portanto, que houve diferença significativa entre os métodos de controle mecânico adotados quando em associação com um tratamento herbicida específico.

Na Tabela 7 encontra-se um resumo dos os métodos de controle mecânico que se apresentaram eficientes no controle das soqueiras de algodão, proporcionando taxas de controle acima de 95,00%, número de plantas rebrotadas inferior a 2,00 e tamanho médio de rebrote inferior a 3,00cm.

Tabela 7. Melhores métodos de controle mecânico dentro de cada tratamento herbicida testado neste trabalho.

Tratamentos Herbicidas	Métodos de controle mecânico dentro de cada tratamento herbicida						
	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	E ⁵	F ⁶	G ⁷
1 2,4-D + glyphosate						X	X
2 2,4-D + glyphosate + saflufenacil			X			X	X
3 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]			X	X		X	X
4 glyphosate + chlorimuron-ethyl							
5 Testemunha							

¹Método A- Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Método B- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Método C- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e plicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Método D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Método E- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Método F- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Método G- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

No entanto, para se definir qual o melhor manejo (método de controle mecânico associado ao tratamento herbicida) das soqueiras de algodão ainda é necessário levar em conta a velocidade que este controle demora para ser atingido (número de dias necessário para atingir níveis de controles máximos das soqueiras).

Quanto mais rápida a ação do método de manejo para promover controles satisfatórios das soqueiras, mais rápido pode-se eliminar as plantas de algodão vivas no campo, cumprindo assim as exigências do MAPA e eliminando os hospedeiros das pragas e doenças potencialmente prejudiciais às culturas subsequentes.

Nas Figuras 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14, estão dispostos os gráficos que demonstram a velocidade de destruição das soqueiras de algodão de acordo com a análise de regressão e modelos não lineares ajustados para cada método de manejo (método mecânico+tratamento herbicida). Com base nas análises de regressão, é possível prever as quantidades de dias para se obter porcentagem de controle de 95,00% para cada tratamento dentro de cada método de controle mecânico.

Desta maneira, na Figura 8 estão dispostos os modelos de regressão de cada tratamento para o método de controle A.

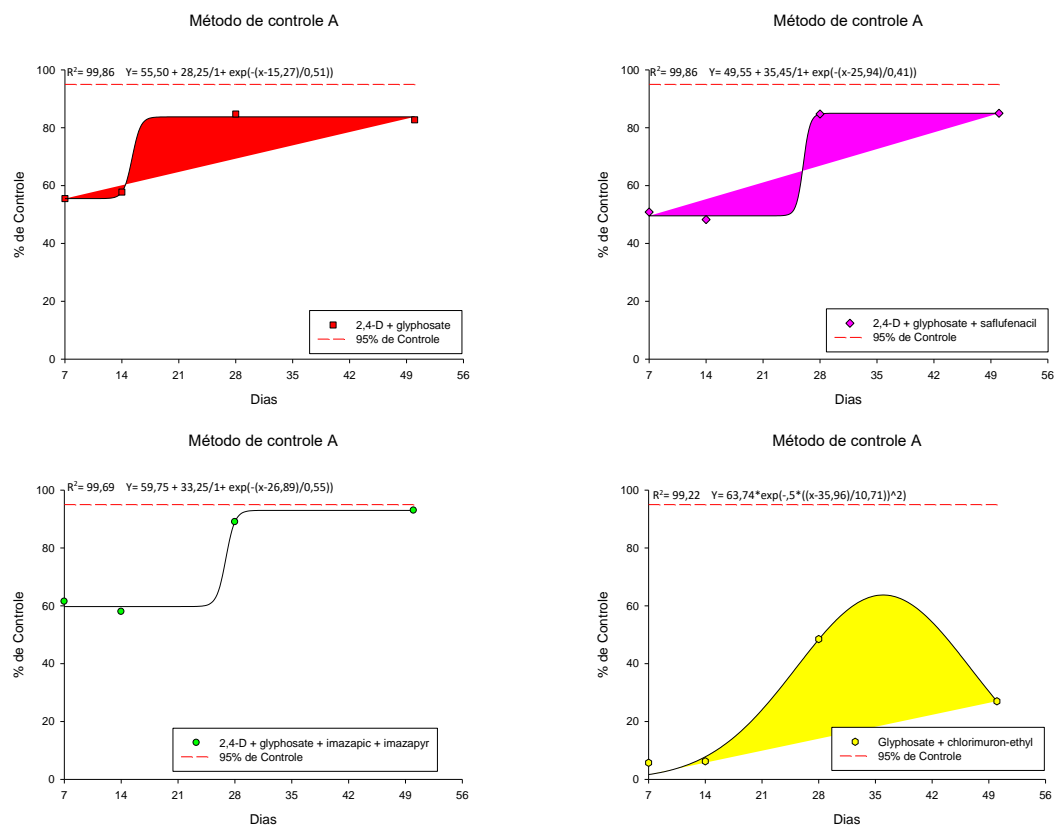


Figura 8. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico A.

De acordo com os modelos de regressão utilizados para definir a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão dentro do método de controle A, foi observado que nenhum dos tratamentos herbicidas testados (2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o glyphosate + chlorimuron-ethyl) conseguiram promover níveis de controle iguais ou acima de 95,00%, não sendo portanto, considerados eficientes para o manejo de destruição das soqueiras de algodão dentro do método de controle A.

Na Figura 9, estão dispostas as figuras referentes a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão dentro do método de controle B. Neste método pode-se perceber que os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] necessitaram apenas de um período de 22, 20 e 19 dias, respectivamente, após o manejo para conseguirem promover taxas de controle de 95,00%, considerada como satisfatória neste trabalho, no entanto a porcentagem de controle começa a cair após este período e ao final do trabalho (50 DAM) tornando o manejo B inadequado para este fim.

O método de controle B é composto apenas de uma operação de roçada + uma aplicação do tratamento herbicida após a colheita da cultura, o que demonstra não ser eficiente para o controle das soqueiras de algodão.

O tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu atingir controle satisfatório de 95,00% dentro do método mecânico B.

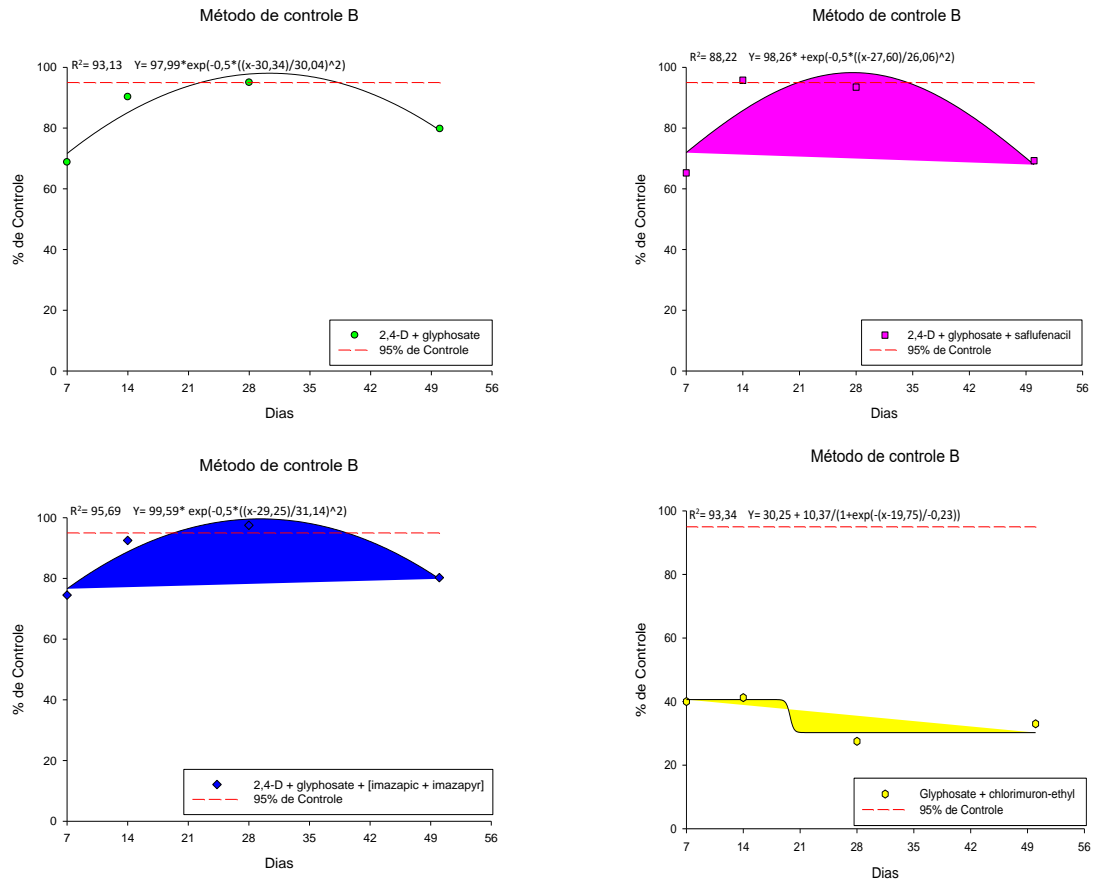


Figura 9. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico B.

A velocidade de dessecação obtida dentro do método de controle C para todos os tratamentos herbicidas testados neste trabalho estão dispostos na Figura 10.

Nota-se que os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e o 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] conseguiram atingir níveis de controle de 95,00% após 8 e 12 dias da realização da última aplicação ou seja, nesta modalidade de controle, realizou-se após a colheita, a roçada dos tratamentos e esperou 45 dias após este manejo mecânico para realização da aplicação do tratamento herbicida. Desta maneira ambos os tratamentos (2,4-D + glyphosate + saflufenacil e o 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]), necessitaram de 53 e 57 dias após o manejo da roçada para promover taxas de controle satisfatórias nas soqueiras de algodão.

Já o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate, demonstrou ser ineficiente em comparação aos herbicidas citados anteriormente, não atingindo controle de 95,00% de acordo com o modelo estatístico utilizado.

Da mesma maneira, o tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu atingir controle satisfatório de 95,00% dentro do método mecânico C.

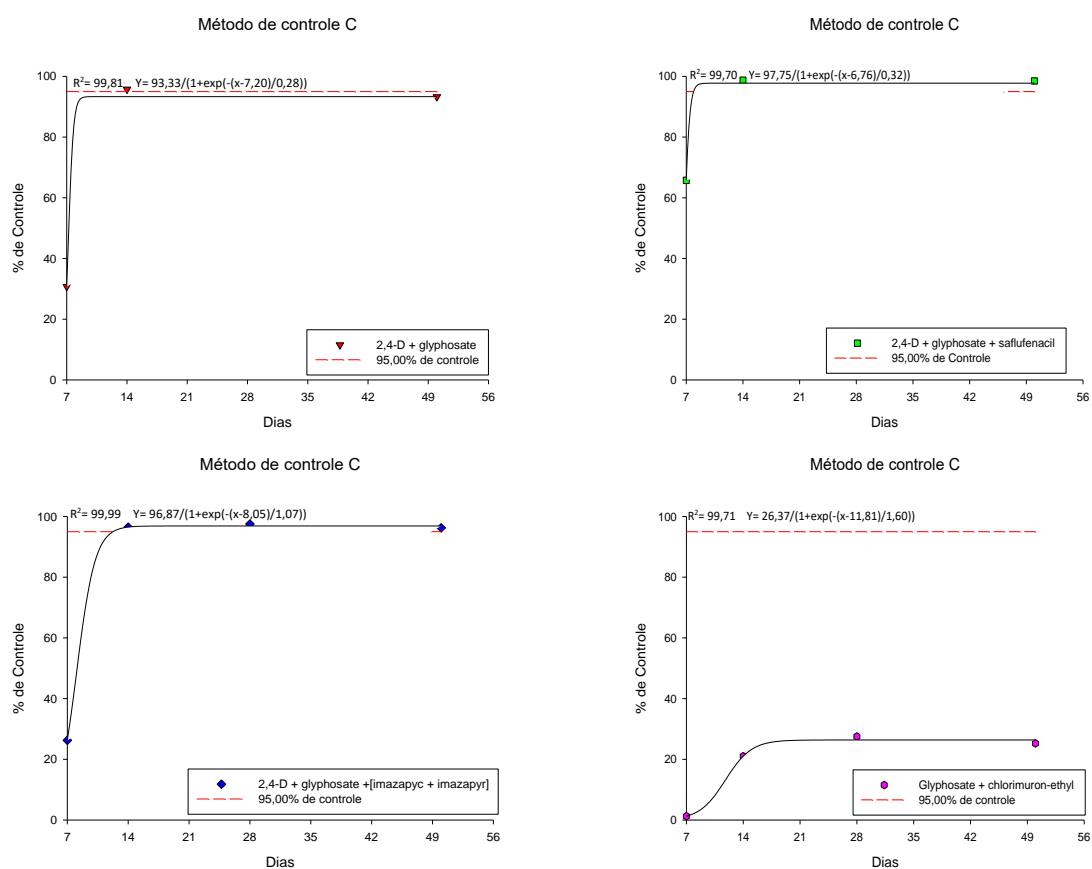


Figura 10. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico C.

Na Figura 11, estão dispostos os dados referentes a velocidade de dessecação promovida pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o glyphosate + chlorimuron + ethyl dentro do método de controle mecânico D.

Nota-se que o tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate promoveu controle de 95,00% aos 17 dias após a última operação de aplicação. Como no método de controle D, não houve roçada das plantas, e sim apenas, a última aplicação do tratamento herbicida realizada 45 dias após a colheita (sem roçagem), este método em associação com o 2,4-D + glyphosate necessitou de um período de 62 dias apenas para promover controle satisfatório das soqueiras, no entanto, ao final do experimento a taxa de controle das soqueiras começou a reduzir drasticamente.

O contrário se observa para os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], que demonstraram níveis de controle de 95,00% aos 53 dias e 69 dias respectivamente, no entanto, estas taxas de controle se mantiveram instáveis ao final do experimento, comprovando estes serem eficientes do controle das soqueiras de algodão.

O tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu atingir controle satisfatório de 95,00% dentro do método mecânico D.

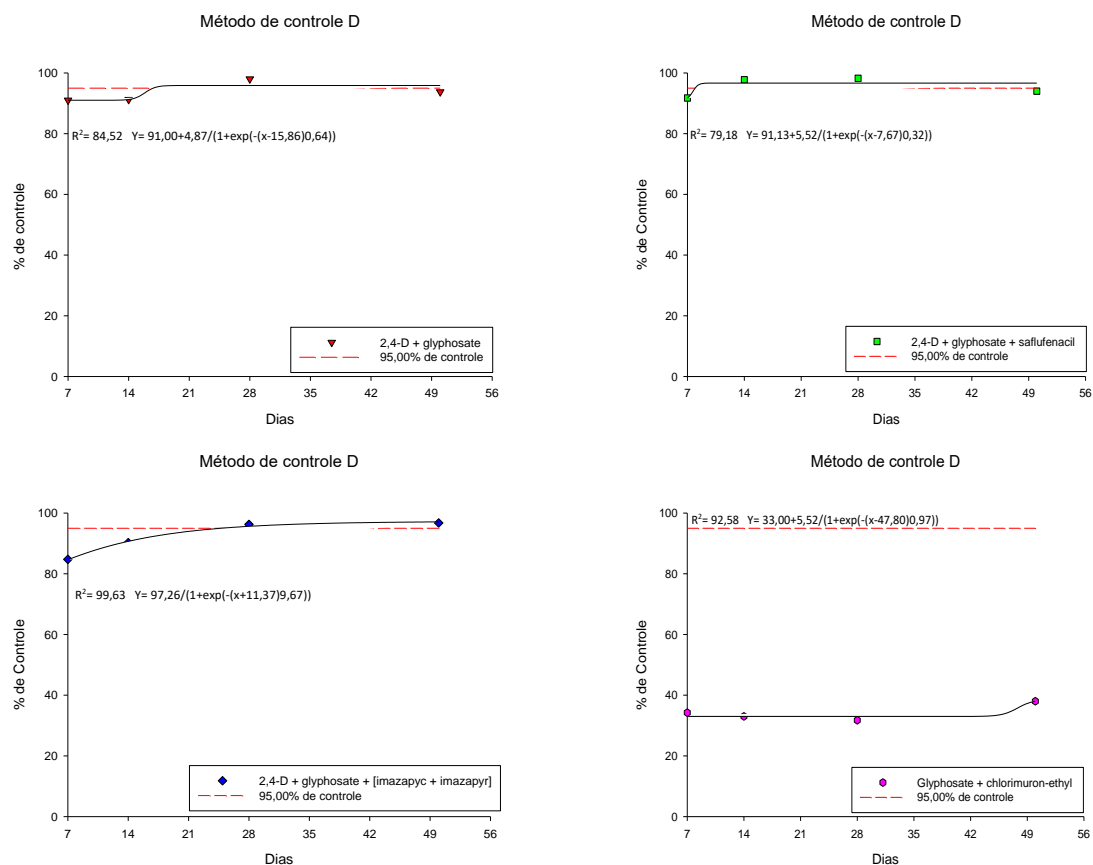


Figura 11. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico D.

Na Figura 12, estão dispostos os dados referentes a velocidade de dessecação promovida pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o glyphosate + chlorimuron + ethyl dentro do método de controle mecânico E.

Dentro do método de controle E, nenhum dos tratamentos testados conseguiram promover taxas de controle próximas a 95,00%, não sendo considerados eficientes no tratamento das soqueiras de algodão.

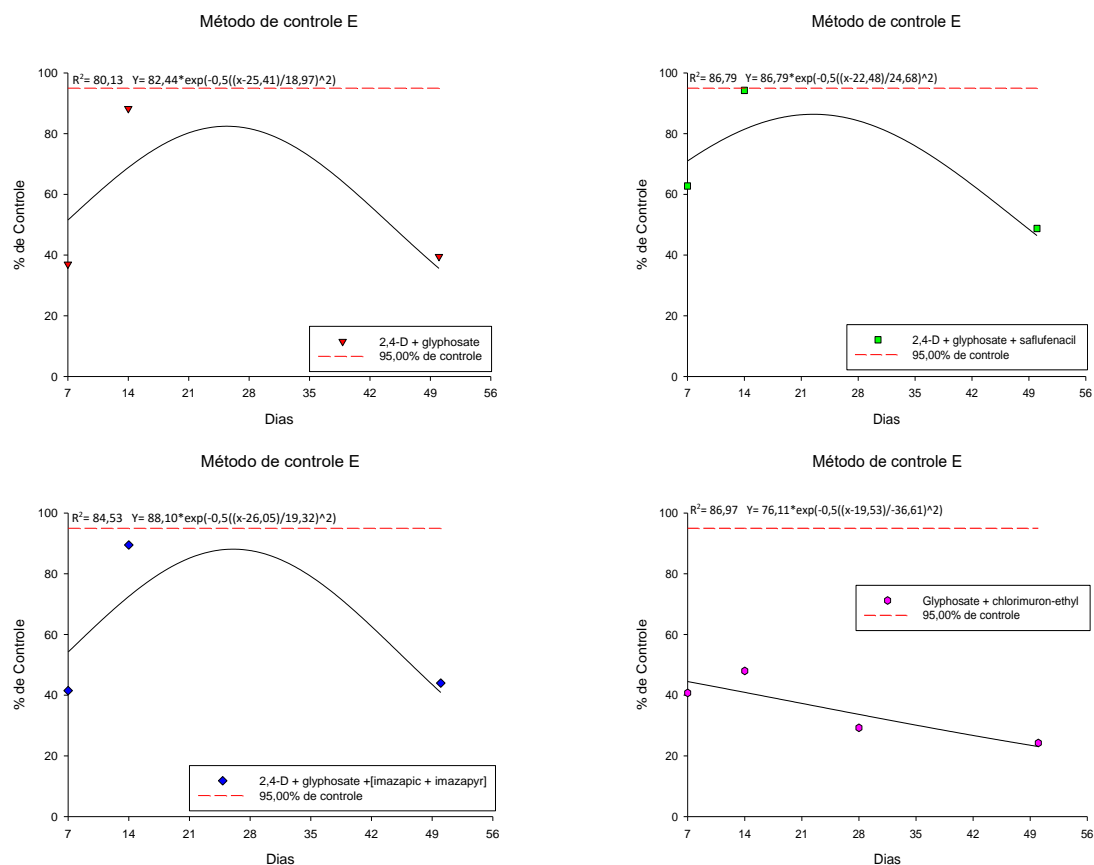


Figura 12. Velocidade de Dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico E.

Na Figura 13, estão dispostos os dados referentes a velocidade de dessecação promovida pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o glyphosate + chlorimuron + ethyl dentro do método de controle mecânico F.

Pode-se perceber que, analisando a Figura 13, os tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] conseguiram promover 95,00% de controle aos 33 dias após a última aplicação, respectivamente. Considerando que o método de controle F, recebe manejo da roçada e uma aplicação logo após a colheita, e espera-se 45 dias para a realização da última aplicação dos tratamentos herbicidas, conclui-se que são necessários 78 dias (2,4-D + glyphosate) e 78 dias (2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] para se atingir 95,00% de controle e ambos os controles se mantêm estáveis até o final do experimento.

Em contrapartida, o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil necessitou apenas de 53 dias para promover 95,00% de controle das soqueiras de algodão no total e este controle se manteve estável ao final do experimento.

O tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu atingir controle satisfatório de 95,00% dentro do método mecânico F.

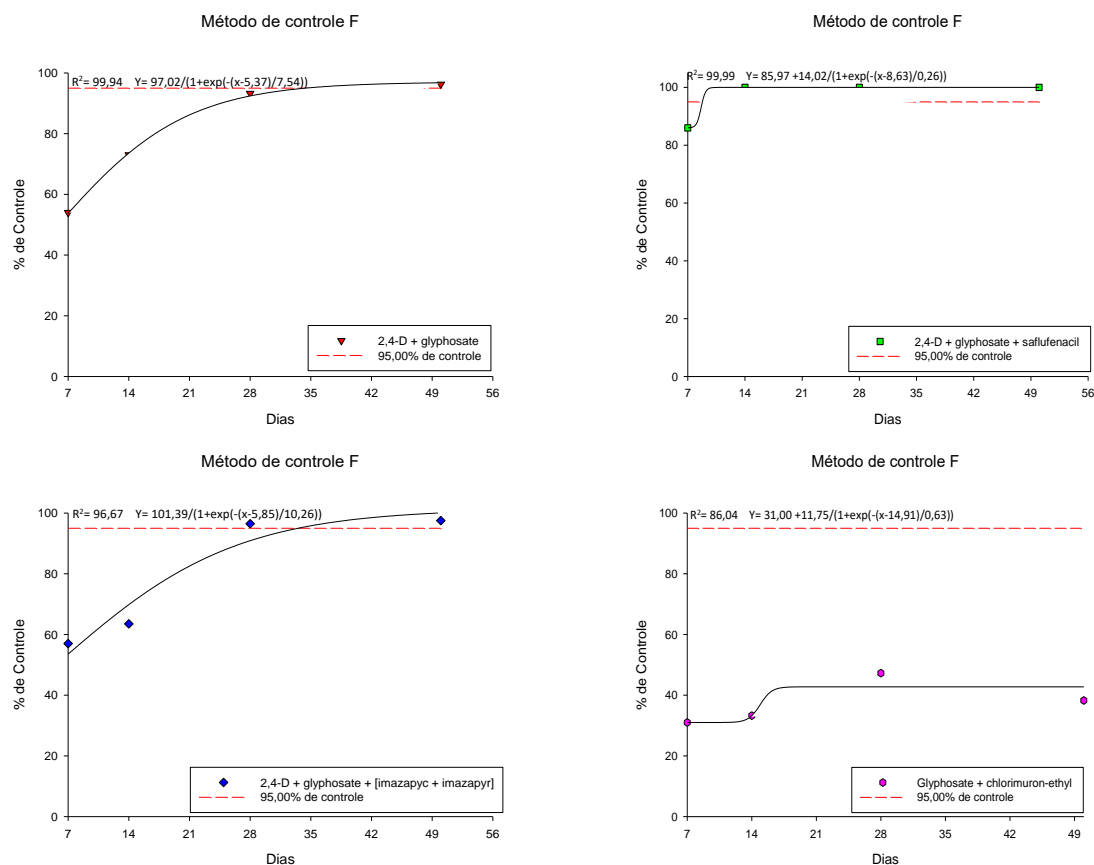


Figura 13. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico F.

Na Figura 14, estão dispostos os dados referentes a velocidade de dessecação promovida pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o glyphosate + chlorimuron + ethyl dentro do método de controle mecânico G.

Considerando o método de controle mecânico G, apesar das ótimas taxas de controle visualizadas na Figura 14 e Tabelas 3 e 4, foi o método mais lento para promover controle estáveis e satisfatórios das soqueiras de algodão necessitando de 90 dias para a realização da última aplicação herbicida (Método G- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente).

Desta maneira pode-se concluir que os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] conseguiram promover 95,00% de controle aos 104 dias, 104 dias e 106 dias respectivamente.

O tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu atingir controle satisfatório de 95,00% dentro do método mecânico F.

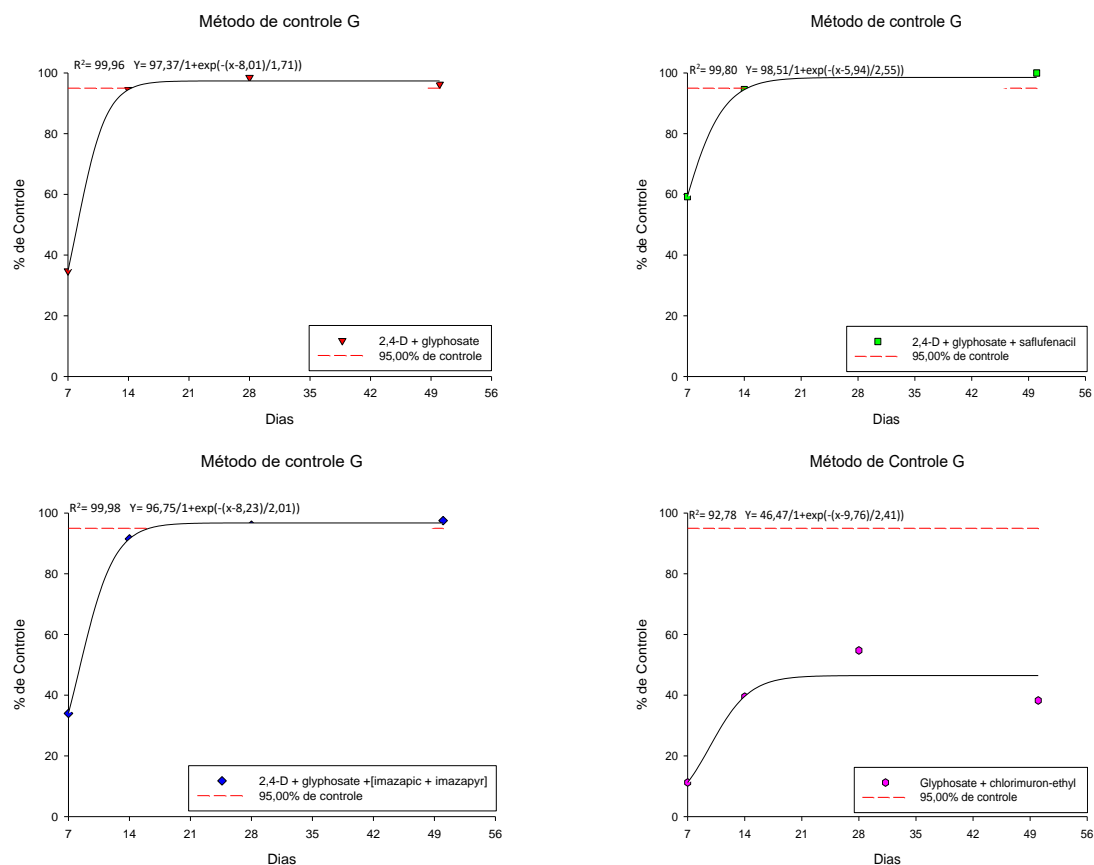


Figura 14. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas dentro do método de controle mecânico G.

Verificou-se neste trabalho que apenas uma aplicação herbicida após o manejo da roçada não foi suficiente para promover controles satisfatórios das soqueiras de algodão (Manejo E). Já os métodos que receberam duas aplicações promoveram taxas de controles superiores ao método que recebeu apenas uma aplicação.

Andrade Junior & Vilela (2010), em testes com herbicidas 2,4 D + glufosinato (634g i.a ha⁻¹ + 200 g i. a ha⁻¹), verificaram que quando se utiliza duas aplicações sequenciais, os níveis de rebrotas foram inferiores a 5,00% e quando se utiliza apenas uma aplicação, a porcentagem de rebrote foi de 27,00%, sendo o manejo com duas aplicações herbicidas muito mais eficiente no controle das soqueiras de algodão. Siqueri et al. (2003) avaliaram vários produtos aplicados em diferentes épocas, concluindo que quando foi feita a aplicação de glyphosate em pré-colheita e de 2,4 D logo após a colheita, a porcentagem de rebrota 45 dias após, foi inferior a 5%.

Segundo Norman Júnior et al. (2003), duas aplicações de 2,4-D, sendo a primeira feita imediatamente após a roçada do algodão e a segunda trinta dias após, são suficientes para o controle da rebrota, com eficiência próxima a 100,00 %.

Percebe-se que nas plantas roçadas que receberam duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas, o controle proporcionado por determinadas associações herbicidas (2,4-D + glyphosate + saflufenacil) foi constante e $\geq 95,00\%$ necessitando de 53 dias após o manejo para prover o controle máximo obtido, sendo considerados eficientes.

Os Manejos que tiveram as plantas da parcela útil, roçadas (métodos A, B, C, E, F e G) apresentaram porcentagens de controle semelhantes aos métodos de controle que não tiveram roçada (método D). No entanto, com o passar do tempo, percebe-se um declínio lento no controle, aumentando o número de rebrotes no método D.

Isso demonstra que apesar do método de controle D apresentar uma maior velocidade de dessecação das soqueiras do que os demais métodos mecânicos testados (53 dias) quando associado ao tratamento herbicida 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, os tratamentos herbicidas não conseguem manter os níveis de controle estáveis por muito tempo, não sendo considerado, portanto, satisfatório no controle das soqueiras de algodão.

É importante frisar que neste trabalho a absorção traumática promovida pelos métodos de controle mecânico B e F, nas plantas roçadas, puderam promover controles satisfatórios das soqueiras de algodão nos tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate e [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil.

A absorção traumática de herbicidas é caracterizada por ferimento (roçada, corte, poda) causado propositalmente em uma planta com posterior aplicação de herbicidas (imediatamente após o ferimento). Este tipo de condição amplifica a área de absorção, promovendo maior e mais rápida a penetração dos herbicidas para dentro planta.

Lemon et al. (2003), após realizar ensaios de comparação de métodos de manejo das soqueiras de algodão no Texas, Estados Unidos, perceberam após roçada da planta, que o controle químico era muito mais fácil e eficiente quando comparado à aplicação dos herbicidas em plantas sem o manejo da roçada. Atestaram ainda que o manejo químico quando realizado imediatamente após a roçada promovia porcentagens de controle superiores do que quando realizados 3-4 horas após a roçada. Tal fato, deve ser provavelmente devido ao contato direto com o xilema e floema, o que pode promover absorção mais rápida dos produtos químicos.

No entanto, não só a absorção traumática é o suficiente para promover níveis de controle eficiente das soqueiras, o tipo de herbicida utilizado (diferentes mecanismos de ação) pode interferir na obtenção de um controle mais rápido e duradouro das soqueiras de algodão.

Isto pode ser comprovado pelo uso da mistura 2,4-D + glyphosate associada ao saflufenacil, que se demonstrou eficiente em quatro métodos mecânicos de controle dentre os sete avaliados (C, D, F e G).

O saflufenacil é herbicida inibidor da PROTOX (saflufenacil) e demonstrou de maneira geral um incremento no controle e na velocidade de dessecação das soqueiras de algodão, superior aos demais tratamentos.

Herbicidas inibidores da protoporfirogênio oxidase (PROTOX), semelhantes ao saflufenacil, podem ser absorvidos pelas raízes, caules e folhas da planta, no entanto, apresentam pouca ou nenhuma translocação, e quando expostos à luz as plantas morrem dentro de 1 a 2 dias (Oliveira Jr., 2011). Como este herbicida (saflufenacil), possui pouca ou quase nenhuma translocação dentro da planta, seu efeito de contato deve ter ajudado neste trabalho no controle das gemas, reduzindo os novos rebrotes das plantas de algodão, e desta maneira, quando associado ao 2,4-D + glyphosate, que possuem efeito sistêmico, promoveram maiores níveis de controle das soqueiras.

O saflufenacil pode ainda apresentar pequeno efeito residual em pré-emergência e controlar plantas dicotiledôneas por ação de contato (Liebl et al., 2008). A adição de um adjuvante surfactante, óleos minerais ou óleos vegetais aumenta consideravelmente a absorção do saflufenacil pelas caules e folhas da planta, aumentando a dispersão das gotas, bem como a afinidade pela superfície da planta (Knezevic et al., 2009; Knezevic et al., 2010).

Neste trabalho foi utilizado adjuvante do grupo químico hidrocarboneto aromático, ésteres metílicos e poliolfosfato, o que pode ter ajudado na penetração e velocidade de absorção tanto do saflufenacil quanto de seus parceiros na mistura (2,4-D e glyphosate). Apesar do saflufenacil translocar pouco ou quase nada dentro da planta (Oliveira Jr., 2011) e atuar quase que em sua maioria no local em que é absorvido, o efeito do adjuvante faz com que o saflufenacil seja absorvido em maiores quantidades para dentro da planta e por isso tenha um maior potencial de controle das soqueiras de algodão (Knezevic et al., 2009; Knezevic et al., 2010).

Outro herbicida que incrementou os níveis de controle das soqueiras de algodão, porém de maneira mais lenta, foi a mistura formulada [imazapic + imazapyr], que, ao ser adicionado à mistura herbicida 2,4-D + glyphosate, resultou num incremento no controle das soqueiras de algodão em todos os métodos de métodos de controle testados (com exceção do método E), evidenciando que o efeito residual dos herbicidas inibidores da ALS pode promover uma morte lenta das plantas após a realização do tratamento.

Os herbicidas [imazapic + imazapyr] são herbicidas do grupo químico das imidazolinonas e são ambos inibidores da enzima ALS. Herbicidas deste grupo químico são ativos tanto via foliar quanto via solo, translocando de maneira lenta via apoplasto e simplasto (Oliveira Jr., 2011).

Desta maneira, acredita-se que o efeito residual no solo destes produtos no tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] possa ter colaborado no sentido de promover um controle prolongado, sendo benéfico para o controle das soqueiras do algodão.

Apesar dos herbicidas saflufenacil e [imazapic + imazapyr] terem apresentado incremento significativo no controle das soqueiras de algodão, nota-se neste trabalho que o herbicida 2,4-D presente na mistura foi essencial ao controle destas plantas no campo, pois o tratamento glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu promover controles satisfatórios das soqueiras em nenhum método de controle mecânico testado.

O 2,4-D é um mimetizador de auxinas, não seletivo para plantas dicotiledôneas. É translocado facilmente tanto via floema quanto via xilema, e, portanto, é capaz de controlar diversas plantas dicotiledôneas, inclusive plantas perenes. Quando em misturas com outros produtos, pode ser usado como dessecante e até no controle de arbustos. Dentre as culturas muito sensíveis a este mecanismo de ação encontram-se: uva, tomate, algodão, soja e cucurbitáceas.

Em ensaios realizados por Takano et al. (2013) em que avaliaram o benefício da mistura entre o herbicida 2,4-D + glyphosate, verificaram que quando em mistura estes dois produtos aumentavam significativamente o controle de espécies de plantas daninhas como *Richardia brasiliensis*, *Ipomoea grandifolia*, *Commelina bhengalensis* e *Conyza spp.*, o que caracteriza um efeito sinérgico entre ambos.

Aparentemente, houve uma interação benéfica entre a mistura de 2,4-D + glyphosate testada neste trabalho e também quando 2,4-D + glyphosate foram associados aos herbicidas saflufenacil e [imazapic + imazapyr], quando comparado ao tratamento com glyphosate + chlorimuron-ethyl, que não conseguiu promover em nenhum dos métodos de controle mecânico testados níveis satisfatórios de controle das soqueiras de algodão.

Como o 2,4-D + glyphosate foram a base dos tratamentos, pode-se inferir que o controle proporcionado por esta mistura foi satisfatório em três de sete dos métodos mecânicos testados, enquanto a mistura glyphosate + chlorimuron-ethyl não conseguiu promover controle superior a 60,00% em nenhum dos métodos de controle testados.

Em trabalhos realizados na cultura do algodão, Yamashita & Guimarães (2005) observaram leves sintomas de intoxicação nas folhas do algodoeiro quando tratadas com 270 g ha⁻¹ de glyphosate, enquanto Miller et al. (2004) relataram a intoxicação somente em doses superiores a 140 g ha⁻¹ em algodão não transgênico. Essa resposta do algodoeiro em relação ao glyphosate difere de outras culturas, como milho e sorgo, para as quais os danos são altos em

doses inferiores a 172 g ha⁻¹ (Magalhães et al., 2001). Tais resultados sugerem uma tolerância natural da planta de algodão ao herbicida glyphosate, quando em fase adulta.

Desta maneira, nem a absorção traumática nem a aplicação sequencial (2 aplicações) do glyphosate + chlorimuron-ethyl, foram suficientes para promover a morte completa das soqueiras em nenhum dos métodos de controle testados.

Apesar do chlorimuron-ethyl ser um herbicida inibidor da enzima acetolactato sintase (ALS) do grupo químico das sulfoniluréias, e ter um amplo espectro de controle em plantas dicotiledôneas, a dose utilizada neste trabalho, em associação com o glyphosate não foi suficiente para promover o controle das soqueiras de algodão quando aplicado no toco (após roçada do algodão) e mesmo quando aplicado via foliar.

Da mesma forma, não se sabe exatamente que tipo de mecanismo ocorre nas plantas de algodão para uma recuperação rápida das plantas adultas após a aplicação de determinados mecanismos de ação de herbicidas. Sabe-se, no entanto, que a idade da planta, a composição de sua parede celular, bem como a absorção e a translocação dos herbicidas dentro da planta são importantes fatores para se ter sucesso no controle.

Tem sido que a tolerância do algodão a herbicidas do grupo químico das sulfoniluréias é causada pela reduzida absorção e translocação, bem como o rápido metabolismo desta planta (Askew & Wilcut 2002).

Askew & Willcut (2002) notaram que herbicidas do grupo químico das sulfonilureias, como o trifloxysulfuron-sodium, eram mais absorvidos por plantas de amendoim do que por plantas de algodão, e no algodão o herbicida era mais facilmente metabolizado. Isto poderia explicar a baixa eficiência do chlorimuron-ethyl quando associado ao glyphosate, uma vez que este tratamento não promoveu níveis de controle satisfatórios das soqueiras de algodão em nenhum dos métodos de controle testados, indicando a ineficiência do tratamento químico e não do método mecânico.

Outro fator importante na dessecação das soqueiras de algodão pode ter sido a quantidade de massa foliar disponível na planta. No caso do método de controle G pode-se notar que quando o tratamento herbicida é aplicado após o rebrote, e em aplicação sequencial, com massa foliar suficiente para promover absorção foliar, o sucesso é garantido, pois tal método pode garantir controles acima de 90,00% já aos 14 dias após a primeira aplicação para a maioria dos tratamentos testados.

Pode-se verificar neste trabalho que, de modo geral, quanto maior é a área de absorção das plantas, mais rápido é o efeito inicial de controle do herbicida sobre ela. No entanto, com o passar do tempo, percebe-se que em função da translocação ineficiente, de características

específicas de determinados herbicidas ou por características específicas da cultura do algodão (anatomia/fisiologia), a absorção, penetração e translocação dos herbicidas dentro da planta de algodão pode ser beneficiada ou prejudicada.

Carvalho (2001) avaliou o momento certo do controle de rebrotas de algodão e concluiu que os tratamentos herbicidas devem ser aplicados quando a rebrota apresentar área foliar capaz de absorver o herbicida aplicado, o que também foi verificado neste trabalho. Nos métodos de controle C, F e G, por exemplo, a aplicação do tratamento herbicida após o período de 45 dias (rebrote no mínimo de 12 folhas de 4 cm²), foi determinante para se obter níveis de controle satisfatórias e duradouras.

No entanto, após certo período as plantas dentro do método de controle G, apresentaram rápida perda dos níveis de controle proporcionados por todos os tratamentos herbicidas até a segunda aplicação, tendo o controle efetivo das soqueiras apenas após os 106 dias do manejo inicial.

Devido à demora para promover controle eficiente e constante das soqueiras de algodão, esperar as plantas rebrotarem para então realizar as aplicações herbicidas não é considerado um manejo recomendável, pois desta maneira podem sobrar plantas vivas de algodão no período de vazio sanitário, não cumprindo o estabelecido pelo MAPA.

No período em que este experimento foi realizado, houve escassez de chuva, que pode ter ajudado na demora dos rebrotas das plantas de algodão e conseqüentemente atrasado a aplicação dos tratamentos herbicidas. A falta de chuva pode ter afetado ainda a translocação dos herbicidas dentro da planta, dificultando a morte de muitas delas.

Quando em estresse hídrico, a planta se obriga a fechar os estômatos, reduzindo a translocação de água e sais minerais dentro da planta, bem como de qualquer outra substância química aplicada sobre a mesma que necessite se translocar. Desta maneira, a limitada eficiência de alguns tratamentos e Manejos pode ter ocorrido devido ao déficit hídrico, que impediu a produção de massa foliar suficiente (em menor tempo) para absorver quantidades de herbicidas para inibir os processos metabólicos dentro das plantas, causando sua morte e ainda, dificultou a translocação e até a absorção dos herbicidas no interior da planta.

Em plantas como a tiririca, em condições de estresse hídrico, o crescimento e a divisão celular são inibidos e, conseqüentemente, todo o crescimento da planta é reduzido. Um aumento na deficiência hídrica resulta no fechamento gradual dos estômatos e eventualmente numa rápida queda da fotossíntese, acompanhada por um declínio gradual na respiração e eventual murchamento (Machado et al., 2000).

Da mesma forma, o estresse hídrico pode causar mudanças no nível de reguladores de crescimento endógenos, enzimas e alterações nas características das membranas e cutícula, resultando em plantas menores com morfologia alterada (Moosavi-Nia & Dore, 1979; Casaley & Coupland, 1985).

De um modo geral, um estresse hídrico prolongado pode levar a um aumento na espessura e densidade da cutícula e da pubescência e, conseqüentemente, reduzindo a penetração, translocação e metabolismo de herbicidas não só em plantas monocotiledôneas como também em plantas dicotiledôneas (Machado et al., 2000).

Ainda, a umidade do solo pode implicar direta ou indiretamente na eficiência de um herbicida. No caso de herbicidas de aplicação em pós-emergência das plantas daninhas, o conteúdo de água no solo influencia o estado hídrico das plantas, e o microclima ao redor dessas, condicionando a absorção e translocação de herbicidas (Machado et al., 2000).

Rahman & James (1991) verificaram que quando a umidade do solo foi reduzida para 55% da capacidade de campo, no momento da pulverização, houve diminuição na eficiência das nove sulfoniluréias estudadas para o controle de *Sinapsis alba*. Tais autores constataram que o efeito do estresse hídrico foi independente da dose empregada. Este efeito foi atribuído à redução da translocação dos herbicidas, levando-os a concluir que é necessária uma umidade adequada do solo, no momento da aplicação, para se obter a máxima eficiência de herbicidas inibidores da ALS do grupo das sulfoniluréias.

Trabalhos conduzidos por Hay (1976) com 2,4-D, por Walia & Gill (1985) com uréias substituídas e por Harvey & Crothers (1988) e Zhang & Price (1993) com glyphosate, constataram que a translocação destes herbicidas é reduzida drasticamente em condições de estresse hídrico, observando-se eficiência reduzida quando em aplicações com o solo seco. De forma análoga, pode-se também atribuir a baixa eficiência de alguns herbicidas testados neste trabalho ao estresse hídrico.

No entanto, vale a pena lembrar que a condição de seca no período de aplicação de herbicidas visando ao controle das soqueiras de algodão são normalmente aquelas que predominam nas principais regiões de cultivo, em especial no cerrado brasileiro, e que de qualquer forma, os herbicidas precisam promover controles satisfatórios mesmo nestas condições.

Assim, considerando os fatores: porcentagem de controle, número de plantas rebrotadas por parcela, tamanho de rebrote e velocidade de dessecação das plantas de algodão, os tratamentos químicos em associação aos métodos mecânicos que se destacaram no controle das soqueiras de algodão e conseguiram promover controle satisfatório acima de 95,00%,

número de plantas rebrotadas inferior a 2,00 e velocidade de dessecação inferior a 80 dias estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8. Melhores métodos de controle mecânico dentro de cada tratamento herbicida testado neste trabalho e velocidade de dessecação das soqueiras de algodão (dias) ao final do experimento.

Tratamentos Herbicidas	Método de controle mecânico dentro de cada tratamento herbicida						
	A ¹	B ²	C ³	D ⁴	E ⁵	F ⁶	G ⁷
1 2,4-D + glyphosate						X (78 dias)	X (104 dias)
2 2,4-D + glyphosate + saflufenacil			X (53 dias)	X (53 dias)		X (53 dias)	X (104 dias)
3 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]						X (78 dias)	X (106 dias)
4 glyphosate + chlorimuron-ethyl							
5 Testemunha							

¹Manejo A- Após a colheita, roçar as plantas de algodão á 37 cm de altura e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada. Roçar novamente as plantas de algodão a uma altura de corte de 23 cm e aplicar o tratamento herbicida novamente imediatamente após a roçada.

²Manejo B- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas.

³Manejo C- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, roçar as plantas uma altura de corte de 29-32 cm. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² e plicar o tratamento herbicida novamente.

⁴Manejo D- Aplicar o tratamento herbicida 15 dias antes de colher. Após a colheita, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁵Manejo E- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida.

⁶Manejo F- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente.

⁷Manejo G- Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm, esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida, esperar mais 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, aplicar o tratamento herbicida novamente.

Desta maneira, os métodos mecânicos que proporcionaram maior número de tratamentos herbicidas com níveis de controle satisfatórios (acima de 95,00%) foram os métodos F e G, sendo considerados os mais eficientes na destruição das soqueiras de algodão.

Dentre os tratamentos herbicidas, aqueles que promoveram porcentagem de controle acima de 95,00% e menor número médio de plantas rebrotadas por parcela no maior número de métodos de controle mecânico testados foram 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (Tabela 8).

No entanto, quando se considera também o fator velocidade de dessecação das soqueiras de algodão, o método de controle F apresentou maior numero de tratamentos que proporcionaram controle constante acima de 95,00% com velocidade de dessecação inferior a 80 dias (53 e 78 dias).

O tratamento herbicida considerado mais eficaz para a dessecação das soqueiras de algodão foi 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, o qual promoveu controles acima de 95,00% nos métodos mecânicos C, D e F em período um período de 53 dias (Tabela 8).

CONCLUSÕES

Da maneira que este trabalho foi conduzido, pode-se concluir que o melhor método mecânico de controle avaliado neste trabalho foi o método F. Este método mecânico, quando associado a determinados tratamentos herbicidas (2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]), demonstrou maiores níveis de controle, menor número de rebrotas e maior velocidade de dessecação das soqueiras de algodão. No entanto, o melhor tratamento herbicida avaliado neste trabalho que além de conseguir níveis de controle $\geq 95,00\%$, número de plantas rebrotadas ≤ 2 e tamanho de rebrote $\leq 3,00$ cm foi a mistura de 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, que demonstrou ainda velocidade de dessecação das soqueiras superior a todos os demais tratamentos (53 dias), sendo possível observar tal resultado em três dos sete métodos de controle mecânico testados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE JUNIOR, E. R.; VILELA, P. M. C. A. Seleção de herbicidas para destruição química de soqueira do algodoeiro em Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., 2010 Ribeirão Preto. Responsabilidade social e ambiental no manejo de plantas daninhas: **Anais...** Ribeirão Preto: SBCPD, 2010.
- ASALEY, J.C.; COUPLAND, D. Environmental and plant factors affecting glyphosate uptake, movement and activity. In: **The herbicide glyphosate**. GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. Ed.) London, Butter Worths. p. 92-123. 1985.
- ASKEW, S. D., WILCUT, J. W. Cotton (*Gossypium hirsutum*) and weed response to flumioxazin applied preplant and postemergence directed. **Weed Technology**, v. 16, n. 1, p. 184–190, 2002.
- Brasil. **Associação Brasileira da indústria têxtil/** Sindicato da indústria têxtil - ABIT/SINDITÊXTIL. Carta Têxtil. São Paulo: Ed. Extra, p. 31, 1996. Disponível em: <<ftp://ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/tec3-0208.pdf>>. Acesso 17 out. 2015.
- Brasil. Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. Comissão Executiva Têxtil. **Indústria têxtil algodoeira**. [S.l.], 1946. p. 353.
- CARVALHO, M.A.; SILVA, C.R.L. Algodão: pesquisa agrícola e produtividade no estado de São Paulo. In. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 85-100, 1991.
- CHALEFF, R.S. et al. Herbicide-resistant mutants from tobacco cell cultures. **Science**, v. 223, n. 4641, p. 1148–1151, 1984.
- Brasil. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – **Produção algodoeira do Brasil**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/download/safra/safra20032004Lev04.pdf>>. Acesso: 15 out. 2014.
- FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de algodão**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. 238p.
- GONÇALVES, J.S.; RAMOS, S.F. Da origem á hegemonia e crise do algodão meridional no século XX. In. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 2, p. 25-41, 2008.
- HADDAD, C.L. **Crescimento do produto real no Brasil, 1900-1947**. 1978. 95 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia) – FGV, Rio de Janeiro, 1978.
- HARVEY, B.M.R.; CROTHERS, S.H. Effects of water stress on uptake and efficacy of glyphosate. **Annals of Applied Biology**, v. 113, n. 1, p 61-68, 1988.
- HAY, J.R. Herbicide transport in plants. In: **Herbicides**. AUDUS, L. J. (Ed), London, Academic Press, 2a Ed., v. 1, n. 3, p 365-396, 1976.
- HAUGHN, G.; SOMERVILLE, C. Sulfonylurea-resistant mutants of *Arabidopsis thaliana*. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 204, n. 3, p. 430–434, 1986.
- KNEZEVIC, S.Z. et al. Adjuvants influenced saflufenacil efficacy on fall-emerging weeds, **Weed Technology**, v. 23, n. 3, p. 340–345, 2009.

KNEZEVIC, S. Z. et al. Application timing and adjuvant type affected saflufenacil efficacy on selected broadleaf weeds. **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 94–99, 2010.

LEMON, R. **Cotton stalk destruction with herbicides**. Norman J. Publication SCS-2003-10. College Station, TX: Texas Cooperative Extension, 2003.

LIEBL, R. et al. **BAS 800H: a new herbicide for preplant burndown and preemergence dicot weed control**. In: WEED SCIENCE SOCIETY OF AMERICA CONFERENCE, 48., 2008, Lawrence Abstract... Lawrence: Weed Science Society of America, 2008. p. 120.

KIRKWOOD, R.C.; MCKAY, I. Accumulation and elimination of herbicides in select crop and weed species. **Pesticide Science**, v. 42, n. 3, p. 241-248, 1994.

MACHADO, R. A. et al. Efeito do estresse hídrico sobre a eficiência de halosulfuron no controle de tiririca. **Planta Daninha**, v.18, n.2, p.265-275, 2000.

MAGALHÃES, P.C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 255-262, 2001.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuaria e Abastecimento – Instrução Normativa – **Vazio Sanitário cultura do Algodão, 2013**. Disponível em: <<http://www.promoalgo.com.br/eficiente/sites/promoalgo.com.br/pt.br/site.php?secao=legislacao>>> . Acesso: 14 março, 2013.

MCCOURT, J.A. et al. Herbicide-binding sites revealed in the structure of plant acetohydroxyacid synthase. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 3, p. 569–573, 2006.

MELO, F.L.A.; CHIAVEGATO, E.J.; KUBIAK, D.M. Manejo químico da rebrota do algodoeiro no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. Algodão: um mercado em evolução: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. CD-ROM.

MELHORANÇA, A.L. **Avaliação de diferentes métodos mecânicos na eliminação dos restos culturais do algodão**. In: Congresso Brasileiro de algodão, 4., 2003, Goiânia. Algodão: um mercado em evolução-Anais. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003

MILLER, D.K. et al. Response of nonglyphosate resistant cotton to reduced rates of glyphosate. **Weed Science**, v. 52, n. 1, p. 178-182, 2004.

MOOSAVI-NIA, H.; DORE, J. Factors affecting glyphosate activity in *Imperata cylindrica* (L) Beau and *Cyperus rotundus* L. I. Effects of soil moisture. **Weed Research**, v.19, n. 1, p. 321-327, 1979.

NEWHOUSE, K. et al. Mutations in corn (*Zea mays* L.) conferring resistance to imidazolinone herbicides. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 83, n. 1, p. 65–70, 1991.

NORMAN JUNIOR, J.W. et al. **Termination of cotton stalks with herbicides in the lower Rio Grande Valley of Texas**. In: BELTWIDE COTTON CONFERENCES, 2003, Nashville. Proceedings... Memphis: National Cotton Council, 2003. p.1540-1544.

PETIT, C. et al. Complex genetic control of non-target-site-based resistance to herbicides inhibiting acetyl-coenzyme A carboxylase and acetolactate-synthase in *Alopecurus myosuroides* Huds. **Plant Science.**, v. 178, n. 6, p. 501–509, 2010.

PORTERFIELD, D. et al. Weed-free yield response of seven cotton (*Gossypium hirsutum*) cultivars to CGA-362622 postemergence. **Weed Technology**, v. 16, n. 1, p.180–183, 2002.

PORTERFIELD, D. et al. Weed management with CGA-362622 in transgenic and nontransgenic cotton. **Weed Science**, v. 51, n. 6, p. 1002–1009, 2003.

POZNIAK, C.J. et al. Physiological and molecular characterization of mutation-derived imidazolinone resistance in spring wheat. **Crop Science.**, v. 44, n.4, p.1434–1443, 2004.

RAHMAN, A.; JAMES, T. K. **Influence of soil moisture on the post emergence activity of nine sulfonylurea herbicides.** In. Proceedings, Asian Pacific Weed Society Conference, p. 331-337. 1991

RAJASEKARAN, K. Selection and characterization of mutant cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cell lines resistant to sulfonylurea and imidazolinone herbicides. **Plant Science**, v. 119, n. 1, p. 115–124, 1996.

RAMALHO, F. S.; JESUS, F.M.M. Evaluation of electrodynamic and conventional insecticides against cotton boll weevil and pink bollworm. **International Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 56-60, 1989.

RAMALHO, F. S.; JESUS, F.M.M.; BLEICHER, E. Manejo Integrado de pragas e viabilidade do algodoeiro herbáceo no Nordeste: In: **Sociedade Entomológica do Brasil. Seminários sobre controle de insetos.** Campinas: Fundação Cargill, p. 112-123, 1989.

OLIVEIRA JR, R.S de. et al. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** 2. ed. Curitiba- PR, 2011. 348 p.

SANTOS, W.J. Manejo integrado de pragas para o algodoeiro do Cerrado. In. **Boletim de Pesquisa de Algodão**, n. 4. Rondonópolis: Fundação, 2001. p.97-100.

SEBASTIAN, S.A. et al. Semidominant soybean mutation for resistance to sulfonylurea herbicides. **Crop Science**, v. 29, n. 6, p. 1403–1408, 1989.

SILVA, O.R.R.F.; CARVALHO, O.S.; GUIMARÃES, J.G.A. Evaluación de metodos mecanicos de destrucción del rastrojo de algodón. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE MECANIZACIÓN AGRARIA, 23., 1991, Zaragoza. **Anais...**Zaragoza: FIMA, 1991. p. 215-221

SIQUERI, F.; MARTIN, J.; GUEDES, H.C. Avaliação de herbicidas para a destruição química de soqueiras do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003.

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

- SWANSON, E.B. et al. Microspore mutagenesis and selection: canola plants with field tolerance to the imidazolinones. **Theoretical and Applied Genetics.**, v. 78, n. 4, p. 525–530.
- TAKANO, H. et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.1-13, 2013.
- VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na Região Sul do Brasil. **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 573-578, 2007.
- WALIA, U.S.; GILL, H.S. Influence of variable levels of soil moisture and spray volume on the bioefficacy of substituted urea herbicides for control of *Phalaris minor* Retz in wheat. **Journal Research.**, v. 22, n. 3, p 443- 448, 1985.
- WRIGHT, T.R; PENNER, D. Cell selection and inheritance of imidazolinone resistance in sugarbeet (*Beta vulgaris*). **Theoretical and Applied Genetics**, v. 96, n. 5, p. 612-620, 1998.
- YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C. Resposta de cultivares de algodoeiro a subdoses de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 627-633, 2005.
- YU, Q. et al. Distinct non-target site mechanisms endow resistance to glyphosate, ACCase and ALS-inhibiting herbicides in multiple herbicide-resistant *Lolium rigidum*. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 713–723, 2009.
- ZHANG, C.X.; PRICE, C.E. Effects of salinity and soil moisture stresses on the uptake, translocation & biological activity of glyphosate in *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. **Proceedings Brighton Crop Protection Conference**. v.2, n. 1, p. 641-642, 1993.

CAPÍTULO 2

Destruição química de soqueiras de algodão

CAPÍTULO 2

DESTRUIÇÃO QUÍMICA DE SOQUEIRAS DE ALGODÃO

RESUMO

A utilização de herbicidas para promover a destruição das soqueiras de algodão é um manejo que geralmente não promove 100,00% de controle quando não associado a métodos de controle mecânicos. O grande desafio dos produtores de algodão é a adequação de métodos mecânicos a químicos que sejam realmente eficazes na destruição das soqueiras, promovendo a retirada e morte total das plantas de algodão sobressalentes sem invadir o período de vazio sanitário estipulado pelo MAPA. Devido a estes fatores, este trabalho teve como objetivo identificar tratamentos herbicidas que promovam controle eficiente das soqueiras de algodão (morte total das plantas de algodão), níveis de controle satisfatórios das soqueiras em período de tempo relativamente curto, visando o cumprimento da Instrução Normativa do Ministério da Agricultura que estipula o vazio sanitário após a colheita do algodão, no período de entressafra. Assim, foram testados 28 tratamentos herbicidas (entre eles herbicidas: inibidores da EPSPs, mimetizadores de auxinas, inibidores da PROTOX e inibidores da ALS) dentro de um único método de controle mecânico (Método de controle F: Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar até a planta apresentar rebrotos de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com 4 repetições. Foram avaliados a porcentagem de controle, o número de plantas rebrotadas por parcela útil, o tamanho do rebrote e o número de dias necessários após o manejo para promover o controle satisfatório das soqueiras de algodão, e ainda se realizou a presença de interação entre os produtos presentes nas misturas testadas (sinérgica, aditiva ou antagonística). Da maneira que o experimento foi conduzido, pode-se identificar que as misturas herbicidas glyphosate +saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], promoveram porcentagem de controle máxima (100,00 %) entre 54-68 dias após o manejo, sendo eficientes na dessecação das soqueiras de algodão.

Palavras-chave: soqueiras de algodão, velocidade de dessecação, sinergismo.

INTRODUÇÃO

A destruição dos restos culturais de algodão após a colheita é prática recomendada e suportada por Lei em todos os Estados produtores desta cultura como medida profilática, de forma a reduzir a população de doenças e insetos-praga que podem permanecer alojados nos restos culturais e plantas de algodão remanescentes.

Existem na literatura vários estudos que demonstram que a prática do vazio sanitário possibilita a redução de mais de 70% dos insetos que estariam em quiescência no campo (Soares et al., 1994) e de doenças. Sem este período “livre” de plantas hospedeiras na entressafra, estes insetos e doenças sobreviveriam e conseqüentemente, infestariam a cultura subsequente muito precocemente na safra seguinte (Soares et al., 1994). Observa-se comprometimento de até 75 % da produção do algodão no caso de infecção por *Ramularia aoreola* (Cia et al., 1999) e de até 100,00% quando infestado pelo bicudo-do-algodoeiro quando não se utilizam métodos de controle adequados (DEGRANDE, 1991; GALLO et al., 2002).

Desta maneira, ainda há poucos estudos realizados nesta área visando identificar métodos de manejo e tratamentos herbicidas que sejam eficazes na tentativa de evitar que as plantas de algodão rebrotem após a colheita do mesmo, e conseqüentemente, na erradicação dos insetos/pragas e doenças potencialmente destrutivas às culturas subsequentes.

Vários são os fatores que interferem na eficácia dos métodos de manejo para a destruição das soqueiras de algodão como: tipo de herbicida, método de controle mecânico e época de aplicação. Um dos fatores que dificultam este processo é o período de seca total que coincide com o período de vazio sanitário no cerrado brasileiro, o que dificulta muito a utilização de tratamentos herbicidas que possam translocar e promover a dessecação eficiente e a morte das soqueiras de algodão. Da mesma maneira, apenas o manejo químico pode não ser eficiente para o controle das soqueiras de algodão devido desenvolvimento da epiderme das plantas, dificultando a penetração e absorção dos herbicidas pelo caule. Assim, normalmente é necessário a associação entre métodos químicos e mecânicos de controle, que devem promover uma absorção traumática do herbicida nas plantas para se conseguir atingir controle eficiente destas plantas.

Por esta razão, o objetivo deste trabalho foi investigar tratamentos herbicidas que, associados ao controle mecânico com roçada, sejam capazes de promover controle eficiente da soqueira de algodão visando não só à dessecação completa das soqueiras do algodão, como também o cumprimento do vazio sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Santo Antônio de Posse-SP, no período de agosto a dezembro de 2013. As coordenadas do local do experimento eram 22°36'13.5" Sul e 46°59'05.7" Oeste, a 658 metros de altitude.

O ensaio foi realizado à campo, e o solo presente na área era de textura argilo-arenosa. Foram coletadas amostras a uma profundidade de 0 a 20 cm, e estas foram submetidas à análise para determinar as características químicas e granulométricas. Os resultados das análises das amostras de solos apresentaram as seguintes características: pH em CaCl₂ (0,01 M) de 5,8; 22,0 mmol_c dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; 43,3 mg dm⁻³ de P; 54,0 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 26,5 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 2 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 24 g dm⁻³ de M.O; 14% de areia grossa; 38% de areia fina; 6% de silte; e 42% de argila.

O solo foi preparado no sistema tradicional, usando aração e gradagem, sendo a semeadura realizada no dia 28/02/2013 com a cultivar Fiber Max 966 LL, resistente ao herbicida glufosinato de amônio, a uma densidade de seis sementes por metro e espaçamento de 0,8 m entre as linhas de semeadura, proporcionando população de 75 mil plantas por hectare. Na adubação de semeadura utilizou-se 400 kg/ha da formula 06-30-24 (N, P₂O₅, K₂O).

O algodão recebeu durante todo o seu ciclo, capina manual para o controle de plantas daninhas.

Ao final do ciclo de desenvolvimento da cultura, foi instalado o experimento. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas. Foram avaliados 28 tratamentos herbicidas associado à uma única aplicação dos tratamentos herbicidas (parcela) e à duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas (subparcela). Os herbicidas utilizados neste trabalho estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Relação dos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Composição (princípio ativo e concentração em g i.a. ou e.a. L ⁻¹ ou kg ⁻¹)	Doses	
		g i.a ou e.a. ha ⁻¹	g ou L p.c. ha ⁻¹
DMA [®] 806 BR (SL)	2,4-D (670g/L)*	1340 g	2 L
Round Up Original [®] SL	glyphosate (360g/L)*	720 g	2 L
Heat [®] WG	saflufenacil (700g/kg)	105 g	150 g
Kifix [®] WG	imazapic (175g/kg)*+imazapyr (525g/kg)	105 g	150 g
Dicamba	dicamba (480g/L)*	960 g	2 L
Starane [®] 200 CE	fluroxypyr (200 g/L)*	400 g	2 L
Boral [®] 500 SC	sulfentrazone (500g/kg)	40 g	80 g

* Equivalente ácido.

** Todos os tratamentos tiveram a adição do adjuvante Dash 0,5% v/v.

As parcelas experimentais eram compostas de área total de 16 m², sendo constituídas por 5 m de comprimento por 3,2 m de largura (4 linhas de semeadura). As áreas úteis das parcelas eram compostas de duas linhas centrais por 2 m de comprimento cada, totalizando 5,12 m².

Os 28 tratamentos herbicidas foram associados com um único método de controle mecânico: método de controle mecânico F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente). Os 28 tratamentos herbicidas e suas respectivas doses estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos herbicidas utilizados em associação ao método de controle mecânico F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente).

	Tratamentos	Nome comum das misturas herbicidas	Dose (g i.a ou e.a. ha ⁻¹) Aplicação A e B
1	DMA 806 BR	2,4 -D	1340 g
2	DMA 806 BR + Round up Original	2,4 -D + glyphosate	1340 g + 720 g
3	DMA 806 BR + Heat	2,4 -D + saflufenacil	1340 + 150 g
4	DMA 806 BR + Kifix	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 150 g
5	DMA 806 BR + Round up Original + Heat	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	1340 g + 720 g + 150 g
6	DMA 806 BR + Round up Original + Kifix	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 720 g + 150 g
7	DMA 806 BR + Heat + Kifix	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 150 g = 1505 g
8	DMA 806 BR + Round up Original + Heat + Kifix	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 720 g + 150 g + 150 g
9	Round up Original	Glyphosate	720 g
10	Round up Original + Kifix	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	720 g + 150 g
11	Round up Original + Heat	glyphosate + saflufenacil	2720 g + 150 g
12	Round up Original + Heat + Kifix	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	720 g + 150 g + 150 g.
13	Round up Original + Heat + Starane	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypr	720 g + 150 g + 400 g
14	Round up Original + Starane 200	glyphosate + fluroxypr	720 g = 400 g
15	Round up Original + Starane + Kifix	glyphosate + fluroxypr + [imazapic + imazapyr]	720 g + 400 g + 150 g
16	Round up Original + Dicamba	glyphosate + dicamba	720 g + 960 g
17	Round up Original + Dicamba + Heat	glyphosate + dicamba + saflufenacil	720 g + 960 g + 150 g
18	Round up Original + Dicamba + Kifix	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	720 g + 960 g + 150 g
19	Round up Original + Boral	glyphosate + sulfentrazone	720 g+ 40 g
20	Round up Original + Boral + DMA 806 BR	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	720 g + 40 g + 1340 g
21	Boral	Sulfentrazone	40 g
22	Boral + DMA 806 BR	sulfentrazone + 2,4 -D	40 g + 1340 g
23	Heat + Kifix	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	150 g + 150 g
24	Heat	Saflufenacil	150 g
25	Kifix	[imazapic + imazapyr]	150 g
26	Starane 200	Fluroxypr	400 g
27	Dicamba	Dicamba	960 g
28	Testemunha sem aplicação	Testemunha sem aplicação	Testemunha sem aplicação

Todos os tratamentos herbicidas foram aplicados em associação com Dash HC 0,5 % v v⁻¹.

No dia 17 de julho, 10 dias antes da colheita do algodão, foi realizada a aplicação do desfolhante Dropp Ultra SC (0,5 L ha⁻¹) (Tiazurom 120g/L+ Diuron 60g/L) + 0,5% de Dash v/v) em todas as parcelas experimentais. As condições no momento da aplicação do desfolhante foram: velocidade do vento a 1,7 km h⁻¹, temperatura do ar de 24°C e umidade relativa de 69%. As aplicações ocorreram de 17:00 às 18:30 horas.

No dia 27 de julho de 2013 foi realizada a colheita manual do algodão.

No dia 03 de agosto de 2013, foi realizada operação de roçada das plantas de algodão a uma altura de corte de 29-32 cm nos tratamentos nos blocos dos 1,2,3 e 4 (Figura 1).



Figura 1. Roçada do experimento a uma altura de corte de 29-32cm.

Imediatamente logo após a roçada das parcelas experimentais, foram realizadas as aplicações A de todos dos tratamentos herbicidas.

Todas as aplicações ocorreram em um intervalo máximo de 1 hora após a roçada.

Desta maneira, a roçada da primeira parte (blocos 1 e 2) iniciou-se às 9:00 horas e foram concluídas às 9:45 horas, e as aplicações foram iniciadas às 9:20 horas e concluídas às 10:10. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a $1,8 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 21°C e umidade relativa de 69%.

A roçada da segunda parte (blocos 3 e 4) foi iniciada às 9:45 horas e encerradas às 10:20, enquanto as aplicações começaram às 9:50 e foram concluídas às 10:55. As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a $1,4 \text{ km h}^{-1}$, temperatura do ar de 27°C e umidade relativa de 60%.

Após a primeira aplicação (A), quando as plantas de algodão apresentavam no mínimo 12 folhas com 4 cm^2 (Figura 2), dividiu-se as parcelas dos tratamentos ao meio (parcela subdividida), realizando uma segunda aplicação (B) na metade das parcelas experimentais com os mesmos tratamentos herbicidas listados na Tabela 2. Desta maneira, foi possível comparar a diferença dos tratamentos com uma ou duas aplicações dos herbicidas.



Figura 2. Tamanho do rebrote no momento da aplicação (no mínimo 12 folhas com 4 cm²).

A aplicação sequencial (B) dos tratamentos 9, 11, 19, 21, 24 e 27 foi realizada no dia 03/09/2013, 30 dias após a primeira aplicação (A). As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a 1,6 km h⁻¹, temperatura do ar de 21°C e umidade relativa de 88%.

A aplicação sequencial dos tratamentos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 23, 25 e 26 foi realizada no dia 16/09/2013, 43 dias após a primeira aplicação (A). As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a 2,0 km h⁻¹, temperatura do ar de 20°C e umidade relativa de 62%.

A última aplicação sequencial (tratamentos 3, 8, 20 e 22) foi realizada no dia 11/10/2013, 67 dias após a primeira aplicação (A). As condições climáticas no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento a 1,2 km h⁻¹, temperatura do ar de 27°C e umidade relativa de 64%.

Todas as aplicações foram realizadas utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, pressão constante de 1,5 bar, equipado com 5 pontas XR 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas 0,5 m da superfície dos alvos, proporcionando um volume de 150 L ha⁻¹ de calda.

Todas as aplicações de herbicidas foram realizadas com proteção lateral entre as parcelas, para evitar efeito de deriva entre os tratamentos (Figura 3).



Figura 3. Proteção Lateral na aplicação dos tratamentos herbicidas.

A roçada das plantas de algodão foi realizada com roçadeira rotativa, tracionada por um trator de 70 HP.

O clima da região onde o experimento foi instalado possui classificação Cfa de acordo com a Köppen e Geiger, sendo quente e temperado com temperatura média anual de 19,3°C.

Os dados pluviométricos e de temperatura máxima no período do experimento encontram-se na Figura 4.

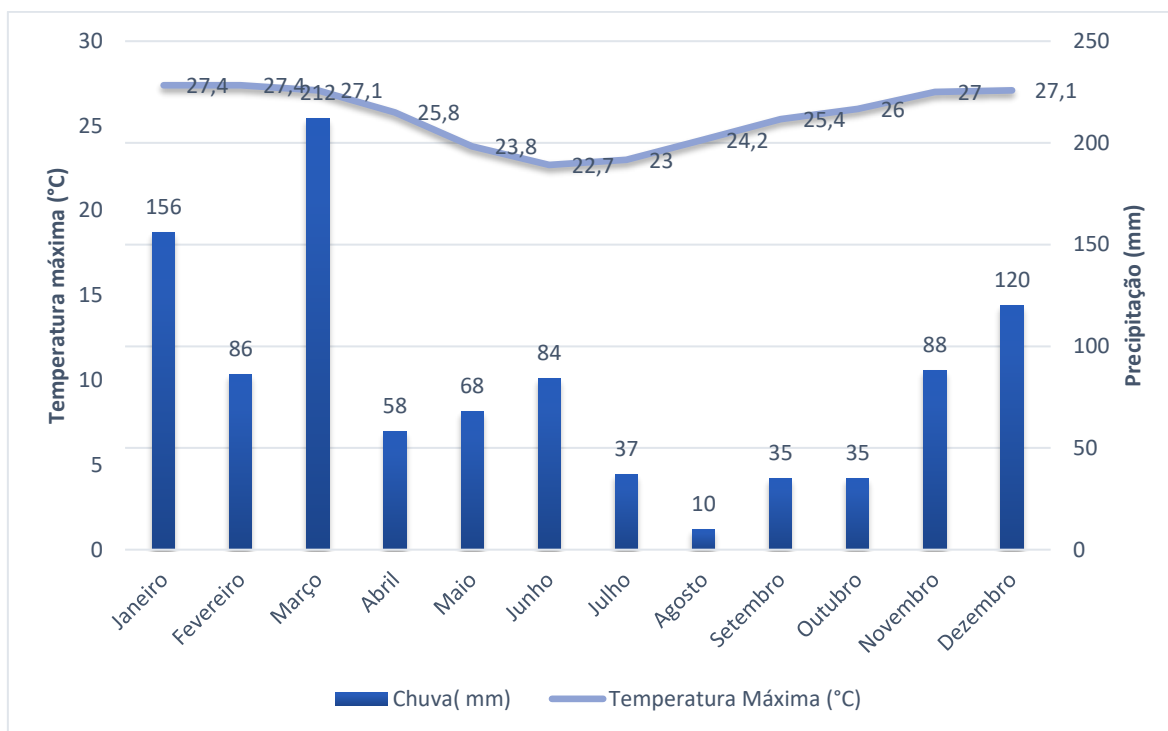


Figura 4. Dados pluviométricos e de temperatura máxima do período de permanência dos ensaios no campo. Santo Antônio de Posse, 2013.

Foram realizadas avaliações referentes à porcentagem de controle (escala visual de 0 a 100%), em que 0% representa nenhum controle e 100% o controle total das plantas centrais de algodão (SBCPD, 1995), contagem de plantas rebrotadas por parcela útil (duas linhas da cultura de 0,80 m linear) aos 21, 35 e aos 55 dias após a última e/ou única aplicação (DAA) e ao final do experimento (55 DAM) foi avaliado o tamanho de rebrote dentro da parcela útil (comprimento médio dos rebrotes de quatro plantas por parcela).

Os resultados da avaliação visual de controle, número de plantas rebrotadas e tamanho de rebrote foram inicialmente submetidos à análise de variância e as médias comparadas ao teste Scott Knott a 0,05% de probabilidade.

Desta maneira foi possível comparar a eficiência dos 28 tratamentos herbicidas avaliados (parcelas) e a eficácia de uma aplicação (A) ou de duas aplicações sequenciais dos herbicidas (A/B) no controle da soqueira do algodão (subparcelas).

Avaliou-se, ainda, a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão, realizando-se a análise de regressão com os dados de porcentagem de controle das soqueiras com o programa estatístico Sigmaplot 9.0, em que foi possível realizar a predição da estimativa do número de dias para obter pelo menos 99,00% de controle.

Assim, para a variável porcentagem de controle foram utilizados os modelos de regressão ajustados abaixo a fim de calcular a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão:

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (3 parâmetros)

$$y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = porcentagem de controle

x = dias após a semeadura

a, x₀ e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação)

x₀ = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x₀

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (4 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a - y_0}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = porcentagem de controle;

x = dias após a semeadura;

a, x₀ e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

y₀ = valor mínimo de controle;

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação);

x₀ = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x₀ .

Modelo Logístico de Streibig (1988) (4 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{X_0}\right)^b\right]}$$

Em que:

y = porcentagem de controle;

x = dias antes da sementeira;

a , X_0 e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

y_0 = valor mínimo de controle.

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

X_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;

b = declividade da curva ao redor de X_0 .

Modelo Polinomial Inverso (2 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a}{x} + \frac{b}{x^2}$$

Em que:

y = porcentagem de controle;

x = dias antes da sementeira;

a , e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

y_0 = valor mínimo de controle;

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

b = declividade da curva ao redor de X_0 . Modelo Simétrico (3 parâmetros).

Modelo Polinomial Inverso (3 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a}{x} + \frac{b}{x^2} + \frac{c}{x^3}$$

Em que:

y = porcentagem de controle;

x = dias antes da sementeira;

a , c e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

y_0 = valor mínimo de controle;

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

c = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;

b = declividade da curva ao redor de c .

As porcentagens de controle obtidas nos tratamentos herbicidas utilizados neste trabalho também foram avaliados de acordo com o método de Colby (1976) visando identificar a presença de interação aditiva, sinérgica ou antagonística entre misturas. A fórmula de Colby está descrita a seguir para dois e três herbicidas respectivamente:

$$E = (X + Y) - \frac{(XY)}{100}$$

$$E = (X + Y + Z) - \frac{(XY + XZ + YZ)}{100} + \frac{XYZ}{100^{n-1}}$$

Em que X, Y e Z referem-se ao controle observado dos herbicidas quando utilizados isoladamente. Enquanto o valor E, refere-se ao valor calculado e esperado do controle da associação dos herbicidas X, Y e Z.

Caso o valor calculado E seja semelhante ao valor observado em experimento da mistura X+Y+Z, a interação entre os herbicidas é considerada aditiva.

Caso o valor calculado E seja superior ao valor observado em experimento da mistura X+Y+Z, a interação entre os herbicidas é considerada antagonística.

E caso o valor calculado E seja inferior ao valor observado em experimento da mistura X+Y+Z, a interação entre os herbicidas é considerada sinérgica. A estimativa de E para a mistura de 4 herbicidas foi realizado considerando a mistura 2,4-D + glyphosate como o herbicida X, e os demais herbicidas componentes da mistura como os herbicidas Y e Z.

No entanto, alguns resultados deste cálculo podem gerar divergências quanto ao seu resultado por não existir tolerância quanto ao E estimado. Por exemplo, caso o resultado de controle da associação de herbicidas X+Y+Z seja 89% e o E calculado para esta mistura for 90%, segundo o conceito de Colby (1967) considera-se esta mistura como antagonística, já que o resultado é numericamente menor que o E calculado. Para ser considerada aditiva esta mistura deve apresentar resultado exatamente igual a 90.

Desta maneira, neste trabalho, foi estabelecido que se a média de uma determinada associação (X+Y+Z) for maior que o E calculado mais o valor do desvio-padrão da respectiva associação, esta seria considerada como sinérgica. Caso fosse numericamente menor que o E calculado menos o respectivo desvio padrão esta seria considerada antagonística. Por fim, caso a média da respectiva mistura apresente valores dentro do intervalo compreendido por E calculado mais ou menos o respectivo desvio-padrão, a mistura seria considerada aditiva, segundo critério elaborado por Gemelli (2013).

Para facilitar o entendimento, abaixo segue a exemplificação das comparações realizadas. Assim 'A' significa a média de controle de uma determinada associação, seja ela dupla ou tripla. 'E' é o E calculado através da fórmula de Colby (1967) e $DV(A)$ é o desvio-padrão da associação em questão. Logo, se:

$$A > [E + DP(A)] = \text{Associação sinérgica}$$

$$A < [E - DP(A)] = \text{Associação antagonística}$$

$$(E - DP(A)) < A < (E + DP(A)) = \text{Associação aditiva}$$

Para se considerar um tratamento herbicida associado ao método de Manejo como eficiente no controle das soqueiras de algodão, foram levados em conta a porcentagem de controle acima de 97,00%, número de plantas rebrotadas inferior a 12,50% do total de plantas da parcela útil, ou seja, inferior a 1,0 planta por parcela e velocidade de dessecação das soqueiras inferior a 75 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Eficácia de controle das soqueiras com uma (A) ou duas aplicações (A/B) de herbicidas

Na Tabela 3 encontram-se os tratamentos herbicidas e as porcentagens de controle obtidas das soqueiras de algodão aos 21 dias após os tratamentos que receberam apenas uma aplicação (21DAA-A) e 21 dias após aos tratamentos que receberam duas aplicações sequenciais (21 DAA-B).

Pode-se perceber que aos 21 DAA-A, os tratamentos 7 (2,4-D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]) e 20 (glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D) apresentaram controle das soqueiras de algodão \geq 94,75%, demonstrando maior eficácia na dessecação inicial dos tocos, quando comparados aos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Dados de porcentagem de controle das soqueiras de algodão aos 21 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 21 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), dos tratamentos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		% de Controle 21 DAA-A	Bd	% de Controle 21 DAA-B	Bd
1	2,4 -D	88,00	Bd	93,00	Ac
2	2,4 -D + glyphosate	86,25	Be	94,75	Ac
3	2,4 -D + saflufenacil	89,75	Bc	97,75	Ab
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	90,75	Ac	84,00	Be
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	93,00	Ab	94,25	Ac
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	88,75	Bd	91,00	Ad
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	95,25	Aa	94,00	Ac
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	93,00	Bb	100,00	Aa
9	Glyphosate	41,75	Ah	9,25	Bn
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	90,75	Ac	45,25	Bk
11	glyphosate + saflufenacil	81,25	Ag	79,50	Bf
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	85,75	Be	99,25	Aa
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	90,25	Bc	100,00	Aa
14	glyphosate + fluroxypyr	88,50	Ad	11,50	Bn
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	95,00	Aa	81,00	Bf
16	glyphosate + dicamba	89,00	Ad	46,00	Bk
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	87,25	Be	100,00	Aa
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	93,00	Ab	48,00	Bj
19	glyphosate + sulfentrazone	84,75	Af	79,75	Bf
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	94,75	Ba	98,25	Ab
21	Sulfentrazone	83,25	Af	68,50	Bh
22	sulfentrazone + 2,4 -D	92,50	Bb	95,00	Ac
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	88,75	Ad	75,00	Bg
24	Saflufenacil	41,50	Bh	49,00	Aj
25	[imazapic + imazapyr]	87,75	Ad	31,00	Bm
26	Fluroxypyr	90,00	Ac	50,75	Bi
27	Dicamba	88,00	Ad	39,00	Bl
28	Testemunha	0,00	Ai	0,00	Ao
		C.V. (%) 1:		C.V. (%) 2:	
		1,65 ³		1,54 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 21 DAA-A = avaliação realizada aos 21 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotos mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 21 DAA-B =avaliação foi realizada aos 21 dias após a aplicação B.

³ C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Já quando avaliado o número de plantas rebrotadas por parcela, tais tratamentos demonstraram número de plantas vivas inferior a 3,00 por parcela (Tabela 4).

Tabela 4. Dados de número de plantas de algodão rebrotadas dentro da parcela útil aos 21 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 21 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), os tratamentos herbicidas testados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		% de Controle 21 DAA-A		% de Controle 21 DAA-B	
1	2,4 -D	4,75	Ac	3,00	Be
2	2,4 -D + glyphosate	4,50	Ac	2,50	Be
3	2,4 -D + saflufenacil	3,25	Ae	1,50	Bf
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	3,25	Be	4,25	Ad
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	3,00	Ae	2,50	Be
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	3,75	Ad	2,50	Be
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	3,00	Ae	2,25	Be
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	3,50	Ad	0,00	Bg
9	Glyphosate	7,25	Bb	8,00	Aa
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	3,25	Be	7,75	Aa
11	glyphosate + saflufenacil	5,25	Bc	6,75	Ab
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	5,00	Ac	0,50	Bg
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	3,25	Ae	0,00	Bg
14	glyphosate + fluroxypyr	3,75	Bd	8,00	Aa
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	3,00	Be	3,75	Ad
16	glyphosate + dicamba	4,50	Bc	6,75	Ab
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	3,50	Ad	0,00	Bg
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	2,75	Be	7,50	Aa
19	glyphosate + sulfentrazone	4,75	Bc	6,25	Ab
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	2,75	Ae	1,25	Bf
21	Sulfentrazone	4,75	Bc	7,75	Aa
22	sulfentrazone + 2,4 -D	3,25	Ae	3,00	Be
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	4,50	Bc	5,75	Ac
24	Saflufenacil	8,00	Aa	8,00	Aa
25	[imazapic + imazapyr]	4,50	Bc	7,50	Aa
26	Fluroxypyr	3,75	Bd	5,50	Ac
27	Dicamba	3,75	Bd	8,00	Aa
28	Testemunha	8,00	Ba	8,00	Aa
		C.V. (%) 1:		C.V. (%) 2:	
		11,60 ³		11,67 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 21 DAA-A = avaliação realizada aos 21 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotos mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 21 DAA-B = avaliação foi realizada aos 21 dias após a aplicação B.

³C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Tratamentos herbicidas 4 (2,4-D + [imazapic + imazapyr]), 5 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil), 7 (2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]), 8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 10 (glyphosate + [imazapic + imazapyr]), 13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]), 18 (glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]), 20 (glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D), 22 (sulfentrazone + 2,4-D) e 26 (fluroxypyr) conseguiram apresentar níveis de controle acima de 90,00% e número de plantas rebrotadas por parcela de 2,75 a 3,75 por parcela aos 21 DAA-A.

Os únicos tratamentos que apresentaram ação inicial lenta na dessecação das soqueiras de algodão, não conseguindo proporcionar controles acima de 42,00%, foram T9 (glyphosate) e T24 (saflufenacil), os quais apresentaram quase todas as plantas da parcela útil rebrotadas (7,25 e 8,00, respectivamente) (Tabelas 3 e 4).

No entanto, quando se avalia os controles proporcionados aos 21 DAA-B após a aplicação sequencial dos herbicidas, há um aumento considerável no controle das soqueiras de algodão para os tratamentos T8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), T13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr) e T17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil), apresentando, nesta data, controle máximo das soqueiras de algodão (100,00%) e conseqüentemente, nenhuma planta rebrotada dentro da parcela útil (Tabelas 3 e 4).

Nota-se que todos os tratamentos que conseguiram promover controle de 100,00% aos 21 DAA-B, apresentam o herbicida saflufenacil como um dos componentes.

Por ser um herbicida inibidor da enzima PROTOX, de ação rápida de contato, o saflufenacil consegue, quando exposto a luz após a aplicação, causar a morte das plantas entre 1 a 2 dias (Oliveira Jr., et al, 2011), lembrando que a aplicação B, foi realizada quando as plantas apresentavam no mínimo 12 folhas com 4cm² cada, ou seja, massa foliar suficiente para absorver o tratamento herbicida.

Dentre os 28 herbicidas testados neste trabalho, os únicos tratamentos que não proporcionaram controle acima de 50,00% aos 21 DAA-B foram glyphosate (2 L ha⁻¹) e saflufenacil (150 g ha⁻¹) (Tabela 3).

Tomquelski & Martins (2007) realizaram ensaios com herbicidas inibidores da EPSPs e mimetizadores das auxinas, em mistura e isolados na destruição das soqueiras de algodão. Constataram que, quando em mistura, os herbicidas glyphosate + 2,4-D proporcionavam controles próximos a 100%. Em contrapartida, constataram que o herbicida glyphosate isolado, mesmo quando em duas aplicações sequenciais, não conseguiu promover níveis de controle acima de 60,00% corroborando com o observado no presente trabalho.

Da mesma forma, trabalhos realizados na cultura do algodão com aplicações de glyphosate em cultivares sensíveis a este herbicida, demonstram sintomas leves de intoxicação nas folhas do algodoeiro quando tratadas com 270 g ha⁻¹ de glyphosate. Essa resposta do algodoeiro em relação ao glyphosate difere de outras culturas, como milho e sorgo, para as quais os danos são altos em doses inferiores a 172 g ha⁻¹ (Magalhães et al., 2001). Tais resultados sugerem uma tolerância natural desta planta ao herbicida glyphosate quando em estádios de desenvolvimentos mais avançados (adulta).

Já o herbicida saflufenacil é um latifolicida, inibidor da PROTOX, com ação de contato. Provoca inicialmente sintomas como manchas verde-escuro nas folhas, que progridem para necrose e secagem das folhas. O saflufenacil é absorvido por raízes e folhagem das plantas e translocado no xilema, tendo limitada mobilidade no floema (Pereira et al., 2011). Mesmo com a utilização do adjuvante Dash (adjuvante não-iônico) em associação ao saflufenacil, que tende a aumentar consideravelmente a absorção do herbicida pelo caule da planta, em função da maior afinidade pela superfície da planta (Knezevic et al., 2009; Knezevic et al., 2010), não se observou controles acima de 49,00% aos 21 DAA-B neste trabalho.

Comparando-se o número de aplicações herbicidas realizadas, pode-se notar que aos 21 dias após duas aplicações sequenciais (21 DAA-B) houve um aumento nos níveis de controle nos tratamentos herbicidas que continham em mistura herbicidas mimetizadores de auxinas (2,4-D, fluroxypyr ou dicamba) quando comparados aos tratamentos que receberam apenas uma aplicação (21 DAA-A).

Nota-se ainda que os tratamentos, 9 (glyphosate), 10 (glyphosate + [imazapic + imazapyr]), 11 (glyphosate + saflufenacil), 14 (glyphosate + fluroxypyr), 15 (glyphosate + flyroxypyr + [imazapic + imazapyr]), 16 (glyphosate + dicamba), 18 (glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]), 19 (glyphosate + sulfentrazone), 21 (sulfentrazone), 23 (saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 25 ([imazapic + imazapyr]), 26 (fluroxypyr) e 23 (dicamba) conseguiram ter maior eficiência com a absorção traumática (aplicação realizada no “toco” - A), do que quando realizada aplicação com área foliar disponível para absorção (aplicação sequencial A/B).

Já na avaliação de 35 DAA, pode-se perceber que quando realizada apenas uma aplicação do tratamento herbicida, a porcentagem de controle diminuiu, devido aos novos rebrotes da planta de algodão. Vários fatores podem estar relacionados com esta perda de controle: absorção ineficiente do herbicida, pouca ou nenhuma translocação dos herbicidas dentro da planta, estágio de desenvolvimento da planta alvo, ou efeito residual do herbicida.

A absorção ineficiente nas plantas de algodão e conseqüentemente a ineficiência no controle das soqueiras pode ser devido ao fato da primeira aplicação ser realizada no “toco”, sem a presença de folhas para aumentar a área de absorção e a absorção real do herbicida.

Outro fator importante, quando se fala em absorção de produtos pelo “toco”, é o fato de que como não há a presença de folhas na primeira aplicação dos herbicidas (aplicação A), e assim, a não realização da fotossíntese e conseqüentemente a não produção de fotoassimilados, Desta maneira, não tendo fluxo de fotoassimilados dentro da planta, a translocação no interior da planta é afetada.

Assim, a translocação dos herbicidas que utilizam essa rota de distribuição e redistribuição dentro da planta (translocação dentro do xilema e floema) é prejudicada. Este efeito pode ser observado a exemplo de como ocorre com os herbicidas inibidores da ALS, mimetizadores de Auxinas, inibidores da EPSPs, que se utilizam do floema para sua redistribuição dentro da planta. Assim, quanto menor a translocação dentro da planta menor o efeito do herbicida para seu controle.

Desta maneira, aos 35 DAA-A, apenas três dos 28 tratamentos testados conseguiram manter os níveis de controle das soqueiras de algodão acima de 90,00%, são eles: tratamento 8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]) e 20 (glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D) (Tabela 5).

Tabela 5. Dados de porcentagem de controle das soqueiras de algodão aos 35 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 35 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), dos tratamentos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		% de Controle 35 DAA-A	% de Controle 35 DAA-B	% de Controle 35 DAA-A	% de Controle 35 DAA-B
1	2,4 -D	82,00	Bd	94,00	Ac
2	2,4 -D + glyphosate	78,00	Be	98,75	Ab
3	2,4 -D + saflufenacil	89,25	Ba	98,50	Ab
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	85,25	Bc	98,75	Ab
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	84,25	Bc	97,75	Ab
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	88,50	Bb	96,75	Ab
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	87,75	Bb	92,75	Ac
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	90,50	Ba	100,00	Aa
9	Glyphosate	11,25	Ap	27,75	Aa
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	66,50	Ai	41,25	Bk
11	glyphosate + saflufenacil	41,25	Bm	61,25	Ag
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	51,50	Bk	99,50	Aa
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	77,50	Be	100,00	Aa
14	glyphosate + fluroxypyr	73,50	Af	34,00	Bm
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	90,50	Ba	99,25	Aa
16	glyphosate + dicamba	68,50	Ah	60,75	Bg
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	71,25	Bg	100,00	Aa
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	86,00	Ac	83,50	Be
19	glyphosate + sulfentrazone	29,00	Bn	56,00	Ai
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	90,75	Ba	98,50	Ab
21	Sulfentrazone	49,50	Al	48,50	Aj
22	sulfentrazone + 2,4 -D	87,50	Ab	86,50	Ad
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	80,25	Ad	70,75	Bf
24	Saflufenacil	20,25	Ao	29,00	Aa
25	[imazapic + imazapyr]	71,75	Ag	36,25	Bl
26	Fluroxypyr	76,25	Be	87,50	Ad
27	Dicamba	63,50	Aj	58,50	Bh
28	Testemunha	0,00	Aq	0,00	Ao
		C.V. (%) 1:		C.V. (%) 2:	
		1,97 ³		1,79 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 35 DAA-A = avaliação realizada aos 35 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotes mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 35 DAA-B =avaliação foi realizada aos 35 dias após a aplicação B.

³ C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Nota-se que tais tratamentos apresentam na sua composição os herbicidas imazapic, imazapyr e sulfentrazone, sendo todos considerados herbicidas com efeito residual, o que pode ter influenciado na eficácia prolongada sobre as soqueiras de algodão neste trabalho.

Entre as principais características dos herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas (imazapic e imazapyr), está a prolongada atividade residual no solo (Loux &

Reese, 1993), cuja persistência pode atingir até 540 dias após a sua aplicação (Pinto et al., 2009). A persistência no solo é uma característica de alguns grupos químicos de herbicidas ou, ainda, de herbicidas específicos, podendo ser desejável ou não.

Já o herbicida sulfentrazone, pertencente ao grupo das ariltiazolinonas, é inibidor da protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), a qual é responsável pela oxidação do protoporfirinogênio a protoporfirina IX, na biossíntese da clorofila. Esse herbicida possui atividade pré-emergente para controle de plantas daninhas dicotiledôneas e diversas espécies monocotiledôneas (FMC corp., 1995). O sulfentrazone apresenta persistência no ambiente, tendo meia-vida no solo ($t_{1/2}$) estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais, sendo a atividade microbiológica seu mecanismo inicial de degradação (FMC corp., 1995). É, portanto, considerando de longa persistência no solo (Grey et al., 2000; Polubesova et al., 2003), fator que deve ter contribuído para o sulfentrazone manter níveis de controle acima de 90,00% mesmo após uma única aplicação no “toco”.

Quando avaliado o controle das soqueiras de algodão aos 35 DAA-B, percebe-se que há incremento nos níveis de controle de alguns tratamentos, o que pode ser associado ao tipo de herbicida utilizado nas misturas (Tabela 5).

Os tratamentos herbicidas que possuem associações de produtos inibidores da enzima ALS + inibidores da EPSPs, que tem uma ação mais lenta dentro da planta, e que necessitam de no mínimo 7 -10 dias para demonstrar sintomas visuais, começaram a demonstrar diferenças de controle das soqueiras a partir dos 35 DAA-B, o que pode ser constatado também no número de plantas rebrotadas por parcela (Tabela 6).

Tabela 6. Dados de número de plantas de algodão rebrotadas dentro da parcela útil aos 35 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 35 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), dos tratamentos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		% de Controle 35 DAA-A		% de Controle 35 DAA-B	
1	2,4 -D	4,75	Ad	2,75	Be
2	2,4 -D + glyphosate	4,75	Ad	1,00	Bf
3	2,4 -D + saflufenacil	3,00	Af	1,25	Bf
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	4,50	Ad	1,00	Bf
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	4,50	Ad	1,50	Bf
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	4,25	Ae	1,50	Bf
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	4,50	Ad	2,75	Be
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	4,00	Ae	0,00	Bg
9	Glyphosate	8,00	Aa	8,00	Ba
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	6,50	Bb	7,75	Aa
11	glyphosate + saflufenacil	7,75	Aa	8,00	Ba
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	7,75	Aa	0,50	Bg
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	5,00	Ad	0,00	Bg
14	glyphosate + fluroxypyr	6,00	Bb	8,00	Aa
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	3,75	Ae	0,75	Bf
16	glyphosate + dicamba	6,75	Bb	7,50	Ba
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	5,75	Ac	0,00	Bg
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	4,25	Be	4,75	Bc
19	glyphosate + sulfentrazone	8,00	Aa	8,00	Ba
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	3,50	Af	1,00	Bf
21	Sulfentrazone	7,75	Aa	8,00	Ba
22	sulfentrazone + 2,4 -D	4,00	Ae	3,00	Be
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	5,00	Bd	6,25	Ab
24	Saflufenacil	8,00	Aa	8,00	Ba
25	[imazapic + imazapyr]	6,25	Bb	7,50	Aa
26	Fluroxypyr	6,75	Ab	3,75	Bd
27	Dicamba	7,25	Aa	7,50	Aa
28	Testemunha	8,00	Aa	8,00	Aa
		C.V. (%) 1 :		C.V. (%) 2:	
		13,25 ³		12,92 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 35 DAA-A = avaliação realizada aos 35 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotos mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 35 DAA-B =avaliação foi realizada aos 35 dias após a aplicação B.

³ C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Assim, quando avaliados o controle proporcionado pela modalidade de manejo com duas aplicações sequenciais (A/B), os tratamentos como 8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 12 (glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 13 (glyphosate + saflufenacil + saflufenacil), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]) e 17

(glyphosate + dicamba + saflufenacil) apresentaram níveis de controle acima de 99,00% já aos 35 DAA-B e número de plantas rebrotadas inferior a 1,00 por parcela.

Os demais tratamentos apresentaram porcentagens de controle entre 27,75 a 98,75%, tendo número de plantas rebrotadas por parcela entre 1,00 e 8,00 plantas por parcela.

Os tratamentos que apresentaram os menores níveis de controle das soqueiras de algodão mesmo com duas aplicações sequenciais (A/B), foram o glyphosate (27,75%), glyphosate + [imazapic + imazapyr] (41,25%), glyphosate + fluroxypyr (34,00%), saflufenacil (29,00%) e [imazapic + imazapyr] (36,25%) e número de plantas rebrotadas próximos a 8,00 (Tabelas 5 e 6).

Aos 55 DAA-A, percebe-se que com apenas uma aplicação após a roçada, não há como promover controles satisfatórios (> 97,00%) das soqueiras de algodão e conseqüentemente a morte total das plantas no campo até o início do período de vazio sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura (MAPA).

Neste caso, os tratamentos que promoveram maiores porcentagens de controle das soqueiras foram: o T6 (2,4-D + glyphosate+ [imazapic + imazapyr]) com 62,75% e o T8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil +[imazapic + imazapyr]) com 53,25% (Tabela 7) e número de plantas rebrotadas observado de 6,50 e 6,75 por parcela, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 7. Dados de porcentagem de controle aos 55 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 55 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), dos tratamentos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação	2 aplicações
		** (A)	*** (A/B)
		% de Controle 55 DAA-A	% de Controle 55 DAA-B
1	2,4 -D	50,00 Bc	96,75 Ab
2	2,4 -D + glyphosate	41,25 Bf	99,00 Aa
3	2,4 -D + saflufenacil	48,00 Bc	99,25 Aa
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	42,25 Be	99,50 Aa
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	43,25 Be	98,75 Ab
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	62,75 Ba	98,50 Ab
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	40,75 Bf	87,50 Ac
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	53,25 Bb	100,00 Aa
9	Glyphosate	19,50 Bk	28,25 Aj
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	31,00 Bh	55,25 Af
11	glyphosate + saflufenacil	14,00 Bn	26,00 Ak
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	23,50 Bj	98,00 Ab
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	35,00 Bg	100,00 Aa
14	glyphosate + fluroxypyr	12,75 Bn	36,50 Ai
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	31,75 Bh	100,00 Aa
16	glyphosate + dicamba	28,00 Bi	65,75 Ae
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	19,25 Bk	100,00 Aa
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	28,25 Bi	67,75 Ad
19	glyphosate + sulfentrazone	16,75 Bm	28,25 Aj
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	46,00 Bd	99,50 Aa
21	Sulfentrazone	16,25 Bm	29,20 Aj
22	sulfentrazone + 2,4 -D	49,00 Bc	98,50 Ab
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	20,75 Bk	64,00 Ae
24	Saflufenacil	17,75 Bl	47,50 Ag
25	[imazapic + imazapyr]	22,25 Bj	41,25 Ah
26	Fluroxypyr	33,00 Bh	100,00 Aa
27	Dicamba	15,50 Bm	65,00 Ae
28	Testemunha	0,00 Ao	0,00 Al
		C.V. (%) 1: 2,37 ³	C.V. (%) 2 :2,58 ³

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 55 DAA-A = avaliação realizada aos 55 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotos mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 55 DAA-B = avaliação foi realizada aos 55 dias após a aplicação B.

³ C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Tabela 8. Dados de número de plantas de algodão rebrotadas dentro da parcela útil aos 55 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 55 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais), dos tratamentos herbicidas avaliados neste trabalho.

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		Número de plantas rebrotadas 55 DAA-A	Número de plantas rebrotadas 55 DAA-B	Número de plantas rebrotadas 55 DAA-A	Número de plantas rebrotadas 55 DAA-B
1	2,4 -D	7,00	Ab	1,75	Be
2	2,4 -D + glyphosate	6,25	Ac	0,75	Bf
3	2,4 -D + saflufenacil	6,25	Ac	0,50	Bf
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	7,00	Ab	0,50	Bf
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	7,50	Aa	1,00	Bf
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	6,50	Ac	0,75	Bf
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	7,50	Aa	3,00	Be
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	6,75	Ab	0,00	Bg
9	Glyphosate	8,00	Aa	8,00	Aa
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	8,00	Aa
11	glyphosate + saflufenacil	8,00	Aa	7,50	Aa
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	1,25	Bg
13	glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	8,00	Aa	0,00	Bg
14	glyphosate + fluroxypyr	8,00	Aa	8,00	Aa
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	0,00	Bf
16	glyphosate + dicamba	8,00	Aa	6,75	Ba
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	8,00	Aa	0,00	Bg
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	6,00	Bc
19	glyphosate + sulfentrazone	8,00	Aa	8,00	Aa
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	7,50	Aa	0,25	Bf
21	Sulfentrazone	8,00	Aa	7,75	Aa
22	sulfentrazone + 2,4 -D	7,75	Aa	1,00	Be
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	6,50	Ab
24	Saflufenacil	8,00	Aa	7,50	Aa
25	[imazapic + imazapyr]	8,00	Aa	8,00	Aa
26	Fluroxypyr	8,00	Aa	0,00	Bg
27	Dicamba	8,00	Aa	7,25	Aa
28	Testemunha	8,00	Aa	8,00	Aa
		C.V. (%) 1: 7,64 ³		C.V. (%) 2: 8,33 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão. 55 DAA-A = avaliação realizada aos 55 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotas mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 55 DAA-B = avaliação foi realizada aos 55 dias após a aplicação B.

³ C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Desta maneira, nota-se que apenas uma aplicação após o manejo da roçada não é suficiente para promover níveis de controle satisfatórios das soqueiras de algodão.

Em contrapartida, ao analisar os resultados obtidos após duas aplicações sequenciais dos herbicidas aos 55 DAA-B, pode-se notar um incremento satisfatório de controle para a maioria dos tratamentos testados.

Dos 28 tratamentos testados, 9 deles apresentaram controles \geq de 99,00% e o número de plantas por parcela menor que 1,00 (Tabelas 7 e 8), entre eles: 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D e fluroxypyr.

Ressaltando que quatro tratamentos, dentre os citados acima, apresentaram 100,00% de controle das soqueiras de algodão (2,4-D + glyphosate + Saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil e fluroxypyr) (Tabela 7), sendo muito satisfatórios no controle das soqueiras.

De acordo com a maneira que este trabalho foi conduzido, pode-se inferir que apenas uma aplicação (A) do tratamento herbicida após a roçada das plantas de algodão não foi suficiente para promover níveis de controle satisfatórios das soqueiras de algodão. Em contrapartida, quando foram realizadas duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas após a roçada, 50% dos tratamentos testados apresentaram níveis de controle acima de 96,00%.

Na análise do tamanho dos rebrotes (cm) apresentados pelas plantas de algodão ao final do experimento, nota-se que há diferença quando se avalia os resultados comparativos entre uma aplicação (A) e duas aplicações (A/B). Plantas que receberam apenas uma aplicação apresentaram tamanho de rebrotes acima de 80 cm de comprimento, enquanto nos tratamentos que tiveram duas aplicações herbicidas (A/B) o tamanho dos rebrotes não ultrapassou 5 cm para os tratamentos que tiveram controles acima de 90,00% (Tabela 9).

Tabela 9. Avaliação do tamanho dos rebrotes (cm) das soqueiras de algodão ao final do experimento (55 dias após a aplicação A (DAA-A) (primeira e única aplicação) e 55 dias após a aplicação B (DAA-B) (duas aplicações sequenciais).

Tratamento	Descrição dos tratamentos	1 aplicação **(A)		2 aplicações ***(A/B)	
		Tamanho de Rebrote 55 DAA-A	Tamanho de Rebrote 55 DAA-B	Tamanho de Rebrote 55 DAA-A	Tamanho de Rebrote 55 DAA-B
1	2,4 -D	94,62	Ad	3,62	Bh
2	2,4 -D + glyphosate	91,12	Ae	1,50	Bh
3	2,4 -D + saflufenacil	103,37	Ab	1,12	Bh
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	103,12	Ab	0,93	Bh
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	98,25	Ac	1,25	Bh
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	92,12	Ae	1,25	Bh
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	98,87	Ac	19,75	Bg
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	96,62	Ad	0,00	Bh
9	Glyphosate	94,62	Ad	43,62	Bd
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	89,00	Af	22,12	Bg
11	glyphosate + saflufenacil	85,25	Af	39,25	Be
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	102,87	Ab	3,12	Bh
13	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	111,25	Aa	0,00	Bh
14	glyphosate + fluroxypyr	95,00	Ad	54,62	Bb
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	100,62	Ac	0,00	Bh
16	glyphosate + dicamba	86,75	Af	24,37	Bf
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	92,87	Ae	0,00	Bh
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	99,50	Ac	19,62	Bg
19	glyphosate + sulfentrazone	90,75	Ae	50,25	Bc
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	105,12	Ab	3,25	Bh
21	Sulfentrazone	103,25	Ab	62,12	Ba
22	sulfentrazone + 2,4 -D	98,62	Ac	4,12	Bh
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	93,87	Ad	43,12	Bd
24	Saflufenacil	90,25	Ae	56,37	Bb
25	[imazapic + imazapyr]	85,00	Af	39,75	Be
26	Fluroxypyr	103,00	Ab	0,00	Bh
27	Dicamba	95,75	Ad	25,87	Bf
28	Testemunha	112,62	Aa	114,50	Aa
		C.V. (%) 1 :5,59 ³		C.V. (%) 2 : 6,53 ³	

* Scott Knott 5,00%.

**1 app= Aplicação única realizada logo após a roçada do algodão, 55 DAA-A = avaliação realizada aos 55 dias após a primeira aplicação.

***2 app= Aplicação A realizada logo após a roçada do algodão e aplicação B realizada quando as soqueiras apresentaram rebrotes mínimos de 12 folhas com 4 cm² cada. 55 DAA-B = avaliação foi realizada aos 55 dias após a aplicação B.

³C.V. (%) 1 calculado para parcela. C.V. (%) 2 calculado para subparcela.

Letras maiúsculas demonstram comparação das médias na linha e letras minúsculas na coluna.

Desta maneira, tanto a porcentagem de controle visualizada nos tratamentos quanto o tamanho dos rebrotes foram satisfatórios quando avaliados os melhores tratamentos testados sendo o tamanho de rebrote ferramenta importante para classificar os melhores manejos testados.

Da mesma maneira, pode-se observar que os tratamentos 2 (2,4-D + glyphosate), 3 (2,4-D + saflufenacil), 4 (2,4-D + [imazapic + imazapyr]), 8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]), 13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]), 17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil), 20 (glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D) e 26 (fluroxypyr) conseguiram apresentar controles acima de 97,00% e número de plantas rebrotadas inferior a 1,00, podendo ser considerados eficientes na destruição das soqueiras de algodão e tamanho de rebrote

No entanto, não basta apresentar controle eficiente das soqueiras, é importante que o nível de controle satisfatório ($\geq 97,00\%$) ocorra no menor intervalo de tempo para que se consiga cumprir o período do vazio sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Por isto, é necessária uma avaliação da velocidade da dessecação das soqueiras de algodão para poder interpretar quais os melhores tratamentos herbicidas associado ao método de controle mecânico utilizado neste trabalho (método mecânico F: Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias ou até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente).

2. Velocidade de dessecação das soqueiras

Assim, a velocidade com que se consegue o controle satisfatório das soqueiras de algodão é tão importante quanto a porcentagem de controle obtida e o número de plantas rebrotas.

Levando-se em conta que o controle satisfatório das soqueiras foi obtido apenas após duas aplicações sequenciais, nas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9 pode-se estimar a velocidade de destruição das soqueiras (número de dias necessários para que cada tratamento herbicida testado neste trabalho atingisse controle satisfatório das soqueiras de algodão).

Na Figura 5, nota-se que quatro tratamentos herbicidas: T2 (2,4-D + glyphosate), T3 (2,4-D + saflufenacil), T4 (2,4-D + [imazapic + imazapyr]) e o T6 (2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]) conseguiram promover controles acima de 97,00% das soqueiras de

algodão aos 35 dias, 42 dias, 45 dias e 37 dias respectivamente, após a aplicação B. Considerando que o intervalo entre a primeira aplicação (A) até a segunda (B) foi de 43 dias, os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] necessitaram de 78 dias, 85 dias, 88 dias e 80 dias, respectivamente, para atingir níveis de controle de pelo menos 97,00%.

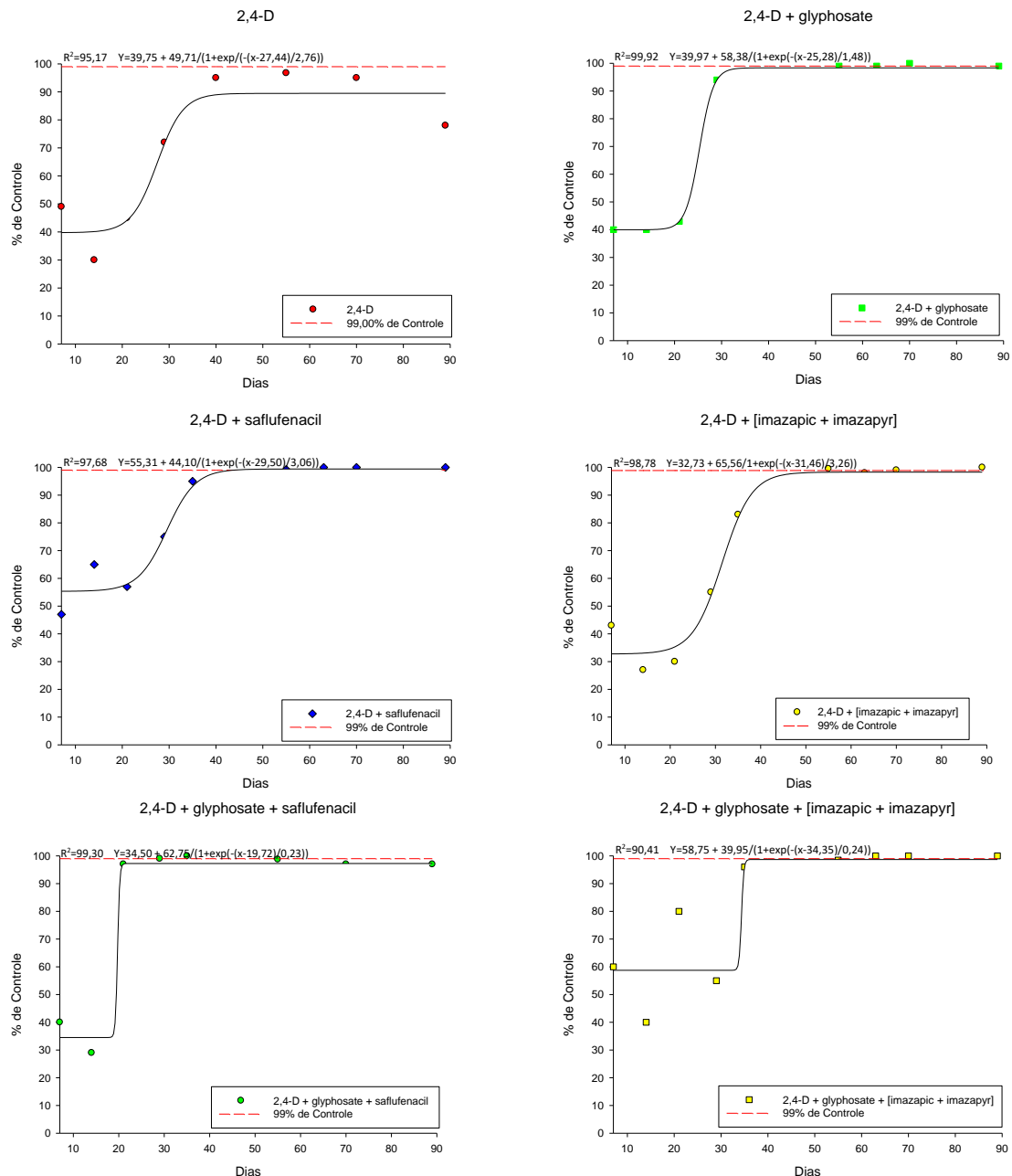


Figura 5. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas: 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] baseado nos dados de 7, 14, 21, 29, 35, 40, 55, 62, 70 e 88 dias após o manejo.

Na Figura 6, nota-se que apenas o T8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]) conseguiu promover controle $\geq 99,00\%$ aos 30 dias após a aplicação B, de acordo com o modelo de regressão ajustado. Isto é, foram necessários 99 dias para este tratamento promover controle de 99,00% (69 dias entre a aplicação A e B + 30 dias após a aplicação B)

As demais misturas testadas não conseguiram atingir níveis de controle $\geq 99,00\%$ (Figura 6).

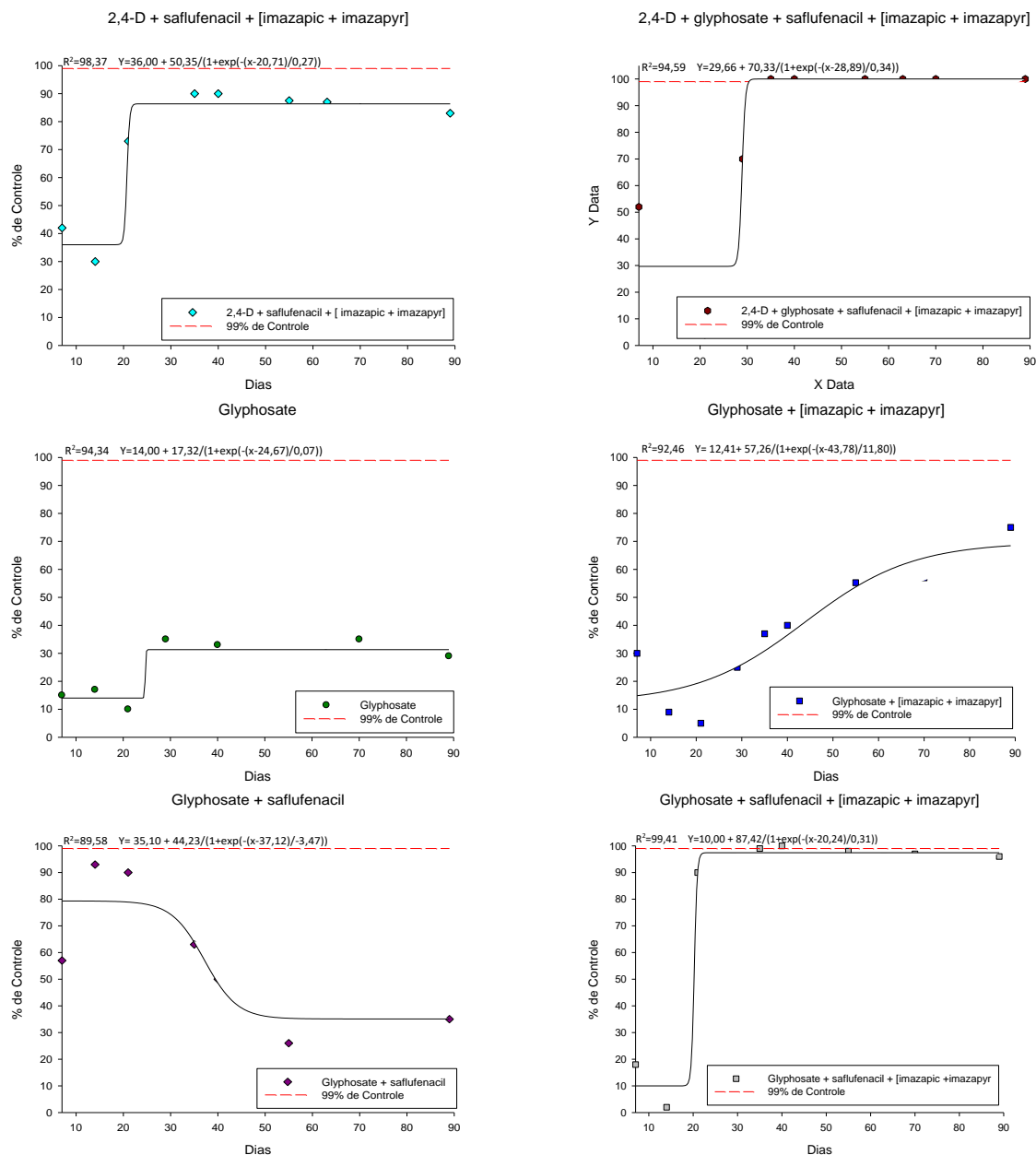


Figura 6. Velocidade de dessecção das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas: 2,4-D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate, glyphosate + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] baseado nos dados de 7, 14, 21, 29, 35, 40, 55, 62, 70 e 88 dias após o manejo.

Na Figura 7, pode-se visualizar a predição do número de dias necessário para obter controle adequado para cada tratamento herbicida. Apenas os tratamentos 13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr] e 17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil) apresentaram níveis de controle $\geq 97,00\%$, sendo considerados satisfatórios no controle das soqueiras de algodão. Porém, quando avaliado a quantidade de dias necessária para promover porcentagens de controle acima de 97,00% de controle, o T13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr) necessitou de 64 dias (43 dias de intervalo entre as aplicações A e B + 22 dias após a aplicação B). Enquanto os tratamentos 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr] e 17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil) necessitaram de 101 (43+58) e 64 (43+21) dias, respectivamente para promover controle considerado de nível adequado (Figura 7).

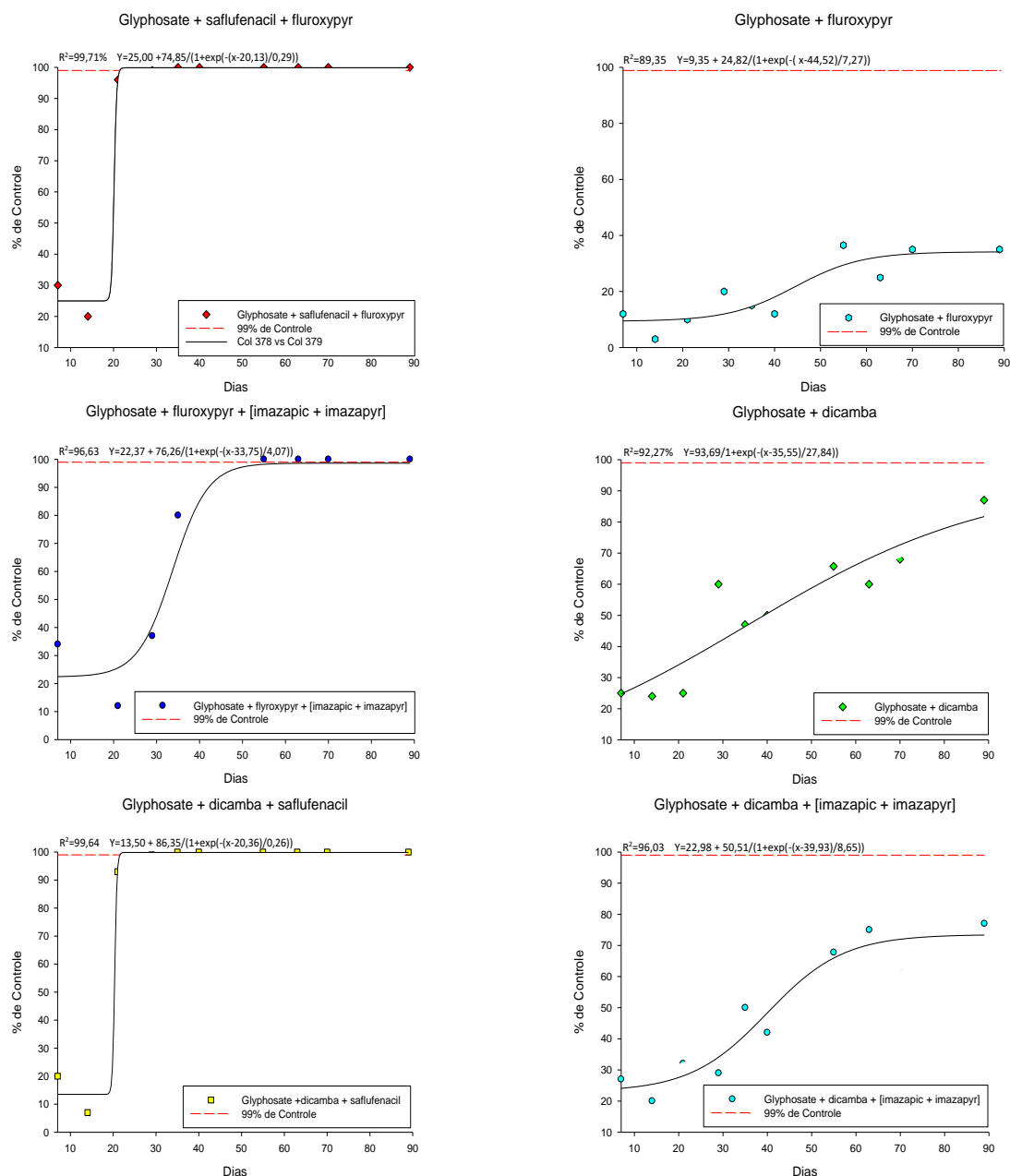


Figura 7. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas: glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr, glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr] baseado nos dados de 7, 14, 21, 29, 35, 40, 55, 62, 70 e 88 dias após o manejo.

Na Figura 8, pode-se perceber que apenas o tratamento 20 (glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D) conseguiu promover porcentagens de controle acima de 97,00%, enquanto nenhum outro tratamento herbicida conseguiu promover controles $\geq 97,00\%$ de acordo com os modelos de regressão ajustados para os tratamentos 19 (glyphosate + sulfentrazone), 21 (sulfentrazone), 22 (sulfentrazone + 2,4-D), 23 (saflufenacil + [imazapic + imazapyr]) e 24 (saflufenacil), não

sendo possível, portanto, prever a quantidade de dias necessários para se atingir controles ótimos das soqueiras de algodão.

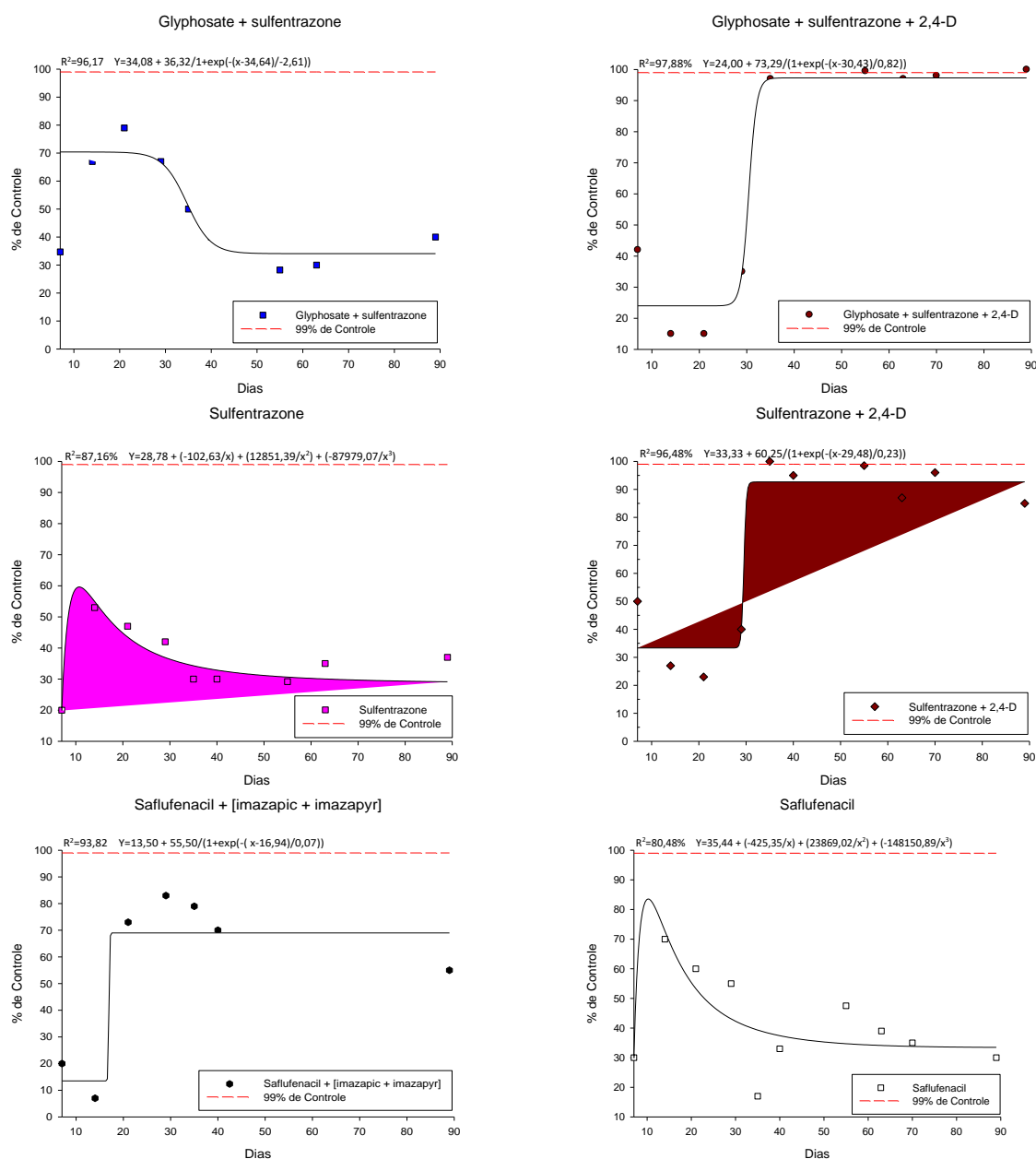


Figura 8. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas: glyphosate + sulfentrazone, glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D, sulfentrazone, sulfentrazone + 2,4-D, saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e saflufenacil baseado nos dados de 7, 14, 21, 29, 35, 40, 55, 62, 70 e 88 dias após o manejo.

Na Figura 9, apenas o tratamento 26 (fluroxypyr) conseguiu promover porcentagem de controle acima de 97,00%, atingindo tal controle aos 61 dias após a aplicação sequencial (B), ou seja, necessitou de 104 dias após a aplicação sequencial (A/B) para conseguir atingir 99,00% de controle.

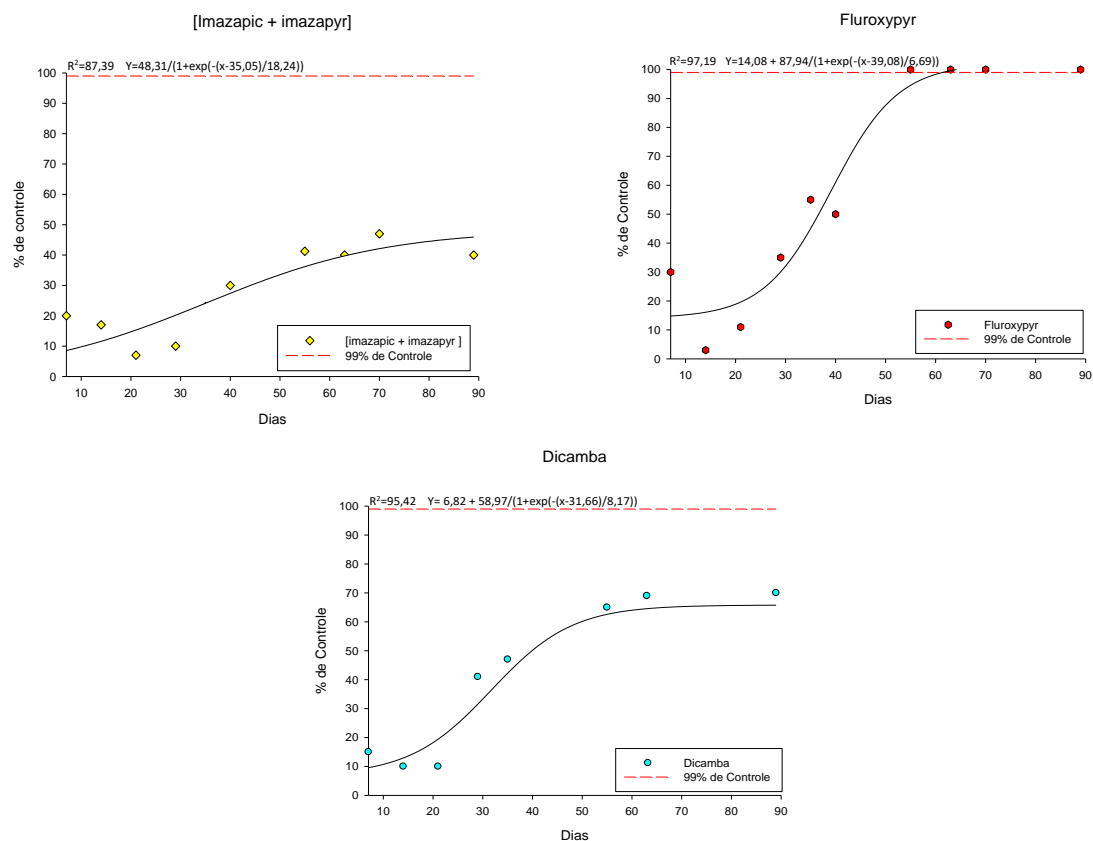


Figura 9. Velocidade de dessecação das soqueiras de algodão promovida pelos tratamentos herbicidas: [imazapic + imazapyr], fluroxypyr e dicamba baseado nos dados de 7, 14, 21, 29, 35, 40, 55, 62, 70 e 88 dias após o manejo.

Assim, pode-se entender, pelas Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, que os tratamentos 2 (2,4-D + glyphosate – 78 dias), 3 (2,4-D + saflufenacil – 85 dias), 4 (2,4-D + [imazapic + imazapyr] – 88 dias), 8 (2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] – 99 dias), 13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr - 64 dias), 15 (glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr] - 101 dias), 17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil – 64 dias), e o tratamento 26 (fluroxypyr – 104 dias) conseguem ser eficientes em termos de porcentagem de controle, número de plantas rebrotadas e tamanho de rebrotas. No entanto, quando se leva em conta a porcentagem de controle das soqueiras de algodão associada à velocidade de dessecação, os tratamentos herbicidas mais eficazes foram T13 (glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr) e T17 (glyphosate + dicamba + saflufenacil), tendo velocidade de dessecação das soqueiras de algodão de 64 dias. É importante observar ainda que estes dois tratamentos citados acima apresentam o herbicida saflufenacil na sua composição.

O saflufenacil é um produto de contato, herbicida inibidor da enzima protoporfirogênio oxidase (PROTOX) de ação inicial rápida, o que deve ter colaborado para uma maior velocidade de dessecação das soqueiras de algodão.

Herbicidas inibidores da PROTOX inibem a biossíntese da clorofila por competição pelo sítio ativo da PROTOX (Camandro et al., 1991; Matringe et al., 1992), assim, o protoporfirogênio IX (protogen) não é convertido em protoporfirina IX nos cloroplastos, e assim, há acumulação do protogen, que vaza pela membrana cloroplástica e atinge o citoplasma (Jacobs et al., 1991; Witkowski et al., 1989).

Já no citoplasma, o protoporfirogênio IX é convertido em protoporfirina IX por enzimas do citoplasma (Jacobs et al., 1991; Lee et al., 1993). Assim, a protoporfirina IX reage com a luz e com o oxigênio formando oxigênio reativo (oxigênio singlet) que causa peroxidação lipídica da membrana celular (Jacobs et al., 1991; Becerril et al., 1989; Haworth & Hess, 1988), matando a célula afetada.

Assim, a atividade desses herbicidas é rápida e é expressa por necrose foliar da planta tratada em pós-emergência, após 4-6 horas de luz solar. Os primeiros sintomas são manchas verde-escuras nas folhas, dando a impressão de que estão encharcadas em razão do rompimento da membrana celular e derramamento de líquido citoplasmático nos intervalos celulares.

Os resultados indicam que a presença dos afluifenacil em mistura com outros herbicidas mimetizadores de auxinas (dicamba e fluroxypyr), corroborou para uma melhora tanto na porcentagem de controle das soqueiras de algodão quanto na velocidade com que este processo acontece, tornando-se um grande aliado no controle destas plantas no campo.

Na destruição de soqueiras, outro produto que parece ter papel importante é o glyphosate quando em misturas com outras moléculas, e seu transporte dentro da planta provavelmente devido a ajuda dos plasmodesmos houve maior disseminação de outros herbicidas dentro das plantas.

O glyphosate, após ser absorvido pelas folhas e outras partes aéreas das plantas, transloca-se rapidamente pelo simplasto, via plasmodesmos, e após atingir o floema, e geralmente, segue o fluxo de movimento de foto assimilados (fonte-dreno), acumulando-se em áreas de crescimento ativo (meristemas) (Oliveira Jr. et al., 2011). Aparentemente, este transporte específico realizado via plasmodesmos, favorece a atuação do glyphosate, dentro da planta (Concenço et al., 2007).

Os plasmodesmos são canais de membrana plasmática que atravessam a parede celular, com função de comunicação simplástica entre células vegetais, facilitando o transporte intercelular direto de foto assimilados, íons, reguladores de crescimento e macromoléculas de xenobióticos de características similares (Robards, 1976). Eles fornecem conexão citoplasmática direta entre células vizinhas através das paredes celulares adjacentes. As propriedades desses canais de comunicação influem no estabelecimento dos chamados

"domínios simplásticos" – um grupo de células que se comunicam e funcionam como unidades de desenvolvimento fisiológico, possuindo a habilidade da movimentação de macroproteínas e RNA.

Além dos plasmodesmos, o transporte ativo pode também contribuir para o deslocamento do glyphosate para o interior da célula, pois tal herbicida possui a rara capacidade, de transpor a membrana plasmática por meio de um carreador proteico. Graças aos carreadores de fosfato, contidos na plasmalema, promove-se a ligação às moléculas do glyphosate, transportando-o para o citoplasma (Denis & Delrot, 1993).

O deslocamento de moléculas maiores, como de herbicidas, provavelmente seria limitado através de membranas, e mesmo moléculas com apenas quatro carbonos, como o malato ou aspartato, responsáveis por transportar o CO₂ fixado para as células da bainha do feixe vascular nessas plantas, são dependentes do transporte via plasmodesmos.

Outros fatores que podem interferir na ação de uma molécula herbicida dentro das plantas é a formação da epiderme secundária em plantas adultas, que entre outros fatores, também podem limitar a translocação dos herbicidas, por ser menos permeável e mais espessa do que a epiderme primária. Esses são fatores que contribuem para a necessidade de doses maiores de herbicidas para controlar plantas mais velhas, até certo momento do desenvolvimento (Chamel, 1988).

Desta maneira ocorre também com os plasmodesmos em plantas adultas, que revelam baixa condutância, contribuindo pouco na distribuição sistêmica de moléculas grandes. Além disso, a condutância não implica apenas no diâmetro do canal, mas também na afinidade entre as moléculas conduzidas e as proteínas que revestem o canal (Concenço et al., 2007), o que pode ser a causa também pela qual alguns herbicidas avaliados neste trabalho mesmo não sendo seletivos à cultura do algodão não conseguem promover seu controle.

No caso da destruição das soqueiras de algodão, além da translocação das moléculas herbicidas dentro da planta, a absorção pelo caule (“toco”) pode ter sido determinante, pois na ocasião da primeira aplicação (A) a absorção do produto é dada exclusivamente pelo “toco” da planta. Como estas aplicações herbicidas são realizadas em um período de estresse hídrico para a cultura em que as chuvas nos estados produtores de algodão cessam, é importante que se tenha um mecanismo eficaz na absorção e transporte das moléculas para se conseguir obter níveis de controle satisfatórios das soqueiras de algodão. Neste caso, os plasmodesmos podem ter tido papel importante na eficácia dos herbicidas.

No caso do glyphosate, a translocação é geralmente rápida na maioria das plantas, sendo essencial para a atividade herbicida. Após a penetração, pode ser translocado tanto pelos

tubos crivados do floema (Franz et al., 1997), como célula-a-célula via plasmodesmos (Jachetta et al., 1986), atingindo rapidamente todas as células do domínio.

O glyphosate é um dos poucos exemplos estudados de translocação de herbicidas cuja importância dos plasmodesmos é considerada (Concenço et al., 2007) e como visto neste trabalho, sua eficácia quando aplicado sozinho na planta não é considerável, no entanto, quando associado a outros produtos (inibidores da PROTOX e aos mimetizadores de auxinas) pode-se utilizar destas vantagens para beneficiar a translocação e absorção dos herbicidas associados a ele.

Outro fator que pode interferir na translocação e conseqüentemente a eficácia de um herbicida é o pH da solução em que se encontra o herbicida. Resultados envolvendo absorção e translocação de sulfentrazone e glyphosate nas raízes conduzidos por Ferrell et al. (2003) determinaram que, com a redução no pH da solução, a absorção de sulfentrazone aumentou, juntamente com sua solubilidade. Por sua vez, o glyphosate não foi tão dependente do pH. O pKa do sulfentrazone é 6,5 (Grey et al., 2000), enquanto o glyphosate possui sequência de pKa (0,8; 2,3; 6,0; e 11,0), adquirindo configurações diversas em função do pH (Sprinkle et al., 1975; Coutinho & Mazo, 2005).

Desta maneira, acredita-se que em pH fisiológico o glyphosate é considerado um "zwitterion", comportando-se como ânion divalente, podendo ser fortemente complexado com alguns cátions metálicos divalentes (Devine et al., 1993). Essa molécula possui a faculdade da mudança de pólo quando atinge o citoplasma, adquirindo carga líquida negativa, promovida pela desprotonação, em decorrência do pH fisiológico, contribuindo para sua retenção no simplasto (Wauchope, 1976). Mesmo sendo retida pelo simplasto, a absorção e translocação do glyphosate foi menos afetada em função do pH que para sulfentrazone, indicando que a associação do sistema vascular junto com os plasmodesmos na translocação de glyphosate facilita o transporte dessa molécula (Jachetta et al., 1986). Esta característica do glyphosate pode ter colaborado no carreamento de outras moléculas herbicidas associadas a ele no controle das soqueiras de algodão.

Outros herbicidas chave para se obter controle satisfatório das soqueiras de algodão foram os herbicidas mimetizadores das auxinas como o 2,4-D e fluroxypyr. No caso do 2,4-D, dentre os oito tratamentos mais eficientes na destruição das soqueiras de algodão, seis deles continham herbicidas mimetizadores de auxinas.

Herbicidas hormonais como 2,4-D, dicamba, clopyralide, triclopyr, fluroxypyr e picloram são comumente usados no controle de plantas dicotiledôneas em vários sistemas de produção de monocultura. Estes herbicidas matam as plantas mudando o balanço hormonal nos

pontos meristemáticos de crescimento, causando um crescimento acelerado e posterior colapso do metabolismo, levando as plantas à morte por esgotamento.

Plantas de algodão são consideradas extremamente suscetíveis a herbicidas hormonais (Staten, 1946; Miller et al., 1963; Regier et al., 1986; Bayley et al., 1992).

Wall (1996) estudou a tolerância do algodoeiro a diferentes subdosagens de 2,4-D (9,5 a 151,2 g i.a. ha⁻¹), aplicadas duas semanas após a emergência das plântulas, no estágio de desenvolvimento de quatro a seis folhas verdadeiras. As doses corresponderam a 1,5; 3,0; 6,0; 12,0 e 24,0% daquelas recomendadas para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas em culturas de cereais (630 g i.a. ha⁻¹).

Todas as dosagens avaliadas por Wall (1996) causaram injúrias, tais como epinastia do caule e do pecíolo das folhas, rachadura e deformação da lâmina foliar, deformação da gema terminal e inibição do crescimento. A redução da área foliar variou de 39 (menor dosagem) a 78% (maior dosagem). A maior dosagem (151,2 g i.a. ha⁻¹) causou redução de 100% na produtividade e a dose de 18,9 g i.a. ha⁻¹ (3% da dose recomendada a campo) causou prejuízo de 44%, sendo o teor de óleo reduzido em 16,5%. Desta maneira, conclui que mesmo em subdoses, o algodão é extremamente sensível a aplicação de 2,4-D, sendo um herbicida não seletivo para esta cultura.

Devido a esta não seletividade dos herbicidas mimetizadores de auxinas à cultura do algodão, acredita-se que neste trabalho tais herbicidas foram essenciais na ajuda para obter controles satisfatórios das soqueiras de algodão.

3. Sinergismo e antagonismo nas misturas

Misturas de herbicidas, ou misturas com mecanismos de ação diferentes podem ter interações antagonísticas ou sinérgicas (Lich et al., 1997) quando em associação. A interação de herbicidas em combinação é descrita como antagonista se o controle obtido for menor do que o controle esperado, ou como sinérgica, se o controle obtido for maior do que o esperado. Quando o controle das plantas daninhas pela mistura é equivalente ao controle esperado, a resposta é considerada aditiva (Lich et al., 1997).

Starke & Oliver (1998) constataram efeito sinérgico do chlorimuron-ethyl em mistura no tanque com glyphosate em várias espécies daninhas e a atividade antagonística dos herbicidas acifluorfen (Jordan et al., 1997), imazaquin (Hydrick & Shaw, 1994) e metribuzin + chlorimuron-ethyl (Hydrick & Shaw, 1994), quando aplicados em mistura com glyphosate em algumas espécies daninhas.

Estas interações antagonísticas e sinérgicas entre os herbicidas avaliados neste trabalho pode ter contribuído ou não para promover controle eficaz das soqueiras de algodão.

Desta maneira, na Tabela 10 pode se visualizar o efeito, aditivo ou antagonístico entre as misturas herbicidas avaliadas na destruição de soqueiras de algodão. Os resultados foram analisados com relação a ocorrência de sinérgismo ou de antagonismo entre os tratamentos herbicidas conforme descrito em Colby (1976).

Tabela 10. Avaliação do efeito antagonístico, aditivo ou sinérgico proporcionado pelas misturas de herbicidas usados na destruição de soqueiras de algodão.

	Descrição dos tratamentos	% de Controle			Interação
		% de Controle observado	% de Controle esperado Colby	DV*	
1	2,4 -D	-	-		-
2	2,4 -D + glyphosate	99,00	97,66	1,73	Aditivo
3	2,4 -D + saflufenacil	99,25	98,29	0,83	Sinérgico
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	99,50	98,09	0,50	Sinérgico
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	98,75	98,77	1,30	Aditivo
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	98,50	98,63	1,66	Aditivo
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	87,50	98,99	3,04	Antagonístico
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil+ [imazapic + imazapyr]	100,00	99,69	0,00	Sinérgico
9	Glyphosate	-	-		-
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	55,25	57,84	1,48	Antagonístico
11	glyphosate + saflufenacil	26,00	62,33	3,67	Antagonístico
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	98,00	77,86	1,22	Sinérgico
13	glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	100,00	100,00	0,00	Aditivo
14	glyphosate + fluroxypyr	36,50	100,00	1,12	Antagonístico
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	100,00	100,00	0,00	Aditivo
16	glyphosate + dicamba	65,75	39,37	1,79	Sinérgico
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00	68,16	0,00	Sinérgico
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	67,75	64,38	1,92	Sinérgico
19	glyphosate + sulfentrazone	28,25	49,20	1,30	Antagonístico
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	99,50	98,34	0,87	Sinérgico
21	sulfentrazone	-	-		-
22	sulfentrazone + 2,4 -D	98,50	97,69	1,66	Aditivo
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	64,00	69,15	1,00	Antagonístico
24	saflufenacil	-	-		-
25	[imazapic + imazapyr]	-	-		-
26	fluroxypyr	-	-		-
27	Dicamba	-	-		-
28	Testemunha	-	-		-

**DV- desvio padrão

Pode-se perceber que, quando se compara os valores esperados de controle das soqueiras de algodão baseados no Cálculo de Colby (1976) e considerando o desvio padrão, com o controle apresentado pelos tratamentos herbicidas, houve efeito sinérgico entre as misturas: 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr] e glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D.

Constata-se desta maneira, que a maioria dos tratamentos considerados eficazes no controle das soqueiras de algodão, considerando a porcentagem de controle e velocidade de dessecação, contém herbicidas mimetizadores de auxinas em suas misturas.

Brown et al. (2004) observaram que o metsulfuron isolado, promoveu controle entre 45-60% de *Ipomoea hederacea*, e esse controle aumentou quando se utilizou a mistura metsulfuron + 2,4-D, dicamba ou fluroxypyr. Este fato igualmente acontecia no controle de *Abutilon theophrasti*, onde o metsulfuron aplicado isolado proporcionava controles entre 68-79% desta planta, e quando em mistura com herbicidas hormonais tal controle aumentava.

Isaacs et al. (2006) também observou efeito sinérgico entre 2,4-D e halosulfuron, podendo assim inferir que herbicidas hormonais quando em misturas com determinados herbicidas inibidores da enzima ALS podem promover efeito sinérgico entre as misturas.

Já para as misturas com: 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr] e sulfentrazone + 2,4-D, a porcentagem de controle esperada (Colby, 1976) adicionada ao desvio padrão foi semelhante a porcentagem de controle observada, demonstrando efeito aditivo entre os produtos.

E efeito antagonístico, foi observado nas misturas com: glyphosate + fluroxypyr, glyphosate + saflufenacil, glyphosate + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Após esta análise, pode-se inferir que as misturas entre os herbicidas testados neste trabalho e sua interação influenciaram no sucesso do controle das soqueiras de algodão.

Desta maneira, na Tabela 11 encontra-se um resumo do número de plantas rebrotadas por parcela, porcentagem de controle e tamanho de rebrote das soqueiras de algodão aos 55 DAA-B (aos 55 dias após a segunda aplicação herbicida), e ainda pode-se avaliar a velocidade de dessecação das soqueiras de algodão dos tratamentos que demonstraram níveis de controle acima de 97,00% e o tipo de interação entre as misturas herbicidas.

Tabela 11. Análise dos resultados obtidos ao final do experimento (55 DAA-B): Número de rebrote de plantas na parcela útil, porcentagem de controle das soqueiras de algodão, tamanho de rebrote, quantidade de dias suficiente para promover controle satisfatório das soqueiras de algodão e efeito aditivo, sinérgico ou antagonístico na modalidade de manejo: roçada + 2 aplicações sequencias (A/B).

Descrição dos tratamentos		Melhores tratamentos				
		PR*	% Controle	Tamanho de Rebrote (cm)	VD**	I***
1	2,4 -D	1,75 c	96,75 b	3,62 a	-	
2	2,4 -D + glyphosate	0,75 b	99,00 a	1,50 a	78	Aditivo
3	2,4 -D + saflufenacil	0,50 b	99,25 a	1,12 a	85	Sinérgico
4	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	0,50 b	99,50 a	0,93 a	88	Sinérgico
5	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	1,00 b	98,75 b	1,25 a	64	Aditivo
6	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	0,75 b	98,50 b	1,25 a	80	Aditivo
7	2,4 -D + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	3,00 d	87,50 c	19,75 b		Antagonístico
8	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil+ [imazapic + imazapyr]	0,00 a	100,00 a	0,00 a	99	Sinérgico
9	Glyphosate	8,00 f	28,25 j	43,62 e	-	-
10	glyphosate + [imazapic + imazapyr]	8,00 f	55,25 f	22,12 b	-	Antagonístico
11	glyphosate + saflufenacil	7,50 f	26,00 k	39,25 d	-	Antagonístico
12	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	1,25 b	98,00 b	3,12 a	65	Sinérgico
13	glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	0,00 a	100,00 a	0,00 a	64	Aditivo
14	glyphosate + fluroxypyr	8,00 f	36,50 i	54,62 g	-	Antagonístico
15	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	0,00 a	100,00 a	0,00 a	101	Aditivo
16	glyphosate + dicamba	6,75 e	65,75 e	24,37 c	-	Sinérgico
17	glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 a	100,00 a	0,00 a	64	Sinérgico
18	glyphosate + dicamba + [imazapic + imazapyr]	6,00 e	67,75 d	19,62 b	-	Sinérgico
19	glyphosate + sulfentrazone	8,00 f	28,25 j	50,25 f	-	Antagonístico
20	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	0,25 a	99,50 a	3,25 a	102	Sinérgico
21	sulfentrazone	7,75 f	29,20 j	62,12 h	-	-
22	sulfentrazone + 2,4 -D	1,00 b	28,25 b	50,25 a		Aditivo
23	saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	6,50 e	64,00 e	43,12 e	-	Antagonístico
24	Saflufenacil	7,50 f	47,50 g	56,37 g	-	-
25	[imazapic + imazapyr]	8,00 f	41,25 h	39,75 d	-	-
26	Fluroxypyr	0,00 a	100,00 a	0,00 a	104	-
27	Dicamba	7,25 f	65,00 e	25,87 c	-	-
28	Testemunha	8,00 f	0,00 l	114,5 h	-	-

Letras minúsculas demonstram comparação das médias por Scott Knott 0,05% na coluna.

*PR= plantas rebrotadas;

**VD=velocidade de dessecação

***I= interação.

CONCLUSÕES

Pode-se concluir, portanto, que de acordo com os resultados obtidos neste trabalho apenas uma aplicação não é o suficiente para promover níveis de controle acima de 90,00% em nenhum dos tratamentos herbicidas testados. Já em contrapartida, a aplicação sequencial (A/B) promoveu altos índices de controle sendo os tratamentos mais eficientes 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil que além de promover 100,00% de controle das soqueiras de algodão, conseguiram promover a dessecação das soqueiras em 64 dias após a roçada, sendo portanto, os mais eficientes na destruição das soqueiras de algodão indo de encontro com o requerido pelo Vazio Sanitário estipulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999. 757 p.
- BARBOSA, S. et al. **O bicudo do algodoeiro**. Brasília: EMBRAPA, DDT, 1986. p. 7 – 29.
- BECERRIL, J. M. et al. Protoporphyrin IX content correlates with activity of photobleaching herbicides, **Plant Physiology**. v. 90, n.3, p. 1175–1181, 1989.
- BESTMAN, H. D. Herbicide chlorsulfuron decreases assimilate transport out of treated leaves of field pennycress (*Thalspi arvense* L.) seedlings, **Plant Physiology**, v.93, n.4, p. 1441–1448, 1990.
- BROWN, D.W. et al. Safening grain sorghum injury from metsulfuron with growth regulator herbicides. **Weed Science**, v.52, n.3, p. 319–325, 2004.
- BUCHANAN, B. B. et al. **Biochemistry & molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2005. 1367 p.
- CAMADRO, J. et al. Kinetic studies on protoporphyrinogen oxidase inhibition by diphenyl ether herbicides, **Biochem. Journal**. v. 277, n.6, p. 17–21, 1991.
- CHAMEL, A. Foliar uptake of chemicals studied with whole plants and isolated cuticles. In: NEUMANN, P. M. (Ed.). **Plant growth and leaf-applied chemicals**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 27-50.
- COLBY, S.R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. **Weeds**. Urbana v.15, n.1, p.20-22, 1967.
- CONCENÇO, G. et al. Plasmodesmos: transporte simplástico de herbicidas na planta. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 423-432, 2007.
- COUTINHO, C. F. B.; MAZO, L. H. Metallic complexes with glyphosate: a review. **Química Nova**, v. 28, n.6, p. 1038- 1045, 2005.

CRAWFORD, K. M.; ZAMBRYSKI, P. C. Non-targeted and targeted protein movement through plasmodesmata in leaves in different developmental and physiological status. **Plant Physiology**, v. 125, n. 4, p. 1802-1812, 2001.

DENIS, M. H.; DELROT, S. Carrier-mediated uptake of glyphosate in broad bean (*Vicia faba*) via a phosphate transporter. **Physiology Plant**, v. 87. n. 3. p. 569–575, 1993.

DEVINE, M. D. **Physiology of Herbicide Action**. PTR Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993, p. 101.

FERRELL, J. A. et al. Sulfentrazone absorption by plant roots increases as soil or solution pH decreases. **Weed Science**, v. 51, n. 5, p. 826-830, 2003.

FMC Corp. **Technical bulletin of sulfentrazone**. Philadelphia: 1995. 6 p.

FONTES, E. M. G. et al. The Cotton agricultura context in Brazil. In: HILBECK, A. E.; ANDOW, D. A.; FONTES, E. M. G. **Envirenmental risk assessment of genetically modified organisms: methodologies of assessing Bt cotton in Brazil**. Oxfordshire: CAB publishing, 2006. P. 21-66.

FRANZ, J. E.; MAO, M. K.; SIKORSKI, J. A. Uptake, transport and metabolism of glyphosate in plants. In: **Glyphosate: a unique global herbicide**. Washington: American Chemical Society, 1997. p. 143-181.

GEMELLI, A. Aspectos da biologia, da detecção de resistência e associações de herbicidas visando ao controle de *Digitaria insularis* resistente ao glyphosate. Março, 2013. 89 p. Tese de Mestrado – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2013.

GREY, T. L. et al. Behavior of sulfentrazone in ionic exchange resins, electrophoresis gels, and cation-saturated soils. **Weed Science**, v. 48, n. 2, p. 239-247, 2000.

GOUGLER, J. A.; GEIGER, D. R. Uptake and distribution of N-phosphonomethylglycine in sugar beet plants. **Plant Physiology**, v. 68, n. 3, p. 668-672, 1981.

HATCH, M. D.; SLACK, C. R. **The C₄ -carboxylic acid pathway of photosynthesis. In: REINHOLD, L.; LIWSCHITZ, Y. (Eds.). Progress in phytochemistry. London: Wiley-Interscience, 1970. p. 35-106.**

HAWORTH, M., HESS, F. D. The generation of singlet oxygen (1O_2) by the nitrodiphenyl ether herbicide oxyfluorfen is independent of photosynthesis, **Plant Physiology**, v. 86, n. 3, p. 672–676, 1988.

HYDRICK, D.E.; SHAW, D.R. Sequential herbicide applications in stale seedbed soybean (*Glycine max*). **Weed Technology**, v.8, n.4, 1994.

ISAACS, M.A. et al. Halosulfuron and 2,4-D mixtures effects on common lambsquarters (*Chenopodium album* L.). **Weed Technology**, v.20, n.1, p. 137-142, 2006.

JACHETTA, J. J.; APPLEBY, A. P.; BOERSMA, L. Apoplastic and symplastic pathways of atrazine and glyphosate transport in shoots of seedling sunflower. **Plant Physiology**, v. 82, n. 4, p. 1000-1007, 1986.

JACOBS, J. M. et al. Effect of diphenyl herbicides on oxidation of protoporphyrinogen to protoporphyrin in organellar and plasma membrane enriched fractions of barley, **Plant Physiology**, v. 97, n. 1, p. 197–203, 1991.

JORDAN, D.L. et al. Influence of application variables on efficacy of glyphosate. **Weed Technology**, v.11, n. 2, p.354-362, 1997.

KNEZEVIC, S. Z. et al. Adjuvants influenced saflufenacil efficacy on fall-emerging weeds, **Weed Technology**, v. 23, n. 3, p. 340–345, 2009.

KNEZEVIC, S. Z. et al. Application timing and adjuvant type affected saflufenacil efficacy on selected broadleaf weeds, **Crop Protection**, v. 29, n. 1, p. 94–99, 2010.

KRAGLER, F. et al. MPB2C, a microtubule-associated plant protein binds to and interferes with cell-to-cell transport of Tobacco Mosaic Virus movement protein. **Plant Physiology**, v. 132, n. 4, p. 1870-1883, 2003.

KRUSE, N.D. et al. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.2, n.1, p.139-146, 2000.

LEE, H. J. et al. Cellular localization of protoporphyrinogenoxidizing activities of etiolated barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves, **Plant Physiology**, v. 102, n.4, p. 881–889, 1993.

LEITE, C. R. F. et al. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e agronômicos dos herbicidas inibidores da ALS (AHAS)**. Londrina: Grafmark, 1998. 68 p.

LICH, J.M. et al. Interaction of glyphosate with postemergence soybean (*Glycine max*) herbicides. **Weed Science**, v.45, n. 1, p.12-21, 1997.

LIEBL, R. et al. BAS 800H: a new herbicide for preplant burndown and preemergence dicot weed control, **Weed Science Society of America**, v. 48, n. 1, p. 120, 2008.

LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil type and pH on persistence and carryover of imidazolinone herbicides. **Weed Technology**, v. 7, n. 2, p. 452-458, 1993.

MAGALHÃES, P. C. et al. Efeito de doses reduzidas de glyphosate e paraquat simulando deriva na cultura do sorgo. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 255-262, 2001.

MATRINGE, M. et al. Localization within chloroplasts of protoporphyrinogen oxidase, the target enzyme for diphenylether-like herbicides, **Journal of Biological Chemistry**, v. 267, n. 9, p. 4646–4651, 1992.

NEUMANN, P. M. Agrochemicals: plant physiological and agricultural perspectives. In: NEUMANN, P. M. (Ed.). **Plant growth and leaf-applied chemicals**. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 1-13.

OLIVEIRA JR, R. S de. et al. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. 22. ed. Curitiba- PR, 2011. 348 p.

OPARKA, K. J.; ROBERTS, A. Plasmodesmata. A not so open-and -shut case. **Plant Physiology**, v. 125, n. 1, p. 123-126, 2001.

OSMOND, C. B.; SMITH, F. A. Symplastic transport of metabolites during C4-photosynthesis. In: GUNNING, B. E. S.; ROBARDS, A. W. (Eds.). **Intercellular communication in plants: studies on plasmodesmata**. New York: Springer-Verlag, 1976. p. 229-241.

PEREIRA, M. R. R. et al. Seletividade do herbicidas saflufenacil a *Eucalyptus urograndis*. **Planta Daninha**, v.29, n. 3, p. 617-624, 2011.

POLUBESOVA, T. et al. Sulfentrazone adsorbed on micelle-montmorillonite complexes for slow release in soils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 11, p. 3410-3414, 2003.

RINCON, M.; GONZALES, R.A. Aluminum partitioning in intact roots of aluminum-tolerant and aluminum-sensitive wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars. **Plant Physiology**. v. 99, n. 3, p. 1021-1028, 1992.

ROBARDS, A. W. Plasmodesmata in higher plants. In: GUNNING, B. E. S.; ROBARDS, A. W. (Eds.). **Intercellular communication in plants: studies on plasmodesmata**. New York: Springer-Verlag, 1976. p. 15- 57.

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

SPRANKLE, P. et al. Adsorption, mobility, and microbial degradation of glyphosate in the soil. **Weed Science**, v. 23, n. 3, p. 229-234, 1975.

STARKE, R.J.; OLIVER, L.R. Interaction of glyphosate with chlorimuron, fomesafen, imazethapyr and sulfentrazone. **Weed Science**, v.46, n. 6, p.652-660, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 750 p.

TAN, B.L. et al. Localization and movement of mineral oil in plants by fluorescence and confocal microscopy. **The Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 420, p. 2755-2763, 2005.

TERRY, B. R.; ROBARDS, A. W. Hydrodynamic radius alone governs the mobility of molecules through plasmodesmata. **Planta**, v. 171, n. 2, p. 145-157, 1987.

TOMQUESLKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Controle químico de soqueiras de algodoeiro em Chapadão do Sul (MS) In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2007. p. 1-4 1 CD-ROM.

VIDAL, R. **Ação dos herbicidas**. Porto Alegre: 2002. 89 p.

WAGATSUMA, T. Effect of non-metabolic conditions on the uptake of aluminum by plant roots. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 29, n. 3, p. 323-333, 1983.

WALL, D.A. Effect of sublethal dosages of 2,4-D on annual broadleaf crops. **Canadian Journal of Plant Science**, v.76, n.1, p.179-85, 1996.

WAUCHOPE, D. Acid dissociation constants of arsenic acid, methylarsonic acid (MAA), dimethylarsinic acid (cacodylic acid), and n-(phosphonomethyl)glycine (glyphosate). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 24, n. 4, p. 717-721, 1976.

WITKOWSKI, D.A et al. Inhibition of plant protoporphyrinogen oxidase by the herbicide acifluorfen- methyl. **Plant Physiology**. v. 90, n. 4, p. 1239–1242, 1989.

ZHANG, G. C.; TAYLOR, G. J. Effects of biological inhibitors on kinetics of aluminum uptake by excised roots and purified cell-wall material of aluminum-tolerant and aluminum-sensitive cultivars of *Triticum aestivum* L. **Journal Plant Physiology**, v. 138, n. 5, p. 533-539, 1991.

CAPÍTULO 3

Efeito de “carryover” dos herbicidas utilizados na destruição química de soqueiras de algodão nas culturas subsequentes de soja, milho e algodão.

CAPÍTULO 3

EFEITO DE “CARRYOVER” DOS HERBICIDAS UTILIZADOS NA DESTRUIÇÃO QUÍMICA DE SOQUEIRAS DE ALGODÃO NAS CULTURAS SUBSEQUENTES DE SOJA, MILHO E ALGODÃO.

RESUMO

Para se obter êxito na destruição total das soqueiras de algodão, muitas vezes, faz-se necessário a utilização de métodos de manejos mecânicos associado à mistura de herbicidas de vários mecanismos de ação diferentes. No entanto o uso destas misturas pode promover efeito residual no solo (“carryover”) prejudicando a cultura subsequente após o período do vazio sanitário. Devido a este problema, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de “carryover” proporcionado pelos tratamentos herbicidas que promoveram porcentagens de controle das soqueiras de algodão acima de 97,00% nas culturas subsequentes de soja, milho e algodão. Desta maneira foram instalados três experimentos fatoriais 15 x 5 em casa de vegetação, sendo quinze tratamentos herbicidas e cinco épocas de semeadura das plantas após a aplicação dos herbicidas (aos 0 dias, 30 dias, 60 dias, 90 dias e 120 dias após uma aplicação herbicida). Em cada experimento foi semeada uma cultura (soja, milho e algodão). Outros três experimentos fatoriais 15x5 foram instalados em casa de vegetação, com os mesmos herbicidas e os mesmos períodos de tempo para semeadura, mas após duas aplicações dos herbicidas. Concluiu-se que os tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + fluroxypyr e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr foram os que demonstraram menor período de permanência no solo (residual) e tiveram efeitos negativos de fitointoxicação nas plantas de soja, milho e algodão até 60 dias de maneira geral.

Palavras-chave: soqueiras de algodão, velocidade de dessecação, sinergismo.

INTRODUÇÃO

A destruição das soqueiras de algodão tem se tornado grande problema entre os produtores de algodão, devido ao aumento de insetos-praga e doenças nesta cultura. No entanto, a busca incansável por métodos de manejo mecânicos e diferentes produtos químicos que possam promover controles próximos a 100% destas plantas podem causar prejuízos não só ao ambiente, como também na semeadura das culturas subsequentes.

A permanência destes produtos químicos no solo (herbicidas) pode determinar a eficácia no controle das soqueiras de algodão e de plantas daninhas, sendo esta permanência denominada período residual. Em contrapartida, pode também determinar danos à cultura subsequente e risco de contaminação ambiental, sendo, então, denominada persistência ou “carryover” (Ross & Lembi, 1999).

A permanência de certos herbicidas no solo pode variar de acordo com a estrutura química e tipo de solo, com as condições edafoclimáticas, e a decomposição microbiana (Carvalho & Guzzo, 2008). E assim, o uso de tais herbicidas pode afetar as culturas em sucessão (Silva et al., 1999).

Porém, como as culturas respondem diferentemente quanto à sensibilidade aos herbicidas, são necessários trabalhos nesta área para identificar os danos causados nas culturas subsequentes.

Desta maneira, este trabalho teve como objetivo identificar o efeito de “carryover” promovido por herbicidas utilizados no manejo da destruição das soqueiras de algodão nas culturas subsequentes de soja, milho e algodão.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no município de Santo Antonio de Posse-SP, na Fazenda Experimental da BASF S.A (22°36'13.5"S e 46°59'05.7"W e a altitude de 658 m).

O período de condução dos ensaios foi de 10/04/2014 a 20/12/2014.

Foram instalados seis experimentos individuais a fim de verificar o efeito residual de tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão em relação ao potencial de “carryover” para as culturas de soja, milho e algodão semeadas em sucessão.

Os herbicidas e as doses utilizadas neste trabalho estão listadas na Tabela 1 e foram escolhidos em função dos experimentos conduzidos anteriormente (Capítulo 2 deste trabalho).

Tabela 1. Herbicidas utilizados na realização dos seis experimentos em casa de vegetação neste trabalho.

Produto	Ingrediente Ativo 1 (g L⁻¹ ou Kg⁻¹)	Ingrediente Ativo 2 (g L⁻¹ ou Kg⁻¹)
DMA [®] 806 BR (SL)	2,4-D (670g/L)*	
Round Up Original [®] SL	glyphosate (360g/L)*	
Heat [®] WG	saflufenacil (700g/kg)*	
Kifix [®] WG	imazapic (175g/kg)*	imazapyr (525g/kg)*
Dicamba	dicamba (480g/L)*	
Starane [®] 200 CE	fluroxypyr (200 g/L)*	
Boral [®] 500 SC	Sulfentrazone (500g/L)*	

* Equivalente ácido.

Assim, a partir dos resultados obtidos no capítulo 2, foram eleitas as misturas herbicidas que promoveram porcentagens de controle das soqueiras de algodão $\geq 97,00\%$, número de plantas rebrotadas por parcela inferior a 12,50% e tamanho de rebrote inferior a três centímetros.

Desta maneira, os tratamentos herbicidas selecionados para a realização dos ensaios de identificação dos efeitos de “carryover” estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Relação dos tratamentos herbicidas utilizados na avaliação do efeito “carryover” nas culturas de soja, milho e algodão após uma (aplicação A) e duas aplicações sequenciais (aplicação A/B) dos tratamentos.

Tratamentos	Nome comum das misturas herbicidas	Dose i.a (g/ha) Aplicação A e B
DMA 806 BR	2,4 -D	1340 g
DMA 806 BR + Round up Original	2,4 -D + glyphosate	1340 g + 720 g
DMA 806 BR + Heat	2,4 -D + saflufenacil	1340 g + 105 g
DMA 806 BR + Kifix	2,4 -D + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 105 g
DMA 806 BR + Round up Original + Heat	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil	1340 g + 720 g + 105 g
DMA 806 BR + Round up Original + Kifix	2,4 -D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 720 g + 105 g
DMA 806 BR + Round up Original + Heat+ Kifix	2,4 -D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	1340 g + 720 g + 105 g + 105 g
Round up Original + Heat + Kifix	glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	720 g + 105 g + 105 g
Round up Original + Heat + Starane	glyphosate + saflufenacil + Fluroxypyr	720 g + 105 g + 400 g
Round up Original + Starane + Kifix	glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr]	720 g + 400 g + 105 g
Round up Original + dicamba + Heat	glyphosate + dicamba + saflufenacil	720 g + 960 g + 105 g
Round up Original + Boral + DMA 806 BR	glyphosate + sulfentrazone + 2,4-D	720 g + 40 g + 1340 g
Boral + DMA 806 BR	sulfentrazone + 2,4 -D	40 g + 1340 g
Starane 200	Fluroxypyr	400 g
Testemunha sem herbicida	Testemunha sem herbicida	Testemunha sem herbicida

Todos os tratamentos herbicidas foram aplicados em associação com Dash HC 0,5 %

O material de solo utilizado foi seco, peneirado e colocado em vasos plásticos com capacidade para 3 dm³, os quais foram considerados como unidades experimentais.

A análise de solo revelou as seguintes características químicas e físicas: pH em CaCl₂ (0,01 M) de 5,4; 18,7 mmol_c dm⁻³ de H⁺+Al³⁺; 40,3 mg dm⁻³ de P; 50,0 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 28,7 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 2,4 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 27 g dm⁻³ de M.O; 15% de areia grossa; 33% de areia fina; 5% de silte; e 47% de argila.

Foram conduzidos simultaneamente seis experimentos individuais. Cada experimento foi composto por uma cultura (cultura e variedade utilizada: soja BRS 232 convencional, milho DKB 350 e algodão Fiber Max 966 LI) e uma forma de aplicação dos tratamentos herbicidas (uma única aplicação A ou duas aplicações sequenciais A/B). Em todos os experimentos, foram montados em delineamento inteiramente casualizado, composto por arranjo fatorial 15x5, com quatro repetições. Para cada experimento, os tratamentos foram constituídos pela combinação de quinze misturas herbicidas (Tabela 2) e cinco épocas de semeadura (0 dias, 30 dias, 60 dias, 90 dias e 120 dias) após a aplicação única (aplicação A) e a mesma combinação dos tratamentos herbicidas por cinco épocas de aplicação após duas aplicações sequenciais (A/B).

Para os experimentos que receberam apenas uma aplicação dos tratamentos herbicidas, a aplicação foi realizada no dia 27/04/2014 e a semeadura das culturas de soja, milho e algodão foram realizadas simultaneamente em 27/04/2014 (0 dias após a aplicação – 0 DAA), em 28/05/2014 (30 DAA), em 27/06/2014 (60 DAA), em 27/07/2014 (90 DAA) e em 27/08/2014

(120 DAA). Logo após a aplicação dos tratamentos herbicidas todos os vasos receberam lâmina de água de 5 mm. Após a irrigação, os vasos que não foram semeados permaneceram em situação de estresse hídrico até receberem a semeadura das culturas, os vasos semeados receberam lâmina de água diária de 5 mm até o final do experimento.

Para os experimentos que tiveram duas aplicações sequenciais (aplicações A/B), a primeira aplicação (A) foi realizada no dia 27/04/2014, e a segunda aplicação foi realizada 45 dias após a primeira (11/06/2014). O intervalo de 45 dias entre a primeira e a segunda aplicação foi estipulado simulando as condições reais no campo em que é necessário um intervalo de no mínimo 45 dias após a primeira aplicação do tratamento herbicida para se ter quantidade de massa foliar suficiente para a absorção dos tratamentos herbicidas da segunda aplicação.

Logo após a aplicação A dos tratamentos herbicidas, os vasos receberam irrigação com lâmina de água de 5 mm e foram deixados em repouso em situação de estresse hídrico por 45 dias até a realização da segunda aplicação (B). Após a segunda aplicação (B) foi realizada irrigação com lâmina de água de 5 mm. Os vasos que não receberam a semeadura das culturas permaneceram em situação de estresse hídrico até receberem a semeadura das culturas. Os vasos semeados receberam lâmina de água diária de 5 mm até o final do experimento.

Este procedimento de estresse hídrico, visou simular situação comum nas áreas produtoras de algodão, nas quais ocorrem períodos pronunciados de seca após a colheita e destruição química das soqueiras.

Assim, para os três experimentos com duas aplicações sequenciais (A/B) a semeadura das culturas de soja, milho e algodão foram realizadas simultaneamente aos 11/06/2014 (0 dias após a aplicação – 0 DAA), em 04/07/2014 (30 dias após a aplicação – 30 DAA), em 04/08/2014 (aos 60 dias após a aplicação – 60 DAA), em 04/09/2014 (aos 90 dias após a aplicação – 90 DAA) e em 04/10/2014 (aos 120 dias após a aplicação – 120 DAA).

Em todas as aplicações, foi utilizado um pulverizador costal de pressão constante à base de CO₂, equipado com barra munida de três pontas tipo jato leque XR-110.02, espaçadas de 50 cm entre si, sob pressão de 2,0 kgf cm⁻². Estas condições de aplicação proporcionaram o equivalente a 150 L ha⁻¹ de calda. As condições climáticas no momento das aplicações estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Condições edafoclimáticas no momento das aplicações dos tratamentos herbicidas nos seis experimentos realizados.

	1ª aplicação	2ª aplicação
Umidade relativa (%)	67	79
Temperatura (°C)	25,9	26,8
Velocidade do Vento (km h ⁻¹)	0,8	0,6
Solo	Úmido	Úmido

Foram realizadas avaliações de intoxicação nas plantas aos 14 e 29 dias após a semeadura (DAS) da soja, milho e algodão por meio de uma escala de 0 a 100%, onde 0% representa ausência de sintomas, e 100% representa morte total das plantas. Aos 30 DAS, final do experimento, foram avaliados o número de plantas emergidas, altura das plantas e biomassa.

Os dados de biomassa e altura foram corrigidos para valores percentuais, partindo-se do princípio de que os vasos que permaneceram sem aplicação de herbicida (testemunha) produziram 100% de biomassa, e os demais percentuais dessa biomassa, em consequência da redução imposta pelo herbicida.

Assim, dados de fitointoxicação, altura e biomassa foram submetidos à análise de variância (teste F, α 5%), e desdobrados em regressões, em função dos períodos testados (Programa estatístico Sigmaplot). Os dados de número de plantas emergidas, toxicidade das plantas, biomassa e altura foram ainda comparados com a testemunha sem aplicação pelo Teste de Dunnett a 5% de probabilidade (Assistat).

Para as variáveis altura, biomassa e intoxicação foram utilizados os modelos de regressão ajustados abaixo:

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (3 parâmetros)

$$y = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = altura, biomassa e/ou intoxicação

x = dias após a semeadura

a, x₀ e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação)

x₀ = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x_0

Modelo Sigmoidal de Boltzmann (3 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a - y_0}{1 + e^{-\left(\frac{x-x_0}{b}\right)}}$$

Em que:

y = altura, biomassa e/ou intoxicação

x = dias após a semeadura

a, x_0 e b = parâmetro estimados da equação, de tal forma que:

y_0 = valor mínimo de altura, biomassa e/ou intoxicação

a = assíntota máxima da função (valor máximo de altura, biomassa e/ou intoxicação)

x_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da “a”;

b = declividade da curva ao redor de x_0

Modelo Logístico de Streibig (1988) (3 parâmetros)

$$y = \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{X_0}\right)^b\right]}$$

Em que:

y = porcentagem de altura, biomassa e/ou intoxicação

x = dias antes da semeadura;

a, X_0 e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

X_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;

b = declividade da curva ao redor de X_0 .

Modelo Logístico de Streibig (1988) (4 parâmetros)

$$y = y_0 + \frac{a}{\left[1 + \left(\frac{x}{X_0}\right)^b\right]}$$

Em que:

y = porcentagem de altura, biomassa e intoxicação

x = dias antes da semeadura;

a, X_0 e b = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

y_0 = valor mínimo da altura, biomassa e/ou intoxicação

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);
 $X0$ = “dias” que proporcionam 50% do valor da assíntota máxima da função;
 b = declividade da curva ao redor de $X0$.

Modelo Exponencial (2 parâmetros)

$$y = a e^{-bx}$$

Em que:

y = porcentagem de altura, biomassa e/ou intoxicação

x = dias antes da sementeira;

a , = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

Modelo Simétrico (3 parâmetros)

$$y = a \left| x - x_0 \right|^b$$

Em que:

y = porcentagem de altura, biomassa e/ou intoxicação

x = dias antes da sementeira;

a e x_0 , = parâmetros estimados da equação, de tal forma que:

a = assíntota máxima da função (maior porcentagem de altura, biomassa e intoxicação);

x_0 = “dias” que proporcionam 50% do valor da “ a ”;

Assim, para considerar as plantas de soja, milho e algodão isentas do efeito residual (“carryover”) dos herbicidas e determinar o intervalo de segurança para a sementeira das culturas, considerou-se como tolerável, neste trabalho, os seguintes critérios: Fitointoxicação – aceitável até 10%; Altura de plantas - redução de no máximo 10% em relação à altura da testemunha; Acúmulo de biomassa - redução de no máximo 10% em relação à biomassa da testemunha.

Com base nestes dados, foi possível identificar o número de dias necessários após a aplicação A e A/B, para que se realize a sementeira da soja, milho e algodão sem ter sintomas de interferência dos tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão do ciclo anterior. Este período de dias foi denominado Intervalo de Segurança (IS).

Depois que foram calculados os intervalos de segurança para os dados de fitointoxicação, altura relativa e biomassa relativa, foi eleito como IS (Intervalo de segurança) aquele que apresentou maior número de dias após a sementeira das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise estatística realizada neste trabalho, nota-se que atividade residual dos tratamentos herbicidas avaliados visando à destruição das soqueiras de algodão, influenciou negativamente as culturas subsequentes de soja, milho e algodão tanto quando realizada apenas uma aplicação (A) dos tratamentos, quanto em aplicação sequencial (A/B).

Desta maneira, estão discutidos abaixo os dados e intervalos de segurança (IS) necessários para realização da semeadura das culturas em questão, livre do efeito residual (“carryover”) proporcionado pelos tratamentos herbicidas testados.

1. Efeito de “carryover” proporcionado por tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão na cultura da soja.

1.1 Efeito de “carryover” proporcionado por uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas na cultura da soja em sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura das plantas e massa seca estão dispostos nas Tabelas 4, 5 e 6 e as estimativas dos parâmetros referentes ao modelo de regressão utilizado estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

Observa-se que na semeadura aos 0 DAA todos os tratamentos herbicidas demonstraram sintomas de intoxicação visual nas plantas de soja (Tabela 4), em níveis $\geq 9,25\%$. Observa-se que, com o passar dos dias, os tratamentos herbicidas começam a perder seu residual no solo e aos 30 DAA já é possível identificar que o tratamento 2,4-D e o glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr apresentam níveis de fitointoxicação visual $\leq 8,25\%$, sendo semelhantes à testemunha sem herbicida (Tabela 4).

As injúrias de redução no porte, clorose de folhas e engrossamento da parte basal do caule provocadas pelo tratamento 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + sulfentrazone atingiram níveis inferiores a 6,00%, sendo consideradas, aos 60 dias após a aplicação, semelhantes à testemunha sem herbicida.

Além destes tratamentos, observa-se que após 90 dias da aplicação do tratamento herbicida, as plantas de soja demonstravam porcentagens de injúrias superiores a 4,00% apenas nos tratamentos 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone e glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Tabela 4. Dados de % de fitointoxicação nas plantas de soja nas semeaduras realizadas aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após a aplicação (aplicação A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de fitointoxicação nas plantas de soja				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	33,75 -	5,5 +	5,25 +	0,50 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate	70,75 -	73,50 -	2,25 +	0,25 +	0,00 +
2,4-D + saflufenacil	89,75 -	89,25 -	31,00 -	2,50 +	1,25 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	89,75 -	90,75 -	52,00 -	4,00 -	0,25 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	40,25 -	40,25 -	1,75 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	75,25 -	60,50 -	36,50 -	1,25 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	83,75 -	62,50 -	7,00 -	0,75 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	78,25 -	73,00 -	43,75 -	6,00 -	1,25 +
2,4-D + sulfentrazone	91,50 -	75,50 -	34,25 -	0,00 +	0,00 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	9,25 -	8,25 +	1,75 +	0,00 +	0,00 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	50,00 -	46,75 -	31,50 -	1,00 +	0,00 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00 -	98,00 -	89,00 -	80,00 -	9,75 -
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	69,75 -	68,25 -	33,75 -	4,75 -	2,00 +
Fluroxypyr	68,75 -	63,25 -	7,00 +	0,50 +	0,00 +
Testemunha	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +
CV%	6,11	8,41	11,31	25,50	103,45
DMS	8,03	9,94	5,89	3,58	2,074

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Aos 120 DAA o único tratamento que demonstrou sintomas de injúrias com menor porte das plantas foi a mistura glyphosate + dicamba + saflufenacil (Tabela 4).

Apesar do dicamba ser um herbicida mimetizador de auxinas como o 2,4-D, percebe-se neste trabalho, que o efeito residual do dicamba prevaleceu em relação a qualquer mistura contendo o herbicida 2,4-D.

O dicamba possui maior solubilidade em água, menor valor de K_{ow} (coeficiente de partição octanol-água) e menor valor de sorção ao solo (K_d) ou à matéria orgânica (K_{oc}) o que implica em maior disponibilidade do herbicida na solução do solo e, conseqüentemente, maior atividade residual (Oliveira Jr. et al., 2001; Senseman, 2007; Villaverde et al., 2008; Rodrigues & Almeida, 2011), o que pode ter colaborado para visualização das injúrias até os 120 dias após a aplicação da mistura glyphosate + dicamba + saflufenacil.

Nas Figuras 1, 2 e 3, observam-se linhas pontilhadas em vermelho que indicam os intervalos nos quais os valores de fitointoxicação das plantas estão dentro dos parâmetros considerados aceitáveis no presente trabalho (até 10%). Pode-se visualizar assim, que, com o passar do tempo, a intoxicação das plantas de soja devido ao efeito residual dos herbicidas no solo começa a diminuir drasticamente aos 60 dias após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

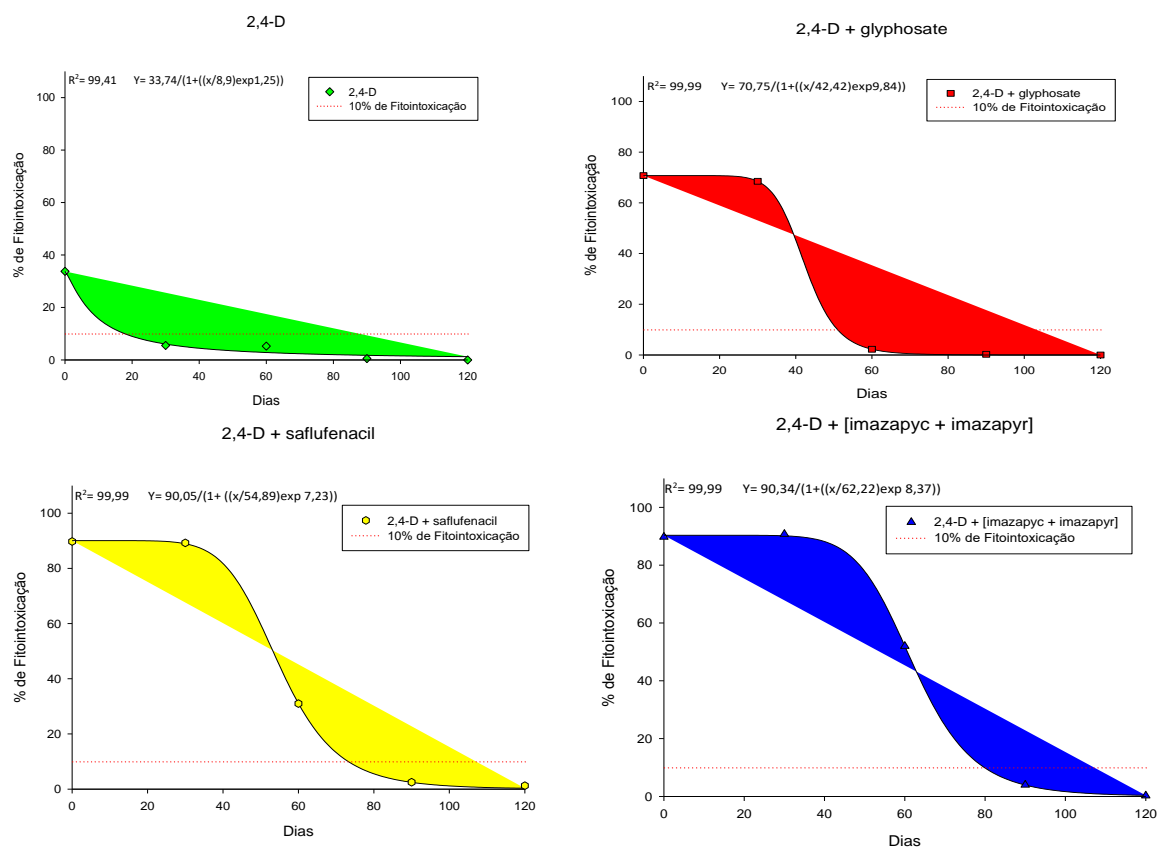


Figura 1. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Há uma diferença significativa na intoxicação visual entre os tratamentos herbicidas 2,4-D e 2,4-D + glyphosate (Figura 1), que demonstra que quando em mistura (2,4-D + glyphosate) há um aumento na intoxicação e um prolongamento dos sintomas de injúria nas plantas de soja.

Apesar de o glyphosate ser rapidamente adsorvido aos coloides e degradado por microrganismos no solo a produtos não fitotóxicos, ainda possui meia-vida média de 60 dias (Hoagland & Duke, 1981). Eugley & Willians (1978) presumiam que quando utilizado em doses normais, o glyphosate não apresentava efeitos fitotóxicos nas plantas, o que não acontece neste trabalho, pois a dose utilizada de glyphosate em associação com o 2,4-D é de 720 g + 1340 g ha⁻¹, superior ao praticado normalmente no campo.

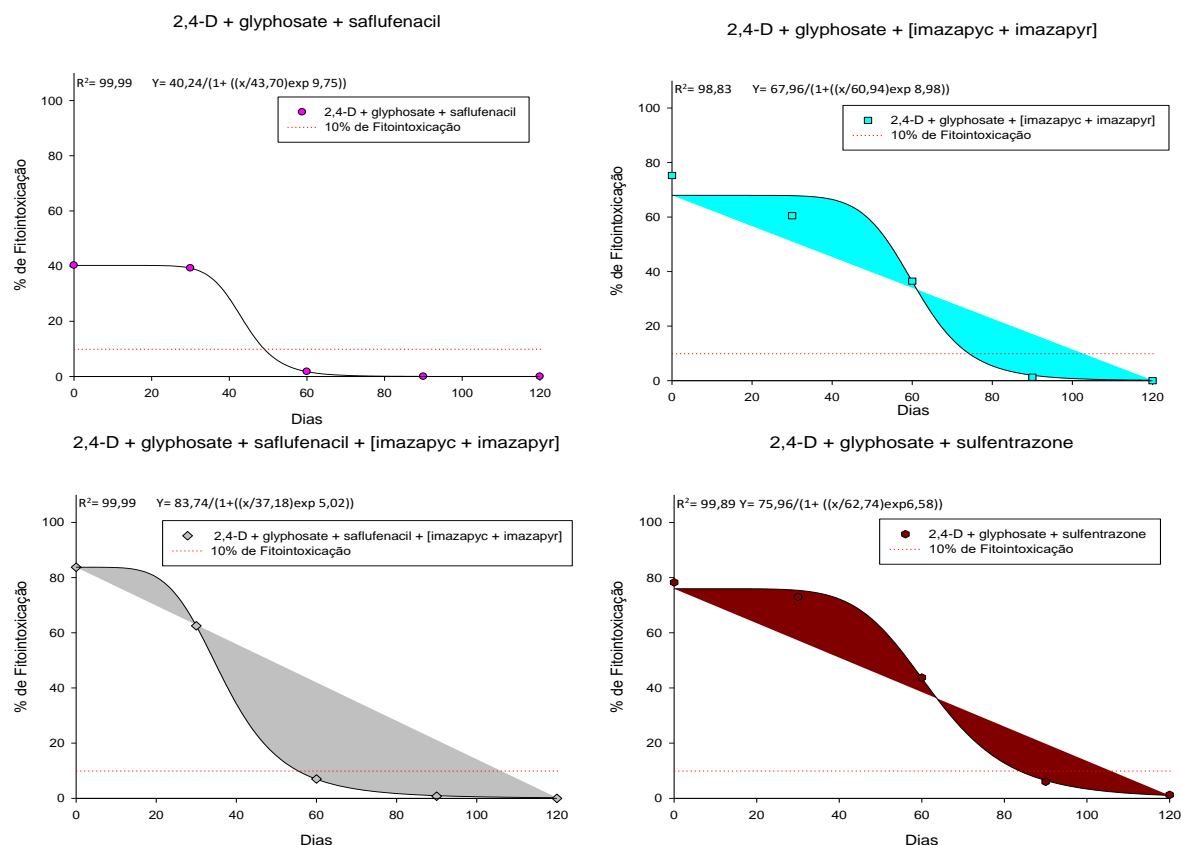


Figura 2. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Os modelos ajustados na Figura 2 indicam que a semeadura mais próxima às aplicações dos tratamentos herbicidas, acarretam em maior fitointoxicação das plantas de soja, sendo, portanto, necessário intervalo de segurança superior a 48 dias para os tratamentos contendo as misturas herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Tratamentos como glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, apesar de não demonstrar sintomas visuais tão severos nas plantas de soja na semeadura logo após a aplicação (Figura 3), necessitam de precaução, pois podem apresentar sintomas como redução da massa seca e na altura das plantas ao final do experimento (Tabela 5 e 6).

Nota-se ainda que os efeitos fitotóxicos dos tratamentos 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr são atenuados apenas a partir dos 60 dias, chegando a atingir intervalos de segurança

superiores ao período máximo avaliado neste trabalho (≥ 120 dias) para o tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil (Figura 3).

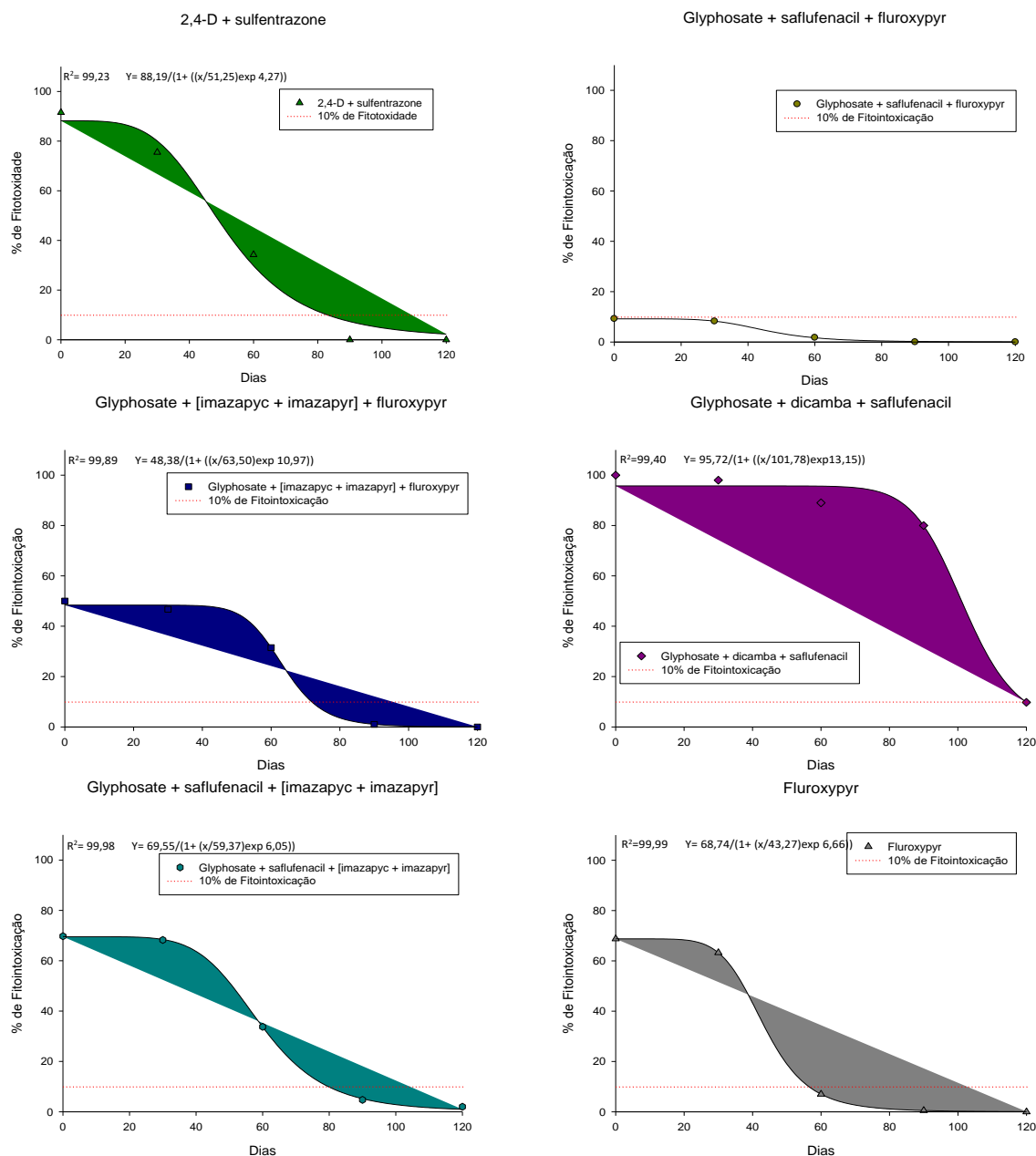


Figura 3. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Quando considerada a altura das plantas de soja com apenas uma aplicação dos tratamentos herbicidas (A), é evidente que as diferentes misturas avaliadas neste trabalho provocam diferença na altura das plantas de soja quando a semeadura é realizada logo após a aplicação (0 DAA) e mesmo quando a semeadura foi realizada aos 30, 60, 90 e 120 DAA ainda foi possível observar efeito negativo dos herbicidas na altura das plantas de soja (Tabela 5).

Na semeadura da soja realizada aos 0 DAA é possível visualizar nas plantas semeadas nos vasos que receberam glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, altura semelhante à testemunha sem herbicida, comprovando a baixa fitointoxicação visual observada na semeadura aos 0 DAA (inferior a 10,00%) (Tabela 5).

Para os demais tratamentos, o reflexo da intoxicação na altura das plantas é significativo e perdura por mais de 90 dias.

Os efeitos da intoxicação dos tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr necessitaram de períodos de 17 a 79 dias para se dissipar (Tabela 5), enquanto na semeadura realizada aos 90 dias o único tratamento que ainda apresentava efeito sobre a altura das plantas de soja foi o glyphosate + dicamba + saflufenacil.

Tabela 5. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após uma aplicação (aplicação A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de altura nas plantas de soja									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	77,25	-	98,89	+	94,74	+	94,76	+	98,67	+
2,4-D + glyphosate	27,10	-	22,92	-	93,43	+	94,07	+	100,00	+
2,4-D + saflufenacil	7,16	-	9,11	-	49,23	-	96,35	+	99,77	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	4,98	-	12,70	-	49,89	-	96,81	+	94,24	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	73,20	-	63,81	-	100,00	+	95,44	+	92,69	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	30,84	-	45,30	-	56,67	-	92,93	+	99,33	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	33,33	-	41,98	-	92,34	+	96,97	+	97,56	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	28,34	-	39,22	-	58,42	-	98,40	+	96,90	+
2,4-D + sulfentrazone	8,72	-	30,11	-	59,29	-	100,00	+	90,48	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	84,11	+	94,75	+	98,90	+	92,71	+	97,78	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	52,00	-	53,03	-	67,17	-	90,00	+	89,82	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00	-	1,38	-	10,72	-	43,28	-	100,00	+
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	39,56	-	51,93	-	71,33	-	91,11	+	90,70	+
Fluroxypyr	36,44	-	51,93	-	91,02	+	93,16	+	97,78	+
Testemunha	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
CV%	25,13		18,84		8,29		6,43		7,12	
DMS	21,27		18,69		12,54		12,34		14,27	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Dentre os modelos de regressão ajustados para a variável resposta altura, nas Figuras 4, 5 e 6 é possível visualizar que o efeito dos herbicidas na altura das plantas de soja é muito pronunciado quando a semeadura é realizada aos 0 dias após a aplicação (0 DAA) e este efeito começa a se dissipar, para a maioria dos tratamentos, apenas após aos 60 dias, ou seja, o intervalo de segurança (IS) para a realização da semeadura da cultura da soja é acima de 60 dias para a maioria dos tratamentos utilizados na destruição das soqueiras de algodão neste trabalho.

O 2,4-D aplicado isolado promoveu altura semelhante à testemunha na semeadura aos 0 DAA, o que se deve provavelmente ao sintoma de estiolamento observado neste tratamento.

O 2,4-D apresenta solubilidade de 600 mg L^{-1} , $pka = 2,8$ e Koc médio de 20 mL g^{-1} de solo (Rodrigues & Almeida, 2005) e persistência curta no solo, com média de 30 dias. Desta maneira, como o 2,4-D é um herbicida de meia-vida relativamente curta no solo, pode-se perceber neste trabalho que promove estiolamento e não observando redução do porte das plantas (Figura 1).

Sabe-se que a mistura herbicida 2,4-D + glyphosate apresenta efeito sinérgico quando utilizada no controle de plantas daninhas. Takano et al. (2013) após conduzirem estudos para avaliar a eficiência dos herbicidas glyphosate e 2,4-D em plantas daninhas de difícil controle, verificaram que uso de glyphosate em associação com 2,4-D promovia um controle superior àquele obtido pelos tratamentos de glyphosate e 2,4-D isolados, comprovando o sinérgismo dessa mistura. No presente trabalho, foi comprovado que há efeito sinérgico entre esta mistura para o controle das soqueiras de algodão (Capítulo 2) e a mistura destes dois herbicidas promove maior efeito negativo sobre as plantas de soja, provavelmente devido ao efeito de algum subproduto que permanece ativo no solo.

Na Figura 4, visualiza-se que, quando se utilizou o 2,4-D isolado, o efeito sobre a altura das plantas de soja é aceitável e inferior a 10% a partir de dois dias após a aplicação (Figura 4). Em contrapartida, com a utilização da mistura 2,4-D + glyphosate observou-se efeito residual prolongado no solo atingindo valores $\leq 10,00\%$ sobre a altura das plantas apenas aos 62 dias.

Da mesma forma, Da Silva et al. (2015) em estudos de persistência no solo da mistura 2,4-D + glyphosate e conseqüente efeitos fitotóxicos na cultura da soja, identificaram que o peso da massa seca tanto da parte aérea quanto da raiz foi mais afetado pelo residual da mistura herbicida do que quando os herbicidas foram aplicados isoladamente.

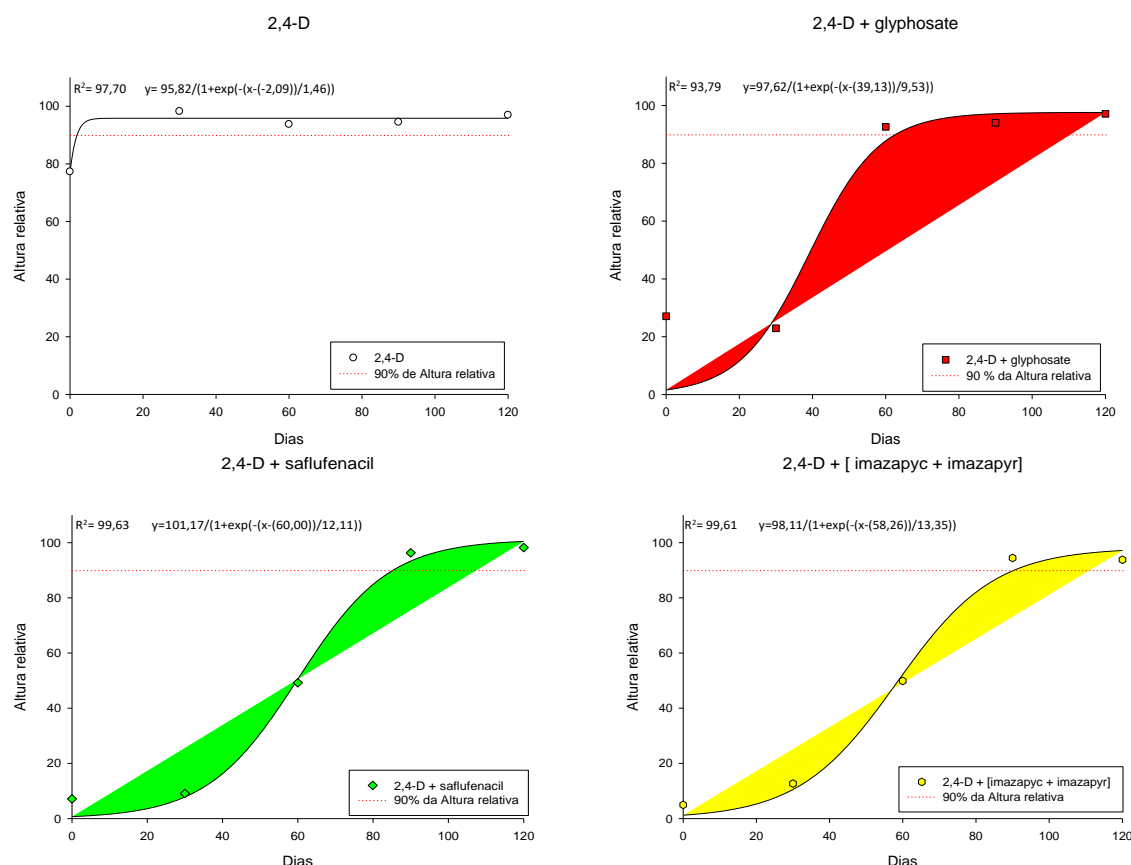


Figura 4. Altura relativa das plantas de soja (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Nos modelos de regressão ajustados na Figura 5, percebe-se que os tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone necessitam de maior tempo no solo para se dissipar e não provocar efeitos negativos nas plantas de soja.

Provavelmente este comportamento pode ter sido ocasionado pela presença de [imazapic + imazapyr] e sulfentrazone nas misturas.

O imazapyr e imazapic pertencem ao grupo químico das imidazolinonas e são caracterizados pela eficácia em baixas doses e pela longa persistência no solo (Shaw & Wixson, 1991; Loux & Reese, 1993). Estudos indicam ainda que a persistência de ambos herbicidas no solo é influenciada pelas propriedades do solo como pH (Loux & Reese, 1992), umidade (Baughman & Shaw, 1996), teor de matéria orgânica (Stougaard et al., 1990) e ainda apresentam limitada biodegradação quando em condições anaeróbicas (Vencill, 2002).

O imazapyr é um herbicida utilizado normalmente em pós-emergência, apresentando ação residual longa, que pode variar em função da dose utilizada, do tipo de solo e das condições ambientais (Rodrigues & Almeida, 2005).

Por causa da presença do ácido carboxílico e do grupo funcional básico da piridina, o imazapyr apresenta comportamento no solo dependente do pH, enquanto os teores de matéria orgânica e óxidos de ferro são importantes para entender o movimento desse produto no solo, uma vez que os processos de dessorção são diretamente influenciados por essas características do substrato (Pusino et al., 1997).

O imazapic apresenta meia-vida no solo ($t_{1/2}$) maior que 180 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais (Rodrigues & Almeida, 2005).

O sulfentrazone apresenta maior persistência no solo do que outros herbicidas como o glyphosate e 2,4-D, como visto neste trabalho. Reddy & Locke (1998) observaram que, independentemente do tipo de manejo, a taxa de sorção de sulfentrazone foi maior no solo argiloso e a dessorção se deu de forma bem lenta. Segundo esses autores, a alta sorção e baixa dessorção garantem ao sulfentrazone longa permanência no solo, a qual é favorecida também pela sua baixa mineralização.

Desta maneira, a interferência nas plantas de soja observada por ambos os tratamentos pode ter sido influenciada pela presença do sulfentrazone, imazapic e imazapyr (Figura 5).

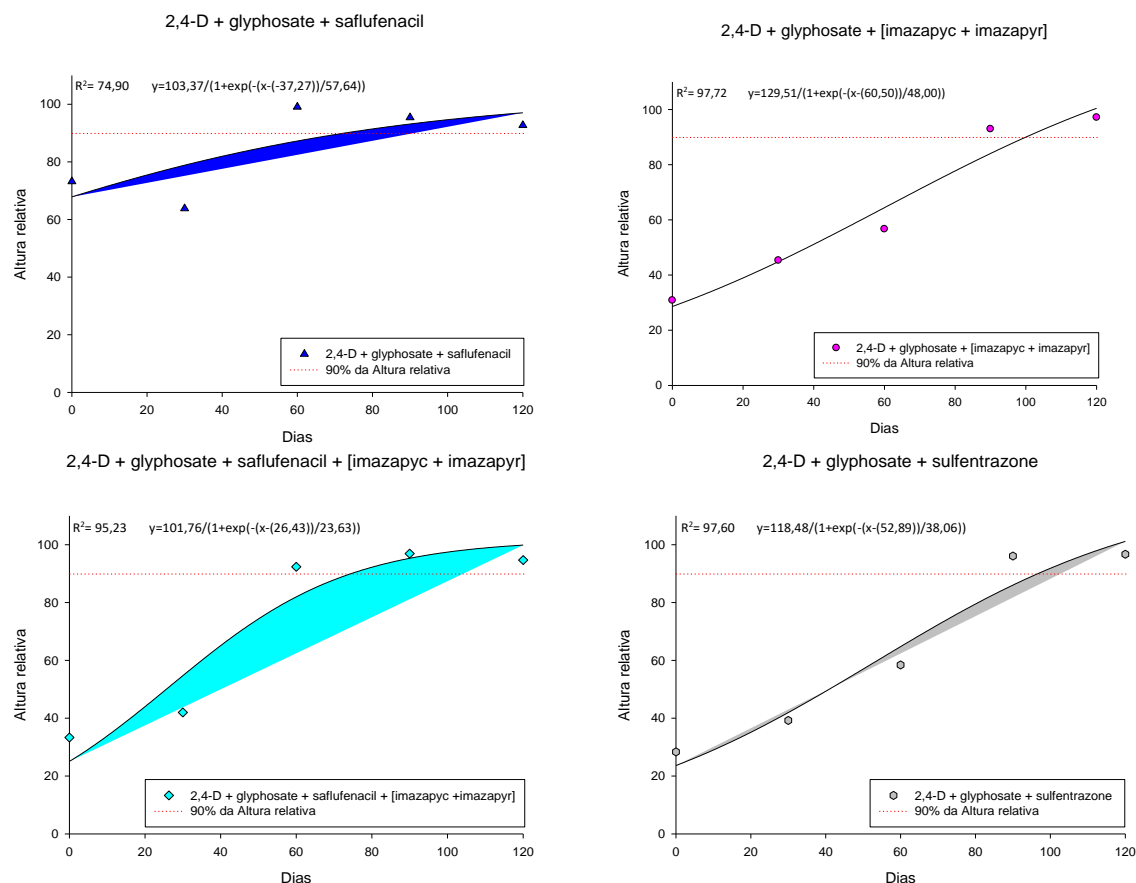


Figura 5. Altura relativa das plantas de soja (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) em função pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

A mistura glyphosate + dicamba + saflufenacil provocou grande redução do porte das plantas de soja mesmo após 100 dias da aplicação, enquanto o tratamento glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr não interferiu na altura das plantas de soja nem na semeadura aos 0 DAA, demonstrando que o efeito pronunciado de redução do porte das plantas foi ocasionado pela presença do dicamba na mistura glyphosate + saflufenacil (Figura 6).

O fato do dicamba apresentar menor valor de Kow (coeficiente de partição octanol-água), menor valor de sorção ao solo (Kd) ou à matéria orgânica (Koc) e maior solubilidade em água implica em maior disponibilidade do herbicida na solução do solo e, conseqüentemente, maior atividade residual (Oliveira Jr. et al., 2001; Senseman, 2007; Villaverde et al., 2008; Rodrigues & Almeida, 2011) quando comparado ao herbicida 2,4-D e estas características podem ter aumentado os níveis de injúrias do herbicida às plantas de soja.

O fato do dicamba ter menor sorção faz com que ele esteja mais disponível na solução do solo e portanto, mais facilmente lixiviável também. Assim, a total disponibilidade logo após a aplicação proporciona maior efeito negativo sobre as plantas de soja neste trabalho, no entanto

o efeito prologando pode ter sido ocasionado pelo acúmulo do produto após sua lixiviação no fundo dos vasos.

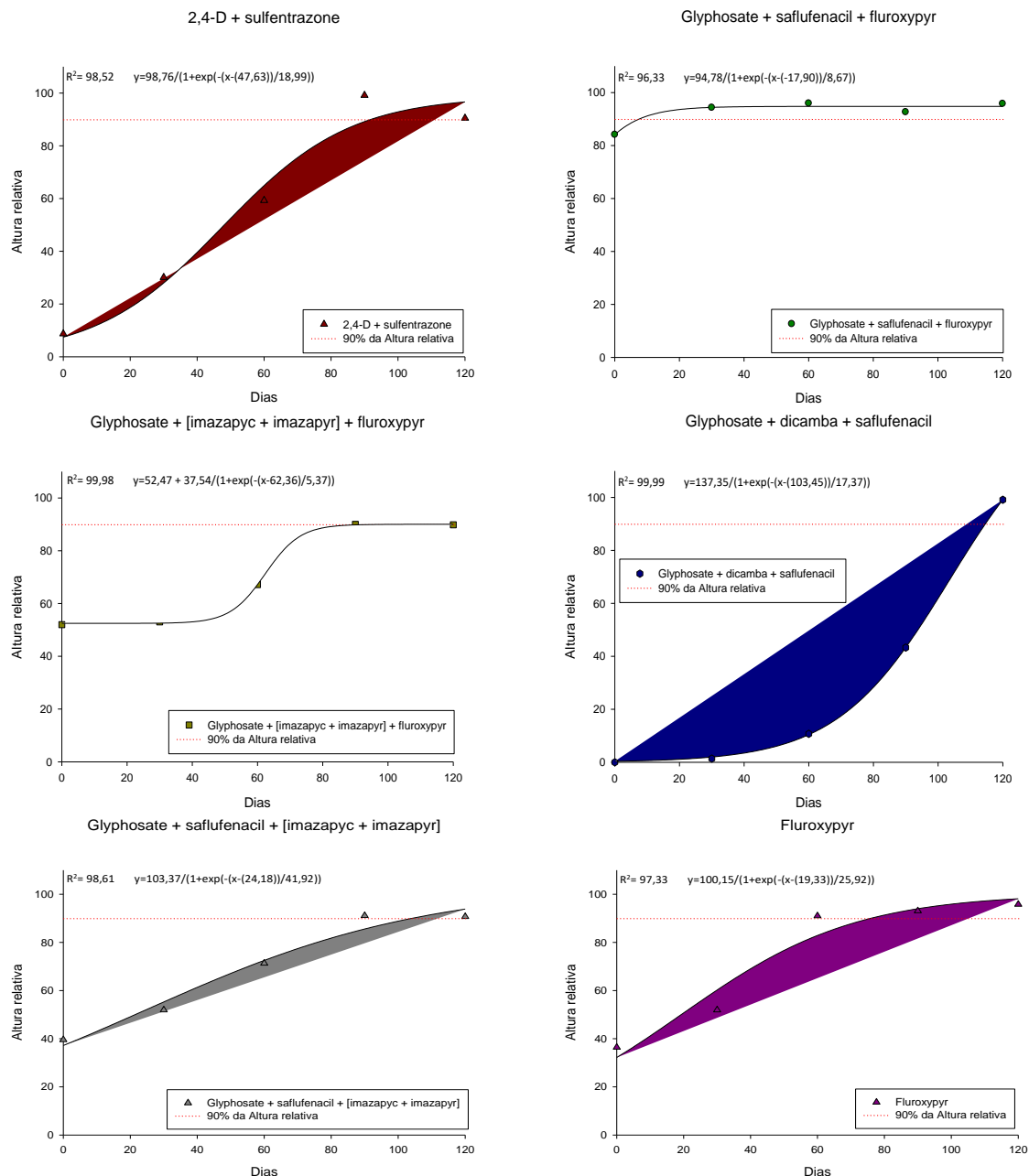


Figura 6. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Além dos dados de altura e fitointoxicação, na Tabela 6 pode-se visualizar os dados de biomassa relativa da parte aérea ao final do experimento.

Tabela 6. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em sementeiras realizadas aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após a uma aplicação (aplicação A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de Massa seca das plantas de soja				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	77,34 -	100,00 +	100,00 +	100,00 +	98,66 +
2,4-D + glyphosate	29,94 -	41,23 -	97,34 +	99,54 +	96,06 +
2,4-D + saflufenacil	20,38 -	23,50 -	79,91 -	96,24 +	95,64 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	17,29 -	30,25 -	68,98 -	100,00 +	97,28 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	64,47 -	83,39 +	99,23 +	97,67 +	92,44 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	40,67 -	61,38 -	72,37 -	97,28 +	96,52 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	42,66 -	47,11 -	98,42 +	100,00 +	94,88 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	35,19 -	55,55 -	75,94 -	99,98 +	93,14 +
2,4-D + sulfentrazone	12,20 -	44,13 -	68,69 -	100,00 +	93,42 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	75,63 -	97,77 +	100,00 +	96,23 +	92,72 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	62,49 -	65,24 -	83,16 -	96,61 +	97,84 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 -	2,53 -	13,19 -	58,39 -	95,14 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	47,84 -	72,70 -	75,35 -	100,00 +	94,88 +
Fluroxypyr	47,41 -	73,28 -	98,29 +	97,33 +	98,20 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV (%)	23,55	20,40	8,14	7,33	6,10
DMS	22,01	25,34	13,87	14,64	12,12

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Percebe-se ao avaliar a massa seca relativa dos tratamentos comparado à testemunha, que quando realizado a semeadura da soja após a aplicação dos tratamentos herbicidas (0 DAA), houve efeito pronunciado e negativo de todos as misturas herbicidas sobre a biomassa das plantas de soja (Tabela 6).

Da mesma forma, quando realizada a semeadura aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas, as únicas misturas que apresentaram resultado semelhante à testemunha foram: 2,4-D, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr. Os demais tratamentos mesmo após 30 DAA ainda apresentaram redução da massa seca das plantas de soja (Tabela 6).

Apenas aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas foi possível observar que o efeito fitotóxico de redução na massa seca nas plantas começou a se dissipar, tendo em sua maioria na semeadura aos 90 DAA apenas efeito de redução na massa seca no tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil.

Nas Figuras 7, 8 e 9 pode-se observar os modelos de regressão ajustados para o efeito de redução de massa seca proporcionado pelos tratamentos herbicidas. A mesma tendência vista nos modelos de regressão para as variáveis fitointoxicação e altura das plantas foi também observado nos resultados de biomassa. Assim, quando adicionado o 2,4 -D ao glyphosate, a permanência do solo da mistura aumenta significativamente, sendo maior do que o demonstrado pelos produtos isolados, tendo, esta mistura, efeito no acúmulo de massa seca das plantas de soja considerado como aceitável ($\leq 10,00$) apenas após 84 dias, enquanto para 2,4-D isolado já não há nenhum efeito na massa seca das plantas de soja após 8 dias da aplicação (Figura 7).

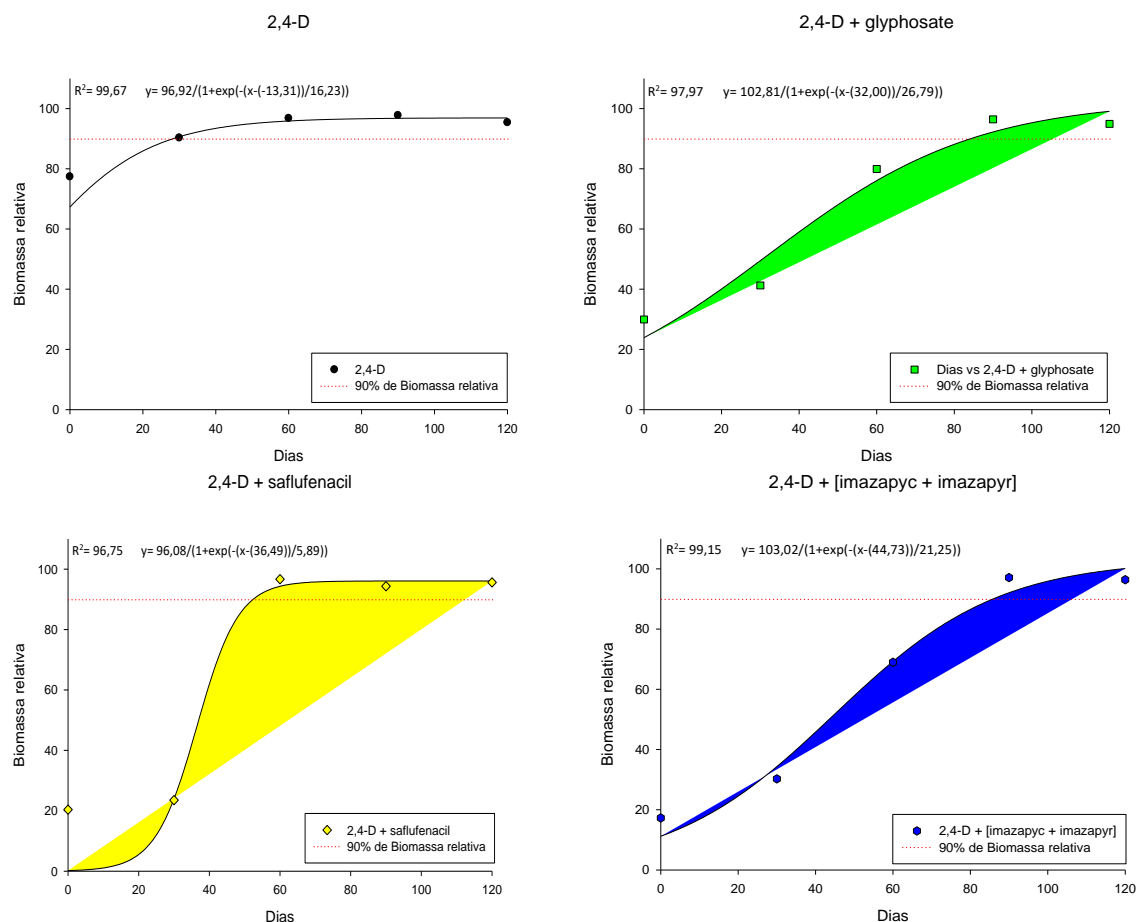


Figura 7. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Há uma tendência do tratamento 2,4-D + [imazapic + imazapyr] apresentar residual mais prolongado em comparação às misturas 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate devido à presença do [imazapic + imazapyr] como comentado anteriormente neste trabalho, que são herbicidas que apresentam residual maior no solo devido às características de suas moléculas.

No caso do imazapyr, a presença do ácido carboxílico e do grupo funcional básico da piridina faz com que este herbicida tenha um comportamento no solo dependente do pH (Pusino et al., 1997). Monquero et al. (2010) avaliando a persistência do imazapyr em diferentes faixas de pH e a lixiviação em diferentes profundidades do perfil do solo, verificaram maior persistência deste produto nas camadas superiores do solo quando em pH 4,7, afetando negativamente as plantas bioindicadoras por períodos de até 210 dias, enquanto em pH 6,0 este efeito se dissipava no perfil do solo, descendo em profundidade afetando as plantas bioindicadoras em até 150 dias.

Desta maneira, neste trabalho pode-se perceber que a mistura com [imazapic + imazapyr] afetou a massa seca das plantas de soja até 85 dias após a aplicação dos tratamentos,

apresentando potencial de “carryover” muito superior aos tratamentos com 2,4-D, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil entre outros (Figuras 7, 8 e 9).

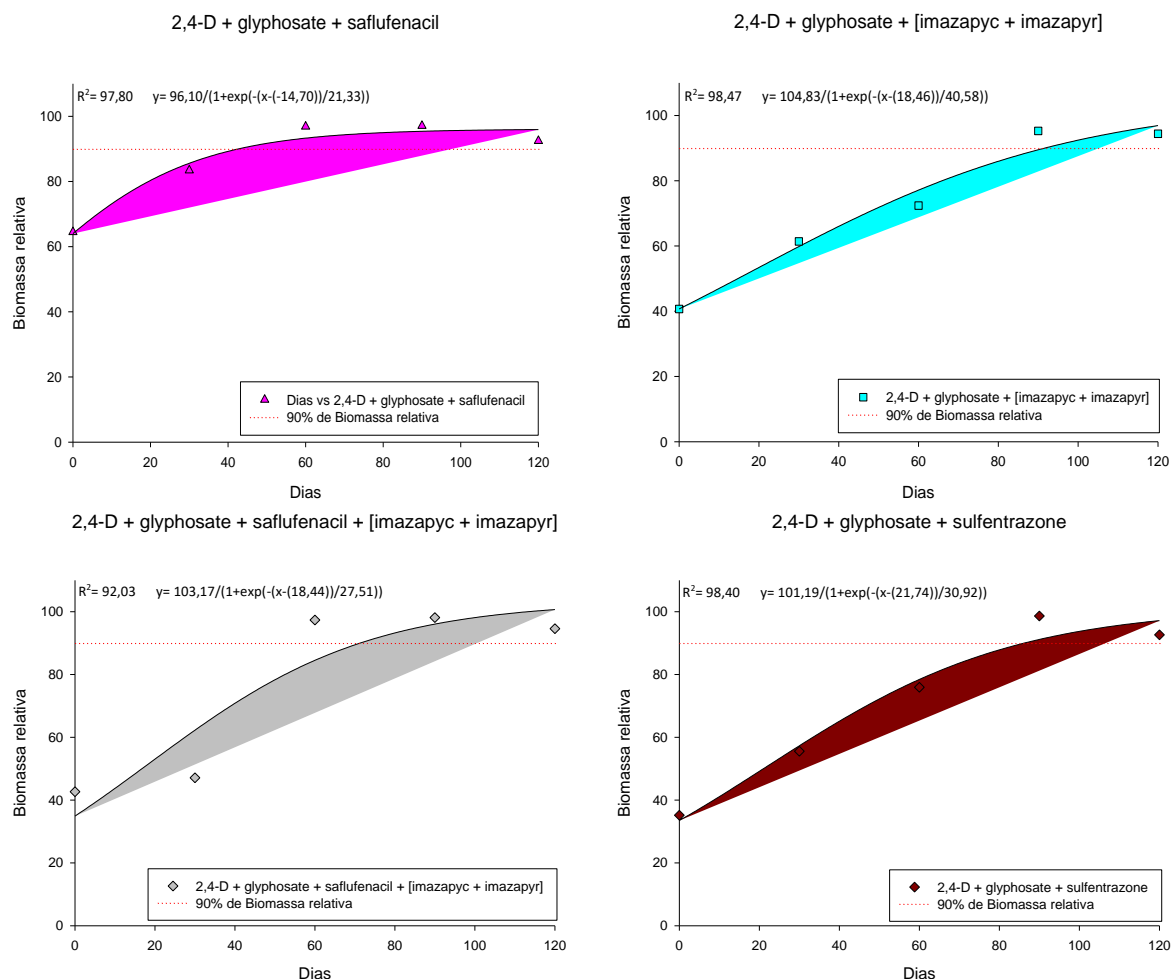


Figura 8. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Da mesma maneira que as outras variáveis-resposta (altura e fitointoxicação), percebe-se maior dissipação dos efeitos dos tratamentos herbicidas apenas após os 60 DAA. Em contrapartida, os tratamentos como 2,4-D, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr apresentaram intervalos de segurança inferiores, de 28, 42 e 10 dias, respectivamente (Figura 9 e Tabela 7).

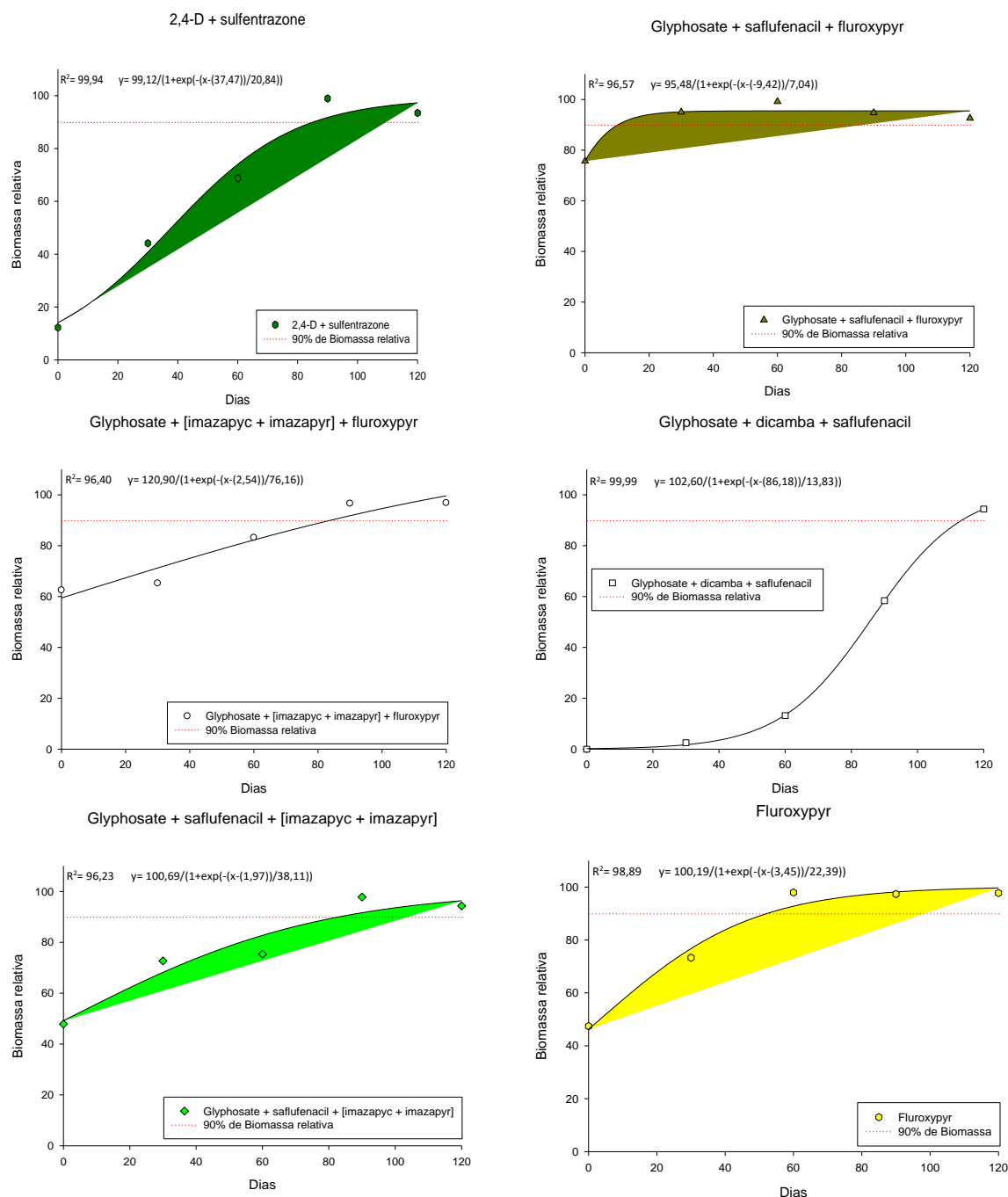


Figura 9. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

De acordo com os modelos de regressão ajustados para as variáveis-resposta fitointoxicação das plantas de soja, altura relativa e biomassa relativa das plantas de soja foi possível estimar o período de dias para estabelecer o intervalo de segurança (IS) entre a aplicação dos tratamentos herbicidas e a semeadura da soja (Tabela 7).

Tabela 7. Intervalo de segurança estimado após uma única aplicação dos tratamentos herbicidas (A) testados neste trabalho para a semeadura da cultura de soja baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e Matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para soja (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	17	2	28
2,4-D + glyphosate	51	62	84
2,4-D + saflufenacil	73	85	52
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	79	89	85
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	49	71	42
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	74	100	91
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	55	74	71
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	83	96	85
2,4-D + sulfentrazone	83	92	85
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	0	8	10
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	71	108	83
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	120	115	113
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	79	76	82
Fluroxypyr	56	103	89
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas.

Desta maneira, de acordo com a Tabela 7, considerando o maior intervalo de segurança de acordo com os diferentes modelos de regressão ajustados, pode-se dizer que os tratamentos que apresentaram menor residual no solo e menor período de efeito negativo sobre as plantas de soja após uma aplicação (A) das misturas herbicidas foram: 2,4-D (28 dias), glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr (10 dias) e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (71 dias).

1.2.Efeito de carryover proporcionado por duas aplicações sequenciais (A/B) do tratamento herbicida na cultura da soja em sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura das plantas e massa seca estão dispostos nas Tabelas 8, 9 e 10 e as estimativas dos parâmetros referente ao modelo de regressão utilizado estão apresentados nas Figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Observa-se na semeadura aos 0 DAA que todos os tratamentos herbicidas demonstraram sintomas de intoxicação visual das plantas de soja após 2 aplicações sequenciais dos herbicidas (A/B), apresentando níveis de intoxicação considerados de moderados à severos ($\geq 32,75\%$) (Tabela 8).

Com o passar dos dias após a aplicação sequencial (A/B), a tendência de todos os tratamentos foi demonstrar queda de fitointoxicação nas plantas de soja, porém na semeadura

aos 30 dias após a aplicação sequencial (A/B) (30 DAA), o único tratamento herbicida que não apresentou sintomas de intoxicação nas plantas de soja foi o 2,4-D (Tabela 8).

Na semeadura realizada aos 60 DAA os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr não apresentaram efeitos negativos de fitointoxicação nas plantas de soja e apartir dos 90 dias não foram visualizados mais sintomas de intoxicação nos tratamentos 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr (Tabela 8).

Apenas o tratamento glyphosate + dicamba +saflufenacil demonstrou sintomas visuais de intoxicação na semeadura aos 120 DAA (Tabela 8).

Tabela 8. Dados de % de fitointoxicação nas plantas de soja nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de fitointoxicação nas plantas de soja									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	32,75	-	4,75	+	1,75	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate	51,75	-	37,00	-	5,50	+	1,75	+	0,00	+
2,4-D + saflufenacil	100,00	-	64,00	-	9,75	-	4,25	+	0,00	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	92,00	-	71,25	-	39,50	-	1,75	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	100,00	-	42,50	-	4,75	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	76,75	-	48,50	-	37,00	-	4,75	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	100,00	-	53,50	-	45,00	-	14,75	-	3,05	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	100,00	-	84,00	-	58,75	-	23,00	-	3,00	+
2,4-D + sulfentrazone	100,00	-	81,25	-	36,00	-	4,00	+	2,00	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	66,00	-	31,25	-	5,50	+	0,00	+	0,00	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	64,00	-	42,75	-	29,75	-	0,00	+	0,00	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00	-	100,00	-	72,00	-	57,75	-	29,00	-
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	53,25	-	44,25	-	33,00	-	4,25	+	1,75	+
Fluroxypyr	89,25	-	54,75	-	25,00	-	3,50	+	0,00	+
Testemunha sem herbicida	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
CV%	7,77		4,51		9,93		24,90		47,89	
DMS	12,20		4,77		5,63		4,81		3,14	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Nas Figuras 10, 11 e 12, observam-se linhas tracejadas que indicam os intervalos nos quais os valores de fitointoxicação são semelhantes ao da testemunha sem herbicidas.

Nestes modelos de regressão ajustados aos dados de fitointoxicação nas plantas de soja visualiza-se o intervalo de segurança ideal de acordo com os dados de intoxicação de cada tratamento testado.

Desta maneira, na Figura 10 nota-se que o 2,4-D demonstra efeitos visuais de fitointoxicação das plantas de soja de baixo a moderado, sendo dissipados após 19 dias, sendo observados sintomas como estiolamento moderado e retorcimento do limbo foliar.

No entanto, quando em mistura, o 2,4-D + glyphosate, demonstraram efeito diferente do observado no tratamento 2,4-D isolado, demonstrando sintomas de encarquilhamento do limbo foliar, engrossamento da base do caule, clorose do caule e redução no porte das plantas e este efeito só é dissipado quando a semeadura é realizada após 51 DAA, de acordo com o modelo de regressão apresentado na Figura 10.

Os tratamentos 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr], demonstram sintomas visuais de intoxicação nas plantas de soja até na semeadura após os 91 e 84 dias, respectivamente (Figura 10).

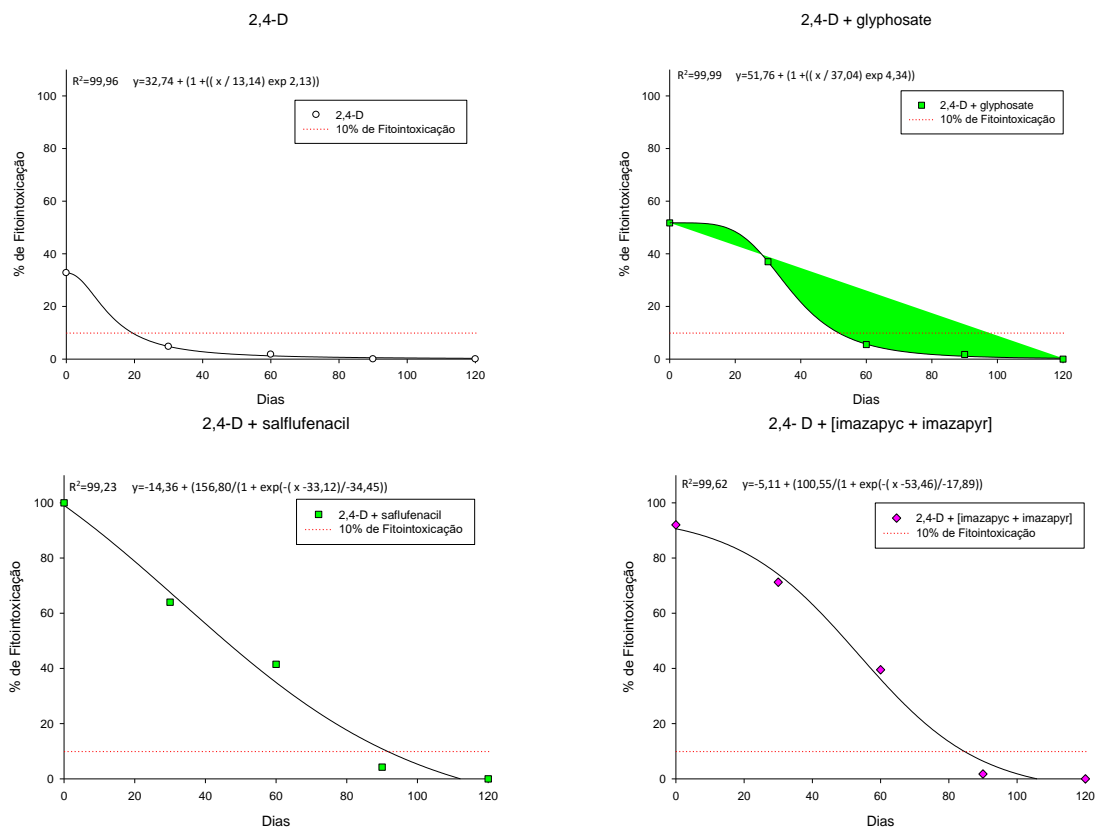


Figura 10. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Na Figura 11, o único tratamento que demonstra residual menor que 52 dias sobre os efeitos visuais de fitointoxicação foi o 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone demonstraram sintomas visuais de intoxicação até 92, 101 e 83 dias, de acordo com os modelos de regressão ajustados para cada tratamento.

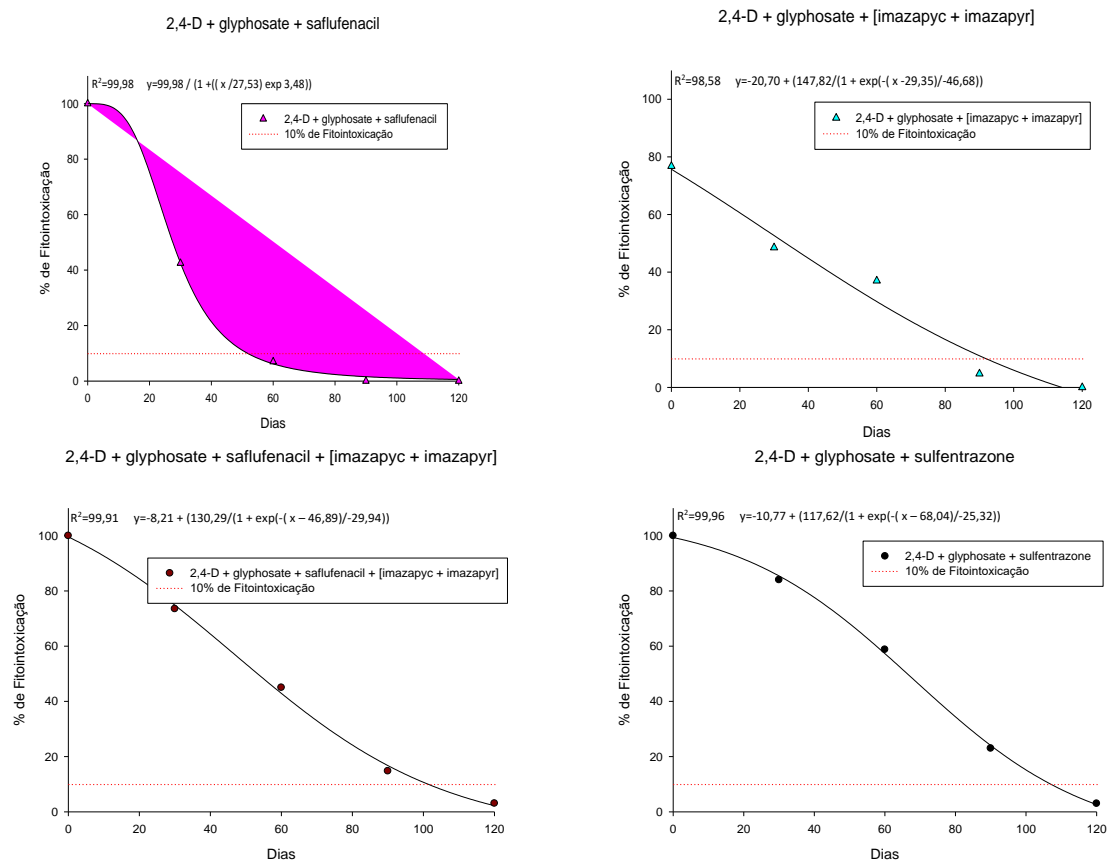


Figura 11. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

A mistura de glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr demonstrou sintomas de fitointoxicação como clorose nas extremidades foliares e redução no porte das plantas até os 47 dias, enquanto sintomas de fitointoxicação visual do tratamento glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, foi percebido até 57 dias após a aplicação do tratamento (Figura 12).

As curvas de regressão mostram ainda para os tratamentos glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr que o efeito visual de intoxicação começa a reduzir após os 25 DAA e tem redução drástica até atingir dissipação total dos efeitos de intoxicação nas plantas de soja após 79 e 80 dias, respectivamente, sendo estes, portanto, considerados intervalos de segurança para a realização da semeadura da cultura da soja após a aplicação do tratamento herbicida (Figura 12).

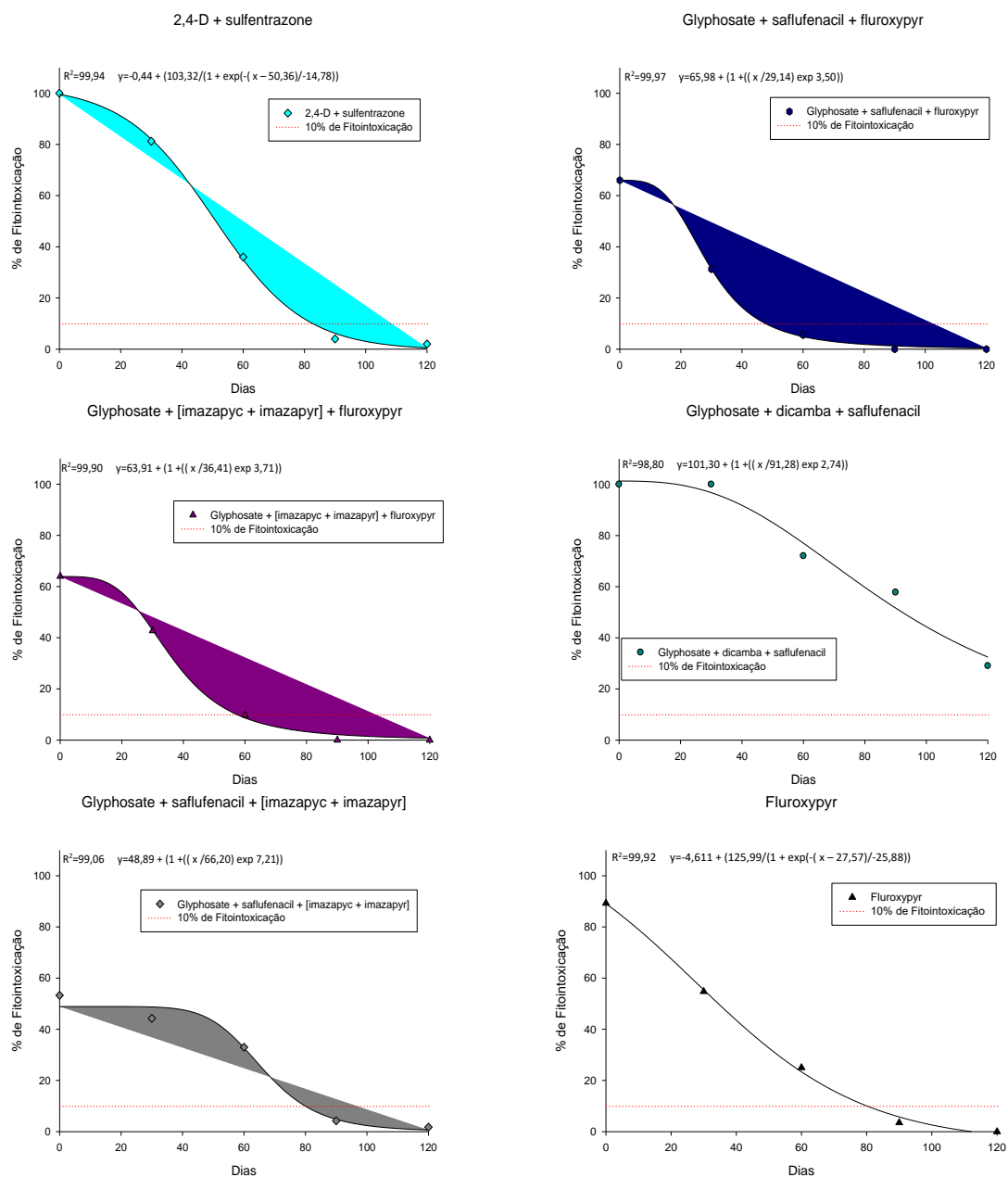


Figura 12. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na Tabela 9 estão apresentados os dados do efeito de duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas na altura das plantas de soja.

Na semeadura realizada aos 0 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas as plantas de soja que receberam a aplicação de 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] não

emergiram, tendo a altura e germinação completamente afetada pelos tratamentos em questão (Tabela 9).

Apesar do tratamento 2,4-D apresentar 100,00% da altura das plantas de soja, sendo semelhante à testemunha sem herbicida, este efeito pode ser considerado fitotóxico pois notou-se um estiolamento das plantas de soja, afinamento do caule e limbo foliar ao final do experimento (Tabela 9).

Além disso, todos os demais tratamentos exerceram efeitos fitotóxicos nas plantas de soja na semeadura realizada logo após a aplicação dos tratamentos herbicidas (Tabela 9).

Na semeadura após 30 dias da aplicação dos tratamentos herbicidas, o 2,4-D já apresentava semelhança em relação à testemunha sem herbicida, e não mais efeito de estiolamento, enquanto todos os demais tratamentos ainda tiveram efeito negativo dos herbicidas (Tabela 9).

Efeitos fitotóxicos na altura das plantas começaram a se dissipar já aos 60 DAA para os tratamentos 2,4-D + glyphosate, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, enquanto o restante dos tratamentos apresentava ainda efeitos fitotóxicos na altura das plantas de soja aos 60 DAA.

Já, na semeadura realizada aos 90 DAA, nota-se que apenas o tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil ainda exercia efeitos fitotóxicos sobre a altura das plantas de soja, o que ainda pode ser visualizado aos 120 DAA. Acredita-se que tal efeito pode ter sido exercido pela presença do dicamba na mistura herbicida.

Soltani et al. (2011) conduziram ensaios realizados com a semeadura da cultura da soja após aplicação de herbicidas utilizados na cultura antecessora de milho, visando identificar as interferências provocadas na cultura sucessora. Os autores identificaram que a semeadura da soja realizada logo após o tratamento com a mistura contendo dicamba provocava redução no estande das plantas de soja de até 18% e redução de massa seca de 77% para semeadura logo após a aplicação, provocando injúrias severas até 4 semanas depois da aplicação (30 dias), como visto também neste trabalho.

Tabela 9. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de altura nas plantas de soja									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	100,00	+	100,00	+	100,00	+	90,26	+	98,99	+
2,4-D + glyphosate	56,00	-	75,00	-	95,85	+	97,00	+	99,00	+
2,4-D + saflufenacil	0,00	-	48,71	-	83,13	-	93,13	+	100,00	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	41,49	-	48,44	-	68,91	-	91,89	+	96,01	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	0,00	-	74,88	-	93,22	+	100,00	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	61,44	-	69,87	-	77,10	-	96,07	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	52,38	-	72,40	-	96,37	+	99,00	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	0,00	-	39,89	-	67,46	-	85,92	+	100,00	+
2,4-D + sulfentrazone	0,00	-	47,32	-	57,59	-	93,17	+	100,00	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	66,23	-	81,01	-	96,53	+	90,17	+	100,00	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	85,78	-	76,00	-	94,93	+	89,97	+	100,00	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00	-	0,00	-	44,81	-	66,18	-	86,10	+
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	81,79	-	71,54	-	76,62	-	96,56	+	100,00	+
Fluroxypyr	0,00	-	57,62	-	79,83	-	89,97	+	100,00	+
Testemunha sem herbicida	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
CV%	10,74		9,92		5,38		8,17		9,11	
DMS	9,72		13,40		9,07		15,46		19,39	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Na Figura 13, nota-se que o efeito do tratamento 2,4-D não interferiu na altura das plantas, reduzindo seu porte, no entanto, como já comentado neste trabalho, houve aparentemente um efeito hormonal nas plantas, provocando o estiolamento das mesmas, mantendo-as com altura superior à da testemunha sem herbicida. Desta maneira, não foi possível ajustar um modelo de regressão para este tratamento por não diferir estatisticamente dos demais períodos de semeadura.

Já o tratamento 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] provocou redução severa no porte das plantas e os sintomas se dissiparam, assemelhando-as à testemunha sem herbicida apenas após 54, 74 e 90 DAA, respectivamente.

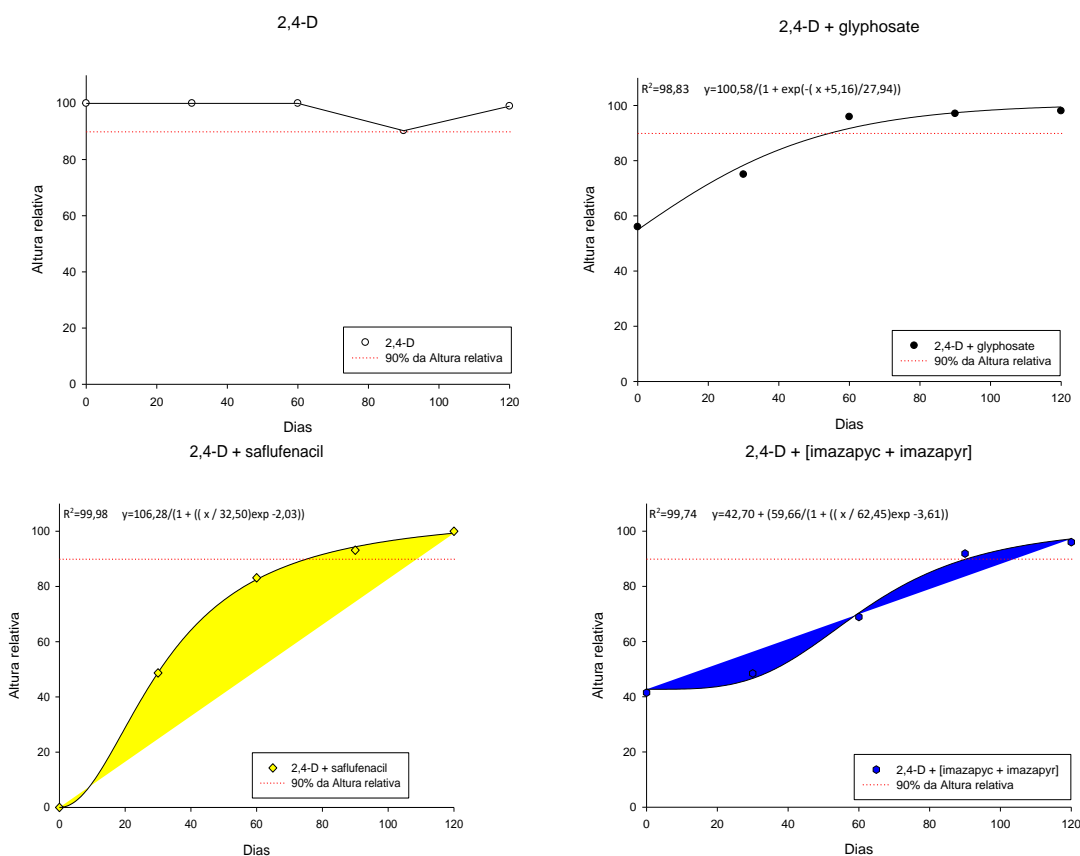


Figura 13. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D (Figura 13).

Na Figura 14, de acordo com os modelos de regressão ajustados, os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] demonstraram menores efeitos residuais na altura das plantas de soja, tendo seus efeitos até 49 e 82 dias, respectivamente.

Enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e o 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone necessitaram um período maior para terem os efeitos fitotóxicos dissipados, 82 e 86 dias.

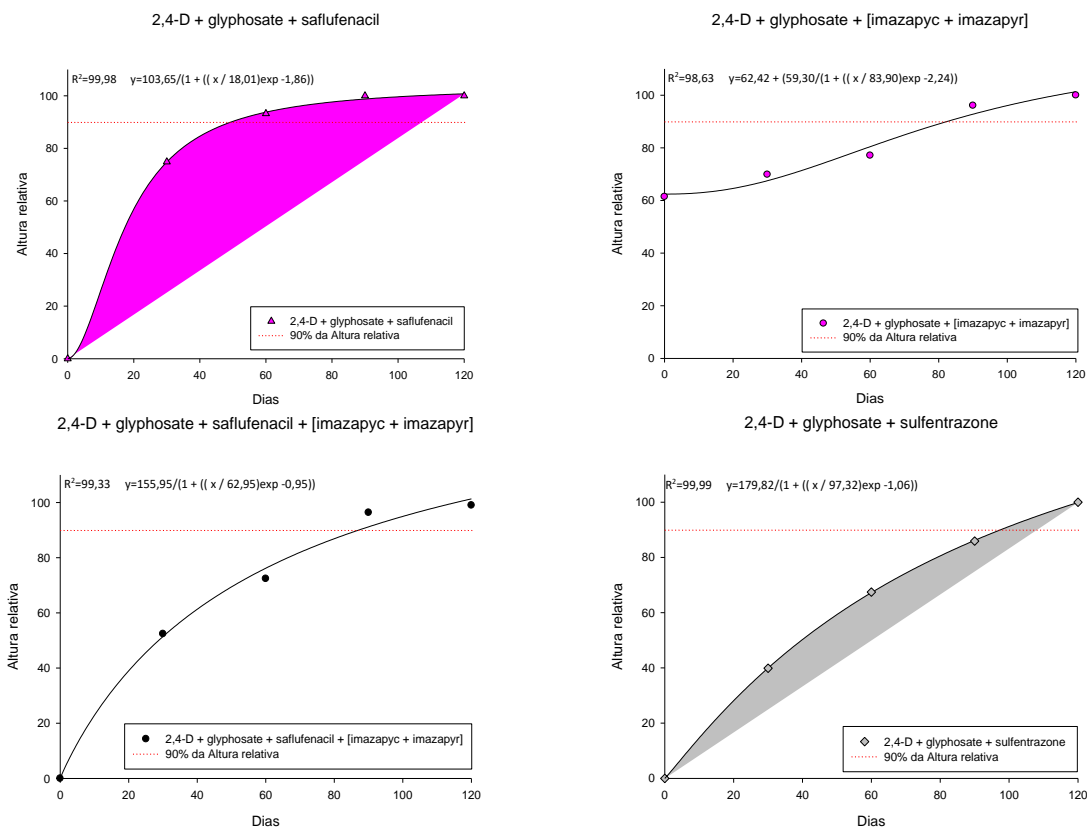


Figura 14. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

O intervalo de segurança calculado para a semeadura da soja de acordo com os modelos de regressão ajustados na Figura 15 demonstram que tratamentos como glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr persistiram menos no solo, proporcionando alteração na altura das plantas apenas até os 30 e 52 dias, respectivamente.

Os demais tratamentos observados (Figura 15) apresentaram intervalos de segurança para a semeadura de soja de 78 a >120 dias após duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas, dando destaque para maior persistência no solo a mistura glyphosate + dicamba + saflufenacil que demonstrou persistência superior a >120 dias.

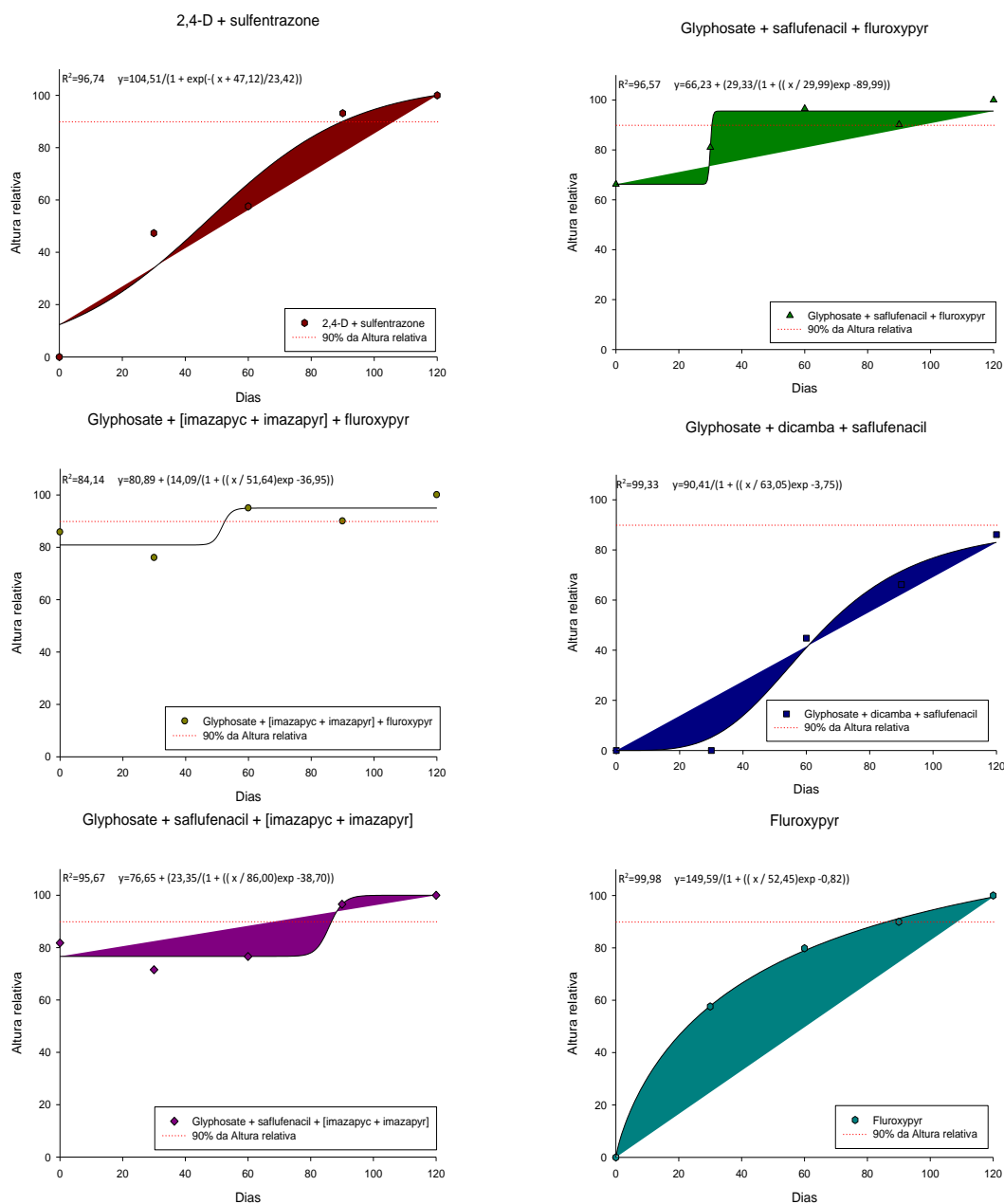


Figura 15. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na Tabela 10 estão dispostos os valores de massa seca das plantas de soja ao final do experimento.

Tabela 10. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de Massa seca das plantas de soja									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	90,86	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate	84,37	-	85,42	-	98,17	+	96,84	+	100,00	+
2,4-D + saflufenacil	0,00	-	49,84	-	87,87	-	100,00	+	100,00	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	34,30	-	50,29	-	78,23	-	98,37	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	0,00	-	77,64	-	97,56	+	100,00	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	53,29	-	77,55	-	87,82	-	100,00	+	100,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	77,57	-	86,30	-	99,64	+	89,85	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	0,00	-	47,12	-	64,60	-	84,04	++	100,00	+
2,4-D + sulfentrazone	0,00	-	48,66	-	78,21	-	98,42	+	98,49	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	63,36	-	83,14	-	100,00	+	99,89	-	100,00	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	61,17	-	74,54	-	100,00	+	100,00	+	100,00	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00	-	0,00	-	55,37	-	82,29	-	81,25	-
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	66,53	-	74,31	-	83,96	-	95,89	+	99,44	+
Fluroxypyr	0,00	-	61,77	-	85,47	-	99,82	+	100,00	+
Testemunha sem herbicida	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
CV%	16,51		9,49		6,57		7,43		8,60	
DMS	12,79		13,25		11,92		15,10		17,97	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Aos 0 DAA, pode-se perceber que todos os tratamentos herbicidas provocaram redução de massa seca das plantas de soja após duas aplicações sequenciais (Tabela 10) exceto o tratamento com 2,4-D, pois neste, devido ao efeito de estiolamento, o acúmulo de massa seca se manteve, sendo semelhante ao demonstrado pela testemunha sem herbicida. No entanto, os efeitos fitotóxicos na altura e visuais demonstram que houve uma interferência negativa para as plantas de soja na semeadura logo aos 0 dias após a aplicação do tratamento herbicida.

Da mesma maneira, os efeitos na redução da massa seca promovido pelos tratamentos herbicidas na semeadura da soja realizada aos 30 dias após a aplicação sequencial (A/B) foi visualizado em todos os tratamentos exceto ao 2,4-D, que aos 30 DAA já não apresentava nem redução e nem estiolamento das plantas de soja.

Na semeadura aos 60 DAA, o efeito de redução da massa seca provocada pelos herbicidas nas plantas de soja começou a se dissipar, sendo possível não observar nenhuma interferência dos produtos nas plantas de soja das misturas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr (Tabela 10).

Aos 90 dias os tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] ainda demonstravam efeito negativo na massa seca das plantas, tendo quantidade de massa seca inferior à massa seca da testemunha sem herbicida. E aos 120 dias, o único tratamento que ainda demonstrava danos às plantas de soja foi o glyphosate + dicamba + saflufenacil (Tabela 10).

De acordo com a Figura 16, não foi possível ajustar um modelo de regressão para o 2,4-D por apresentar acúmulo de massa seca semelhante à testemunha sem herbicida já na semeadura de 0 DAA, comprovando que este tratamento não afeta a quantidade de massa seca das plantas de soja na modalidade aplique-plante (0 DAA), no entanto tal fato pode estar relacionado ao sintoma de estiolamento do caule.

Para os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] foi possível predizer intervalos de segurança para a semeadura das plantas de soja aos 34, 62 e 76 dias após a aplicação sequencial (A/B) (Figura 16).

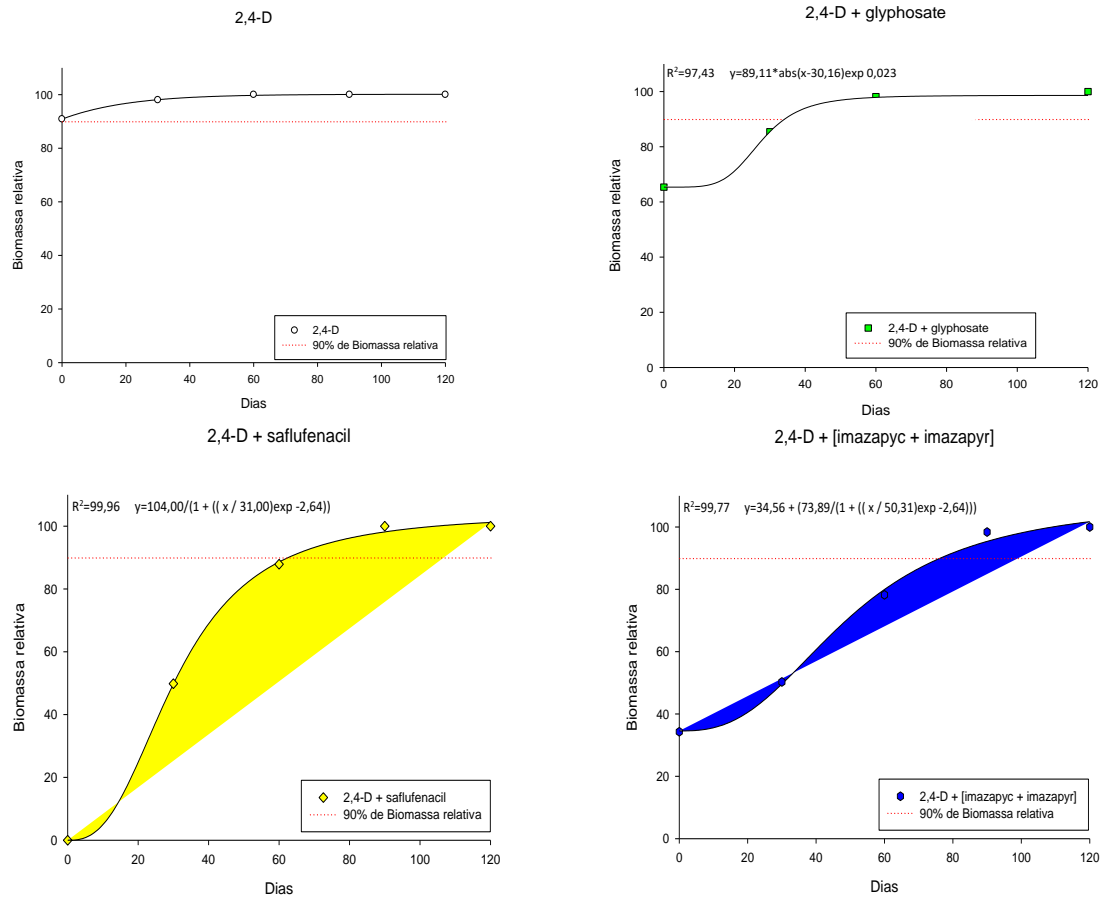


Figura 16. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapyc + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D (Figura 16).

Da mesma maneira da Figura 17, o tratamento que apresentou dissipação mais rápida no solo, acarretando em um menor intervalo de segurança (IS) para a semeadura das plantas de soja foi o 2,4-D + glyphosate + saflufenacil com 39 dias, enquanto os demais, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone o intervalo de segurança estipulado de acordo com os modelos de regressão ajustados foram de 59, 61 e 94, respectivamente.

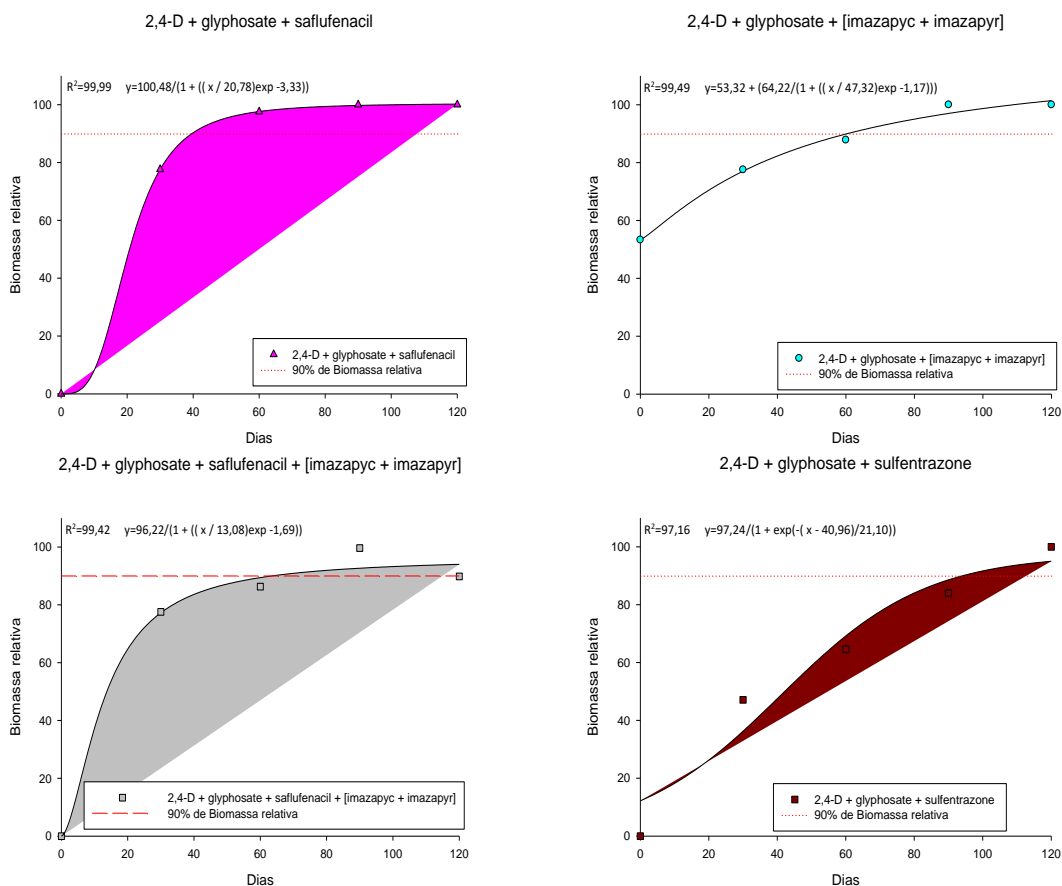


Figura 17. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Por último, na Figura 18, pode-se visualizar que os tratamentos que apresentaram menor persistência no solo e consequentemente menor interferência na biomassa relativa das plantas de soja foram: glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, tendo seus intervalos de segurança inferiores a 50 dias.

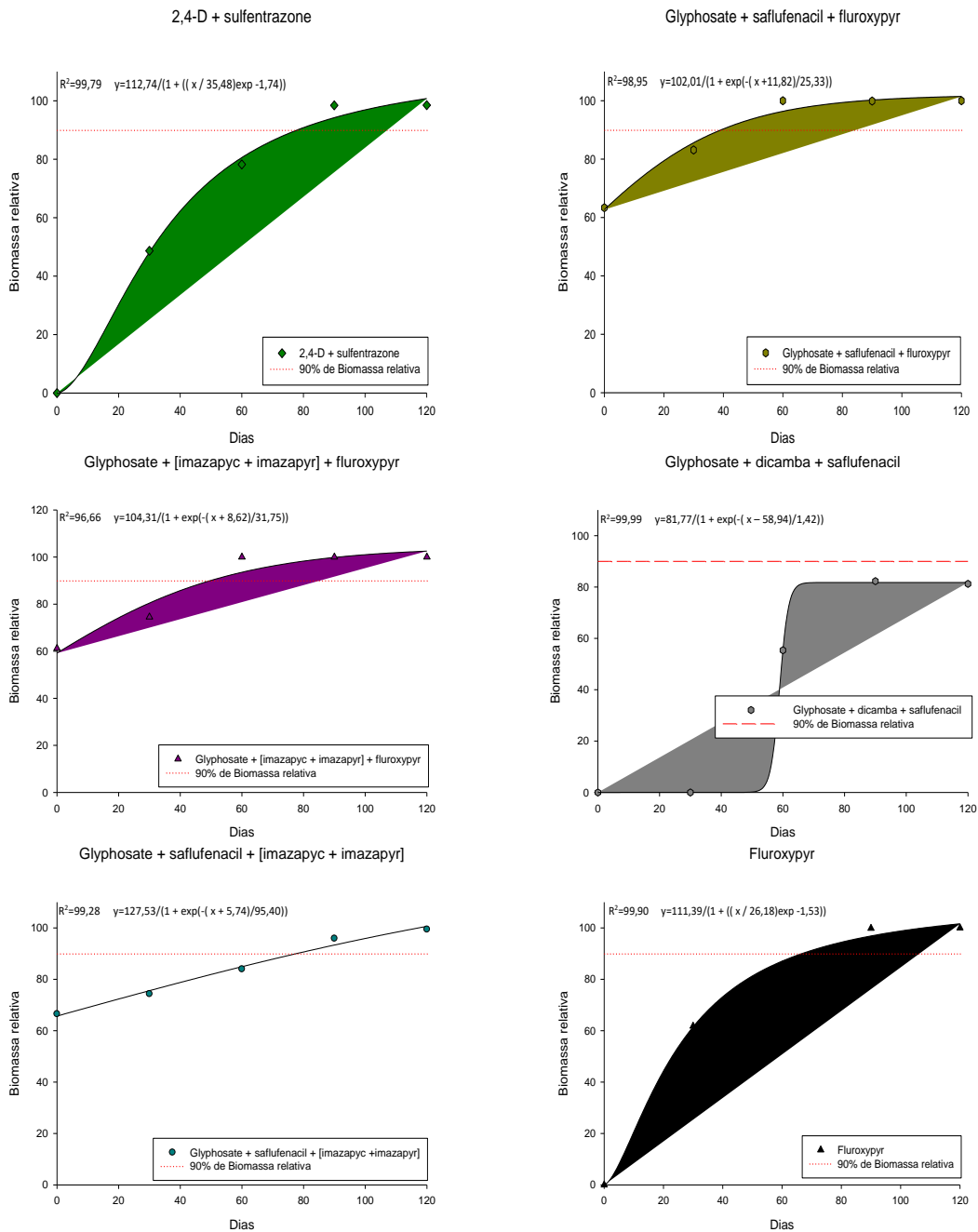


Figura 18. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de soja em função dos tratamentos herbicidas glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapyc + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapyc + imazapyr].

Desta maneira, na Tabela 11 estão dispostos os valores de intervalos de segurança estipulados de acordo com o modelo de regressão ajustado para cada tratamento dentro de cada variável avaliada (fitointoxicação, altura e massa seca).

Dentre os intervalos de segurança, foram considerados o maior valor entre os dados de fitointoxicação, massa seca e altura.

Tabela 11. Intervalo de segurança estimado após duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas (A/B) avaliados neste trabalho para a semeadura da cultura de soja baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e Matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para soja (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	19	0	0
2,4-D + glyphosate	51	54	34
2,4-D + saflufenacil	91	74	62
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	84	90	76
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	52	49	39
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	92	82	59
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	101	86	61
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	106	97	94
2,4-D + sulfentrazone	83	90	77
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	47	30	39
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	57	52	50
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	>120	>120	>120
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	79	86	76
Fluroxypyr	80	86	67
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas.

Conclui-se que os tratamentos que demonstraram menor período de persistência no solo afetando negativamente as plantas de soja mesmo após duas aplicações sequenciais (A/B) foram: 2,4 -D (19 dias), 2,4-D + glyphosate (54 dias), 2,4 -D + glyphosate + saflufenacil (52 dias), glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr (47 dias) e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr (47 dias).

2. Efeito de “carryover” proporcionado por tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão na cultura do milho.

2.1 Efeito de “carryover” proporcionado por uma aplicação (A) dos tratamentos herbicida para a cultura do milho em sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura das plantas e massa seca estão dispostos nas Tabelas 12, 13 e 14 e as estimativas dos parâmetros referente ao modelo de regressão utilizado estão apresentados nas Figuras 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27.

Observa-se na semeadura das plantas de milho aos 0 DAA que todos os tratamentos promoveram sintomas de intoxicação visual após uma única aplicação dos herbicidas (A), apresentando intoxicação de baixa à moderada ($\geq 12,50\%$) (Tabela 12).

Na semeadura aos 30 dias após a aplicação, não foram mais observados sintomas de fitointoxicação nas plantas de milho que foram tratadas com 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (Tabela 12).

Na semeadura após 60 dias da aplicação dos tratamentos, misturas como 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone, 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] ainda apresentavam sintomas de fitointoxicação visual nas plantas de milho.

Em contrapartida, nem aos 90 e nem aos 120 dias foram detectados sintomas de intoxicação visual nas plantas de milho para os tratamentos herbicidas testados (Tabela 12).

Tabela 12. Dados de % de fitointoxicação nas plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de fitointoxicação nas plantas de milho									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	23,00	-	1,25	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate	25,00	-	1,50	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + saflufenacil	15,50	-	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	13,50	-	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	12,50	-	1,75	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	19,00	-	7,00	-	2,50	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	84,00	-	46,25	-	4,00	-	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	47,75	-	32,75	-	17,25	-	3,00	+	0,00	+
2,4-D + sulfentrazone	37,75	-	28,25	-	4,75	-	0,75	+	0,00	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	33,50	-	23,00	-	4,50	-	0,00	+	0,00	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	41,75	-	22,50	-	3,75	-	0,00	+	0,00	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	83,50	-	58,50	-	14,50	-	2,25	+	0,00	+
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	21,75	-	12,75	-	2,25	+	0,00	+	0,00	+
Fluroxypyr	48,25	-	22,50	-	15,25	-	3,00	+	0,00	+
Testemunha sem herbicida	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
CV%	7,47		12,27		27,36		26,58		0,00	
DMS	5,23		4,37		2,60		4,25		0,00	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Na Figura 19, pode-se prever, de acordo com os modelos de regressão ajustados, que as misturas herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] não tem efeito prolongado sobre as plantas de milho, e que suas injúrias se dissipam após 8, 9, 1 e 1 dias, respectivamente.

O efeito de estiolamento pode ser observado nas plantas de milho, quando tratadas com 2,4-D isolado, e o mesmo foi constatado por Farinelli et al. (2005), onde plantas de milho tratadas com 2,4-D apresentaram maior crescimento em relação à testemunha sem herbicida.

Este comportamento pode estar relacionado a algum efeito fisiológico do 2,4-D, promovendo o alongamento celular do caule. De acordo com Oliveira Jr. (2005), o 2,4-D atua na plasticidade da parede celular, provavelmente através da acidificação desta, e no estímulo da RNA polimerase, que resulta em aumentos subsequentes de auxinas e giberelinas, promovendo a divisão e alongamento celular acelerado nas partes novas da planta.

Oliveira Jr. (2005) cita ainda que a tolerância das gramíneas é determinada por um somatório de fatores, como uma baixa penetração e limitada translocação pelo floema, por causa de estruturas anatômicas como nós e meristema intercalar, os quais favorecem reações de conjugação. Desta maneira, essas barreiras na translocação do produto, provavelmente impedem que a maior parte do 2,4-D seja carregado dentro da planta, chegando em pequenas quantidades ao sítio de ação, e desta maneira tendo efeito de hormônio auxínico, promovendo leve crescimento das plantas de milho neste trabalho.

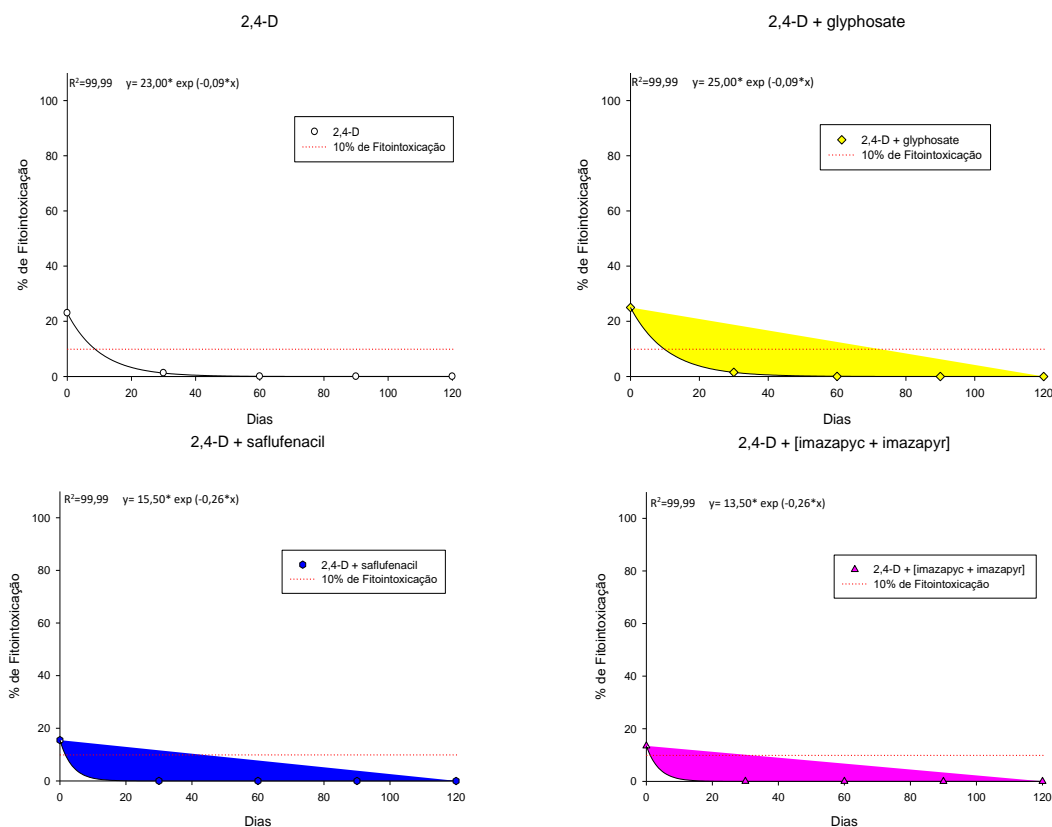


Figura 19. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Na Figura 20 nota-se uma rápida dissipação dos efeitos fitotóxicos do tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (3 dias), enquanto os tratamentos com 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] apresentam maior persistência, demonstrando intervalos de segurança para a semeadura do milho apenas após 22 dias e 47 dias respectivamente.

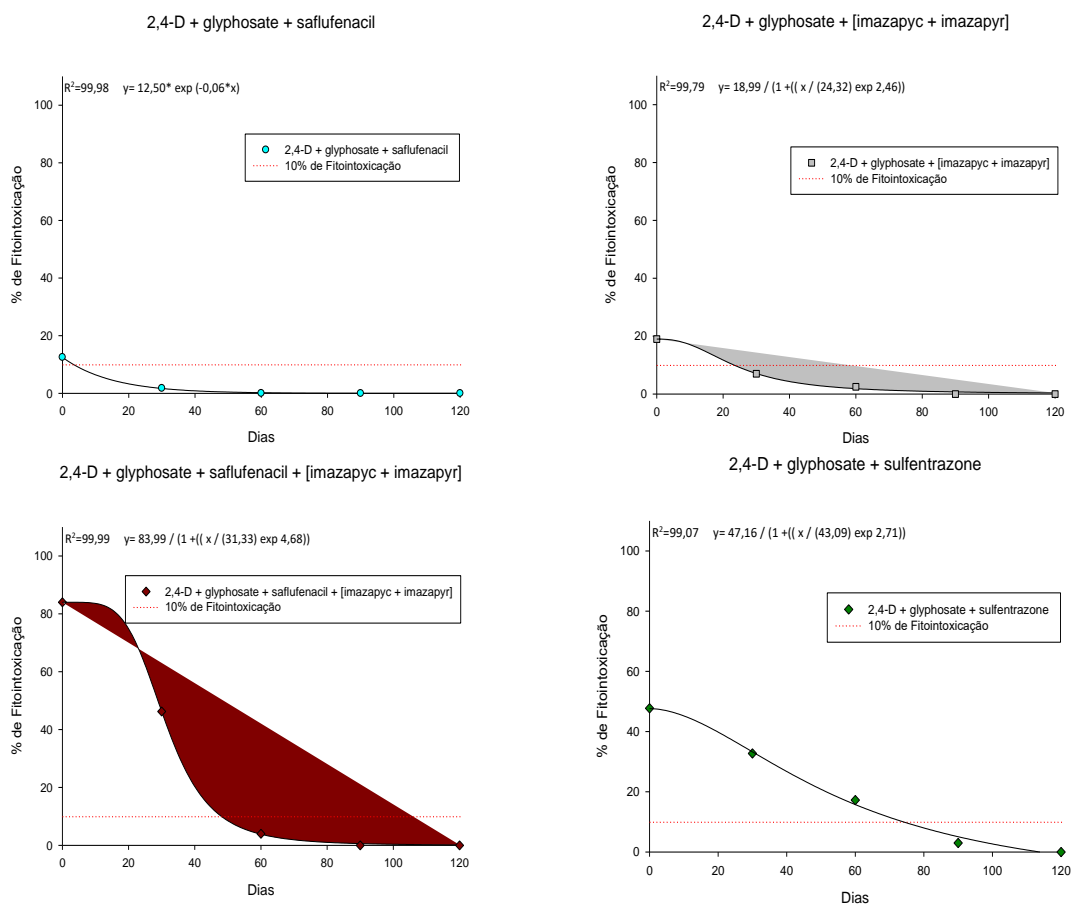


Figura 20. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 21, nota-se que o efeito fitotóxico dos tratamentos herbicidas começa a se dissipar apenas após os 50 dias, tendo maior persistência os tratamentos glyphosate + dicamba + saflufenacil (66 dias) e o fluroxypyr (63 dias). Enquanto os demais tratamentos apresentam intervalo de segurança entre 34 a 48 dias após a aplicação para semeadura segura da cultura do milho.

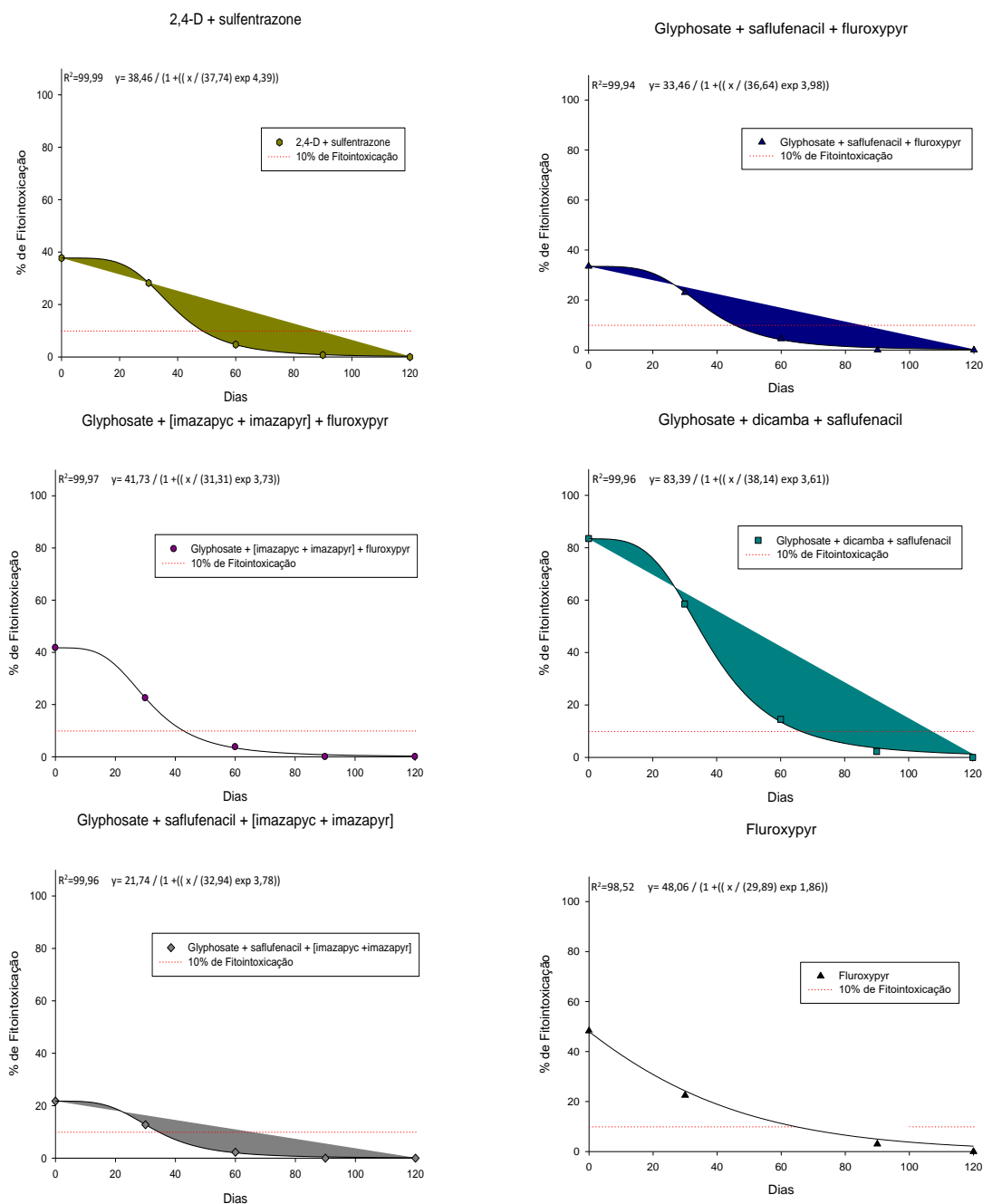


Figura 21. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na Tabela 13 estão dispostos os dados de altura das plantas de milho após uma única aplicação dos tratamentos herbicidas. Observa-se que o único tratamento semelhante à altura da testemunha sem herbicida foi o 2,4-D na semeadura aos 0 DAA. No entanto, o efeito do 2,4-D nas plantas de milho provocou um efeito de estiolamento que provocou um afinamento da base do colmo e um estiramento do limbo foliar, sem, no entanto, afetar a altura das plantas quando comparado à testemunha sem herbicida.

Este efeito de estiolamento percebido nas plantas de milho tratadas com 2,4-D pode ser devido à baixa concentração do produto que consegue penetrar e translocar dentro das plantas, e esta baixa concentração provoca um aumento na divisão celular e conseqüentemente no aumento do tamanho das plantas como já foi comentado neste trabalho.

Aos 60 DAA, os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil, 2,4-D + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil já não demonstravam mais efeito na altura relativa das plantas de milho, sendo semelhantes à testemunha sem herbicida (Tabela 13).

Misturas herbicidas como 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr ainda demonstravam sintomas de fitointoxicação interferindo na porcentagem de altura das plantas de milho e este efeito só foi dissipado depois dos 90 e 120 DAA.

Tabela 13. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de altura nas plantas de milho					
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias	
2,4-D	100,00 +	96,60 +	97,06 +	97,22 +	93,25 +	
2,4-D + glyphosate	92,41 -	97,93 +	96,42 +	96,06 +	95,34 +	
2,4-D + saflufenacil	91,98 -	97,33 +	96,55 +	98,14 +	95,90 +	
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	83,29 -	99,02 +	97,35 +	94,44 +	98,65 +	
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	84,60 -	96,17 +	97,56 +	96,24 +	97,69 +	
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	73,40 -	85,38 -	94,54 +	98,03 +	97,95 +	
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	9,33 -	54,25 -	91,13 -	98,93 +	99,15 +	
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	34,49 -	48,93 -	83,62 -	95,25 +	100,00 +	
2,4-D + sulfentrazone	65,30 -	77,74 -	98,13 +	96,03 +	96,13 +	
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	67,33 -	84,65 -	96,16 +	97,91 +	97,97 +	
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	59,48 -	73,65 -	91,66 -	97,80 +	98,31 +	
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	18,00 -	26,52 -	89,31 -	96,43 +	96,75 +	
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	68,29 -	88,67 -	90,10 -	96,82 +	96,06 +	
Fluroxypyr	53,49 -	72,68 -	81,09 -	96,64 +	96,59 +	
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	
CV%	13,97	4,10	7,29	3,80	3,59	
DMS	5,49	6,80	6,37	7,65	7,25	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

De acordo com os modelos de regressão ajustados para variável altura pode-se prever o intervalo de segurança para a semeadura da cultura do milho para cada tratamento herbicida (Figuras 22, 23 e 24).

Desta maneira, verifica-se que os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil não apresentaram efeitos negativos sobre a cultura do milho mesmo após a semeadura aos 0 DAA, não sendo possível ajustar um modelo de regressão para estas misturas.

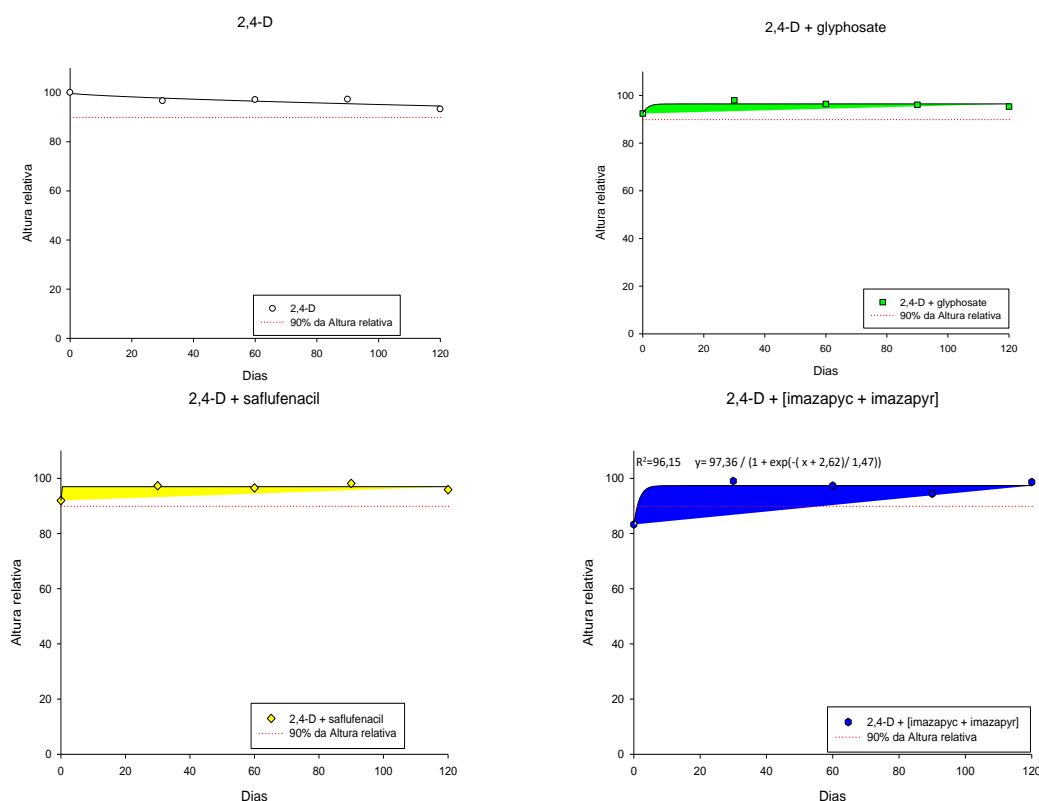


Figura 22. Altura relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil (Figura 22).

No entanto, para a mistura 2,4-D + [imazapic + imazapyr] necessita-se de 1 dia após sua aplicação para realização do plantio da cultura em questão (Figura 22).

Na Figura 23, percebe-se que tratamentos sem a presença de [imazapic + imazapyr] e sulfentrazone nas misturas tem a capacidade de se dissipar mais rapidamente do que misturas herbicidas que possuem tais componentes.

Isso talvez se deve ao fato de o sulfentrazone apresentar uma persistência mais longa no solo, em que sua meia-vida no solo ($t_{1/2}$) é estimada entre 110 e 280 dias, variando a partir das condições edafoclimáticas locais (FMC, 1995).

O sulfentrazone, apresenta, ainda, baixa dissociação em água, comportando-se como ácido fraco ($pK_a = 6,56$), e sua solubilidade aumenta com o aumento do pH ($pH 6,0 = 110 \text{ mg L}^{-1}$; $pH 7,5 = 1.600 \text{ mg L}^{-1}$), encontrando-se predominantemente na solução do solo na forma não ionizada (FMC, 1995). Estas características podem ter tornado o sulfentrazone mais disponível no solo para as plantas de milho, promovendo a interferência na altura relativa das mesmas.

Reddy & Locke (1998) observaram que, independentemente do tipo de manejo, a sorção de sulfentrazone foi maior no solo argiloso e a dessorção se deu de forma bem lenta. Segundo esses autores, a alta sorção e baixa dessorção garantem ao sulfentrazone longa permanência no solo, a qual é favorecida também pela sua baixa mineralização, o que deve ter garantido uma maior persistência do sulfentrazone no solo neste trabalho, afetando a altura das plantas de milho por mais de 79 dias quando em mistura com 2,4-D + glyphosate.

Apesar do [imazapic + imazapyr] ser seletivo à cultura do milho, a dose empregada neste trabalho pode ter afetado e causado interferência na porcentagem de altura das plantas. O imazapic apresenta meia-vida no solo ($t_{1/2}$) maior que 180 dias, sendo a atividade microbiológica seu mecanismo inicial de degradação (Rodrigues & Almeida, 2005). É um herbicida de caráter ácido ($pK_a = 3,9$) e com solubilidade de 2.200 mg L^{-1} a 25°C , e desta maneira o imazapic possui mobilidade intermediária no solo (Rodrigues & Almeida, 2005). Uma vez que as unidades experimentais eram compostas de vasos pequenos de 3 dm^3 de solo, provavelmente o produto ficou disponível para as raízes das plantas de milho por todo o período do ensaio, permanecendo no perfil do vaso e no fundo do mesmo tendo contato constante com as raízes das plantas de milho, promovendo efeito negativo na altura relativa das plantas.

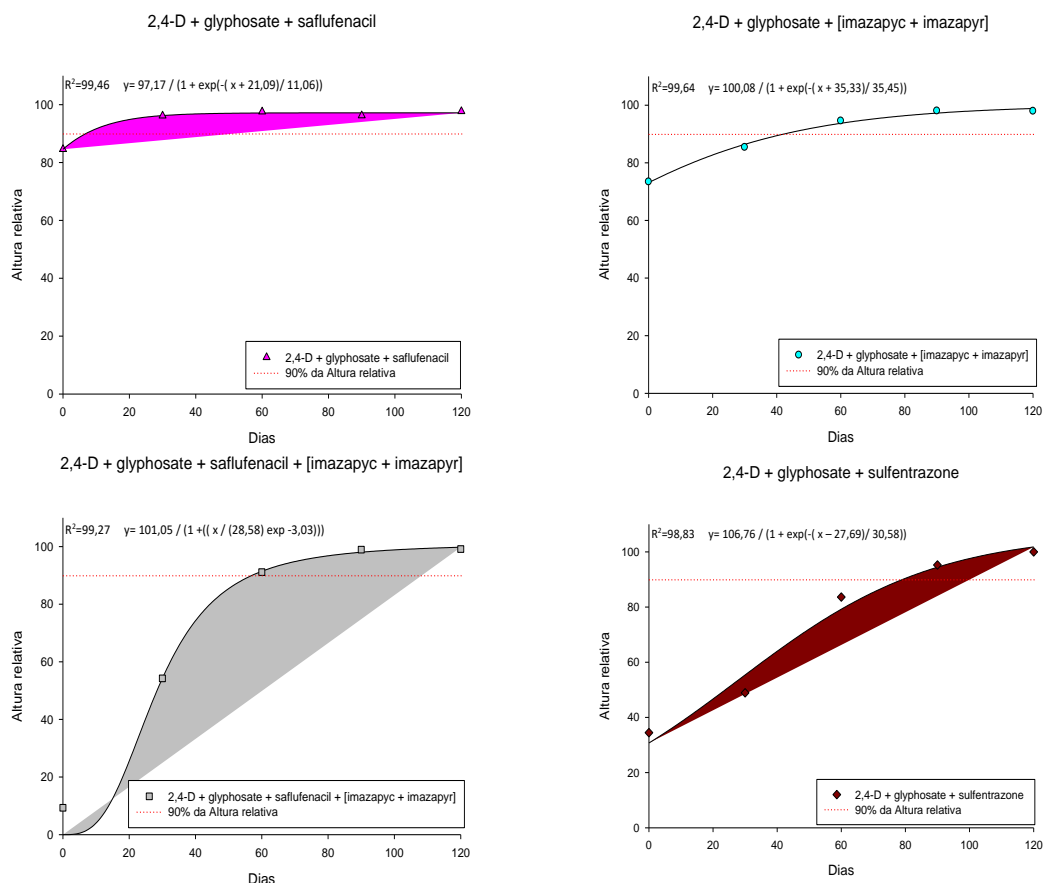


Figura 23. Altura relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 24, nota-se que a interferência na altura das plantas pelos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] é moderada, sendo o intervalo de segurança entre 41 a 51 dias.

Já para os tratamentos glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e fluroxypyr o intervalo de segurança para a realização da semeadura da cultura do milho sem que haja interferência na altura das plantas foi de 61, 65 e 76 dias, respectivamente.

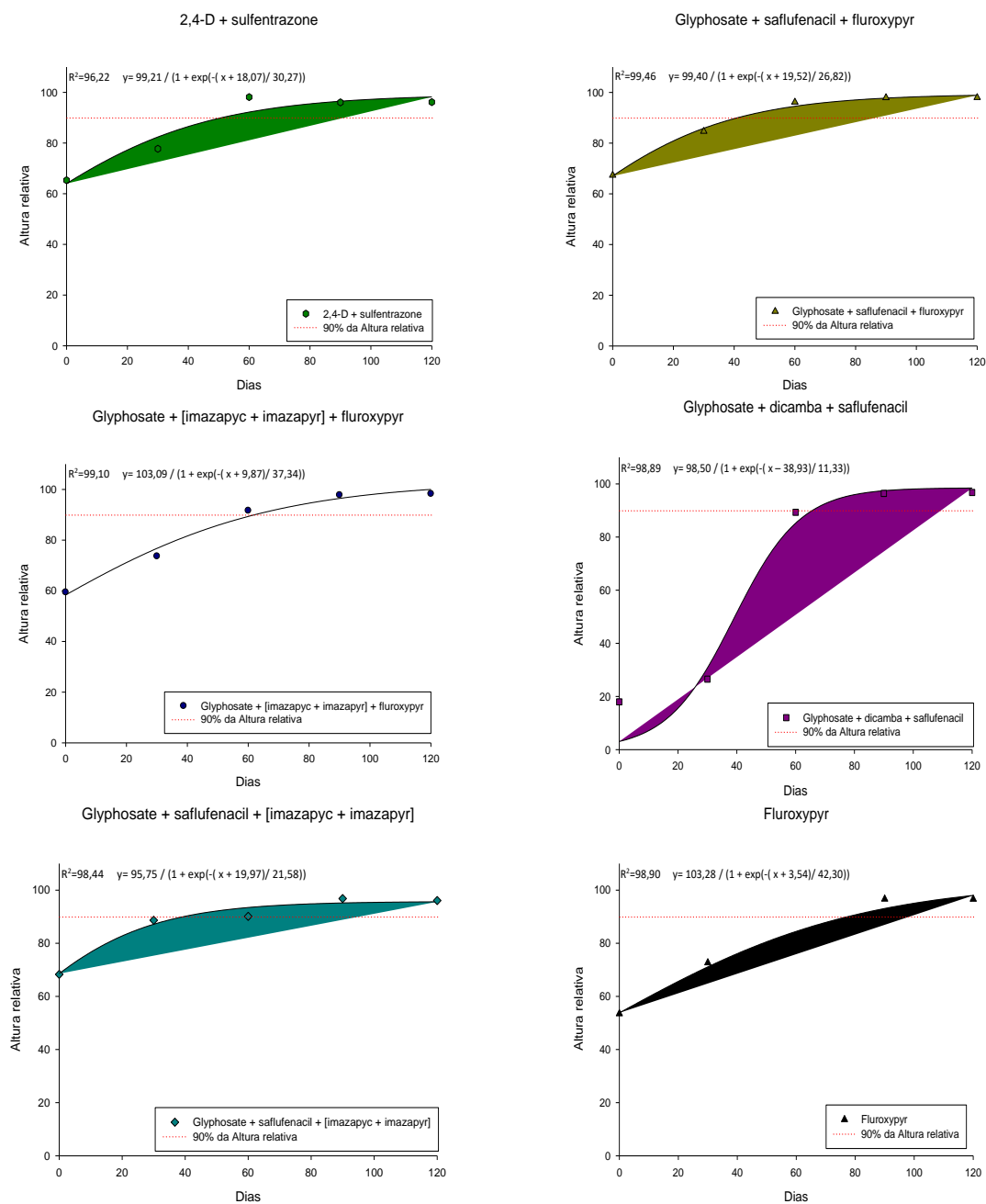


Figura 24. Altura relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na Tabela 14 apresentam-se os dados de biomassa relativa das plantas de milho ao final do experimento.

Tabela 14. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de Massa seca das plantas de milho				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	96,33 +	96,41 +	99,22 +	98,65 +	97,88 +
2,4-D + glyphosate	98,81 +	97,73 +	98,35 +	95,95 +	95,36 +
2,4-D + saflufenacil	88,43 -	97,13 +	96,57 +	98,94 +	97,59 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	79,15 -	91,25 -	98,20 +	96,97 +	97,63 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	80,96 -	92,54 -	96,05 +	96,24 +	97,06 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	69,92 -	92,05 -	97,49 +	97,50 +	98,64 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	35,37 -	71,50 -	92,35 -	97,97 +	96,65 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	46,73 -	55,09 -	84,69 -	99,36 +	97,49 +
2,4-D + sulfentrazone	57,25 -	83,40 -	99,62 +	98,07 +	98,69 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	71,41 -	83,73 -	99,47 +	98,06 +	97,96 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	50,29 -	76,61 -	91,82 -	97,60 +	98,57 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	33,96 -	52,58 -	91,82 -	100,00 +	97,94 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	74,01 -	82,69 -	85,69 -	98,19 +	99,99 +
Fluroxypyr	56,98 -	71,40 -	75,97 -	99,44 +	98,10 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV%	4,82	3,53	4,35	6,98	3,14
DMS	6,93	6,07	4,58	6,08	6,38

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Nota-se que na semeadura aos 0 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas apenas os tratamentos 2,4-D e 2,4-D + glyphosate demonstraram porcentagens de massa seca semelhante à testemunha sem herbicida, não tendo, portanto, interferência na massa seca das plantas de milho (Tabela 14).

Na semeadura das plantas de milho aos 30 DAA, o tratamento 2,4-D + saflufenacil também já não apresentava mais interferência na biomassa das plantas.

E na semeadura aos 60 dias após a aplicação das misturas herbicidas, apenas seis tratamentos ainda apresentavam interferência na biomassa das plantas de milho, são eles: 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Desta maneira, não foi possível estipular modelos de regressão para os tratamentos 2,4-D e 2,4-D + glyphosate devido já apresentarem acúmulo de biomassa semelhante à testemunha desde a semeadura aos 0 DAA (Figura 25).

O modelo de regressão ajustado para a variável massa seca para o tratamento 2,4-D + saflufenacil apresentou dissipação do efeito negativo rápido, não interferindo na massa seca das plantas de milho já aos 9 dias.

Com a adição do [imazapic + imazapyr] nas misturas nota-se um aumento de interferência na biomassa das plantas de milho, tendo o efeito negativo no acúmulo de biomassa das plantas de milho até os 23 dias após a aplicação.

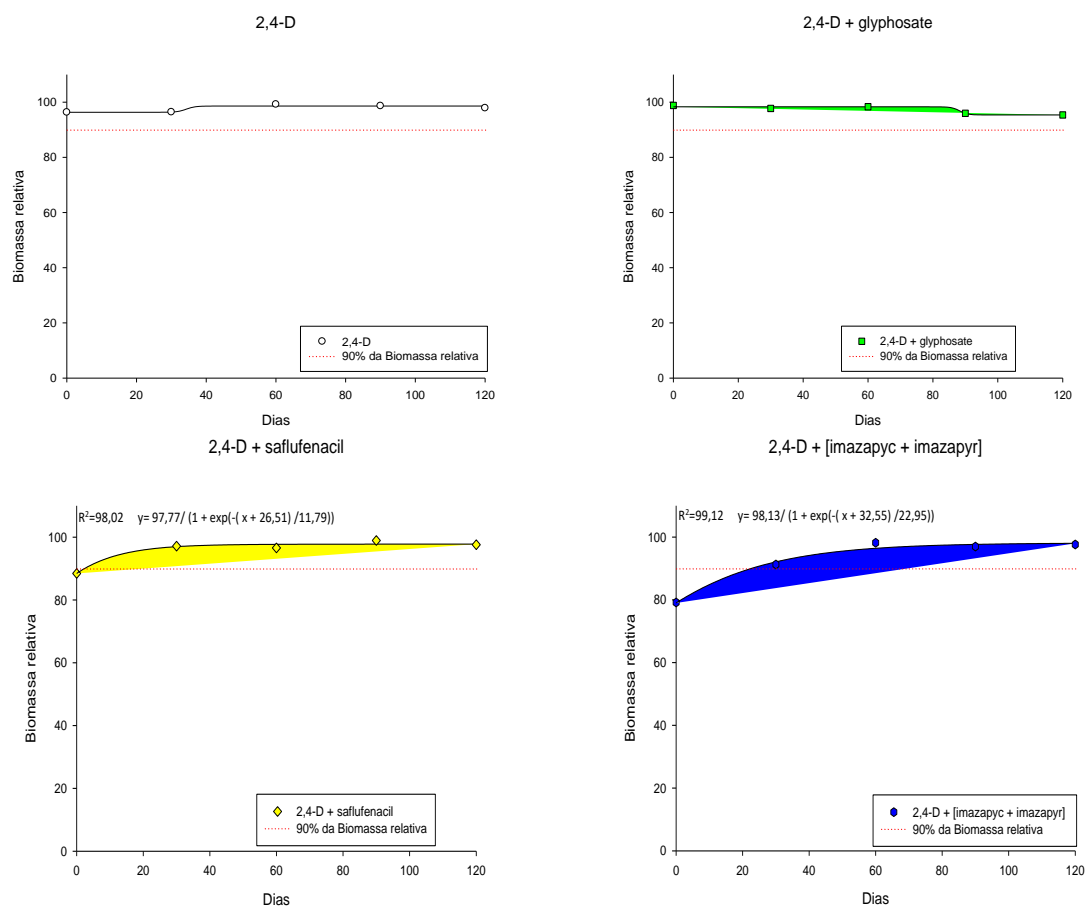


Figura 25. Biomassa relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos pelos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D e 2,4-D + glyphosate (Figura 25).

Assim, na Figura 26, percebe-se que os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] exercem influência negativa no milho até 24 dias após a aplicação, enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone precisam de 55 e 77 dias após a aplicação, respectivamente, para não exercer nenhum efeito negativo na biomassa das plantas de milho.

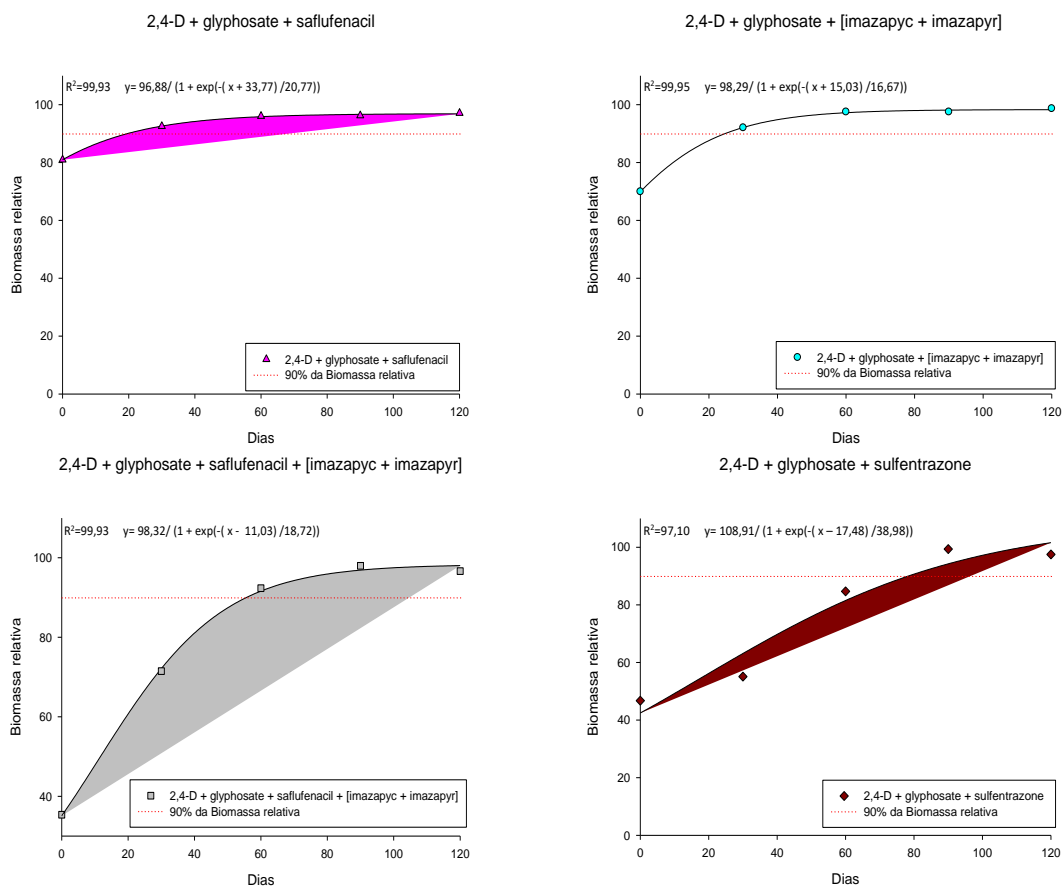


Figura 26. Biomassa relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 27, nota-se que os tratamentos em questão necessitam de períodos qualificados como de moderados a longos para se dissiparem no solo, e conseqüentemente não afetar a porcentagem de massa seca das plantas de milho.

Tratamentos como 2,4-D + sulfentrazone e glyphosate + saflufenacil e fluroxypyr, de acordo com o modelo de regressão ajustado, apresentaram intervalo de segurança de 39 e 38 dias, respectivamente. Da mesma forma, os intervalos de segurança calculado para os tratamentos glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr foram de 54, 67, 65 e 82 dias, respectivamente.

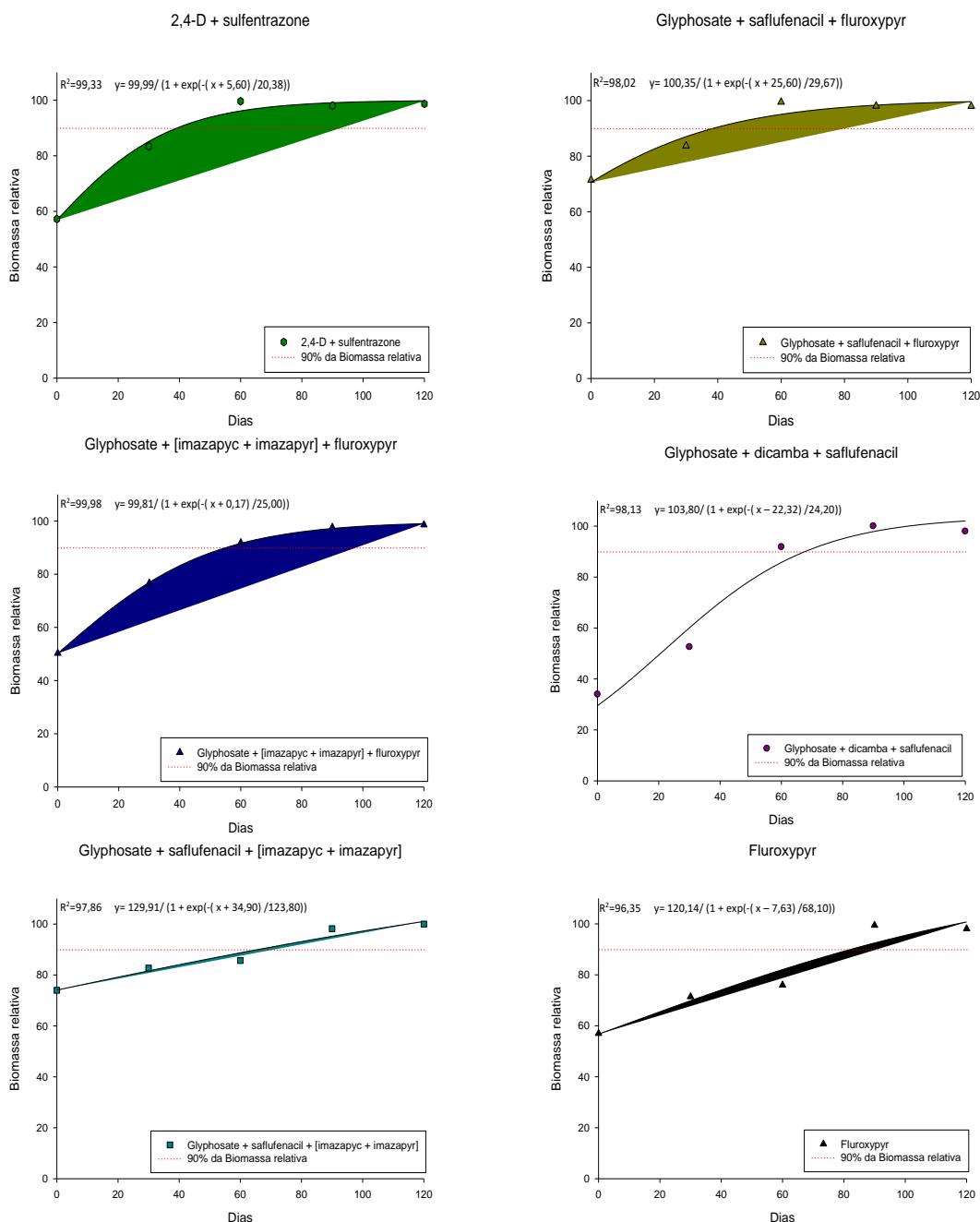


Figura 27. Biomassa relativa (porcentagem em relação a testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas as glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

De posse dos modelos de regressão ajustados para cada tratamento herbicidas, pode-se prever os intervalos de segurança necessário para a realização da semeadura da cultura do milho sem que haja interferência negativa das misturas herbicidas na cultura em questão. Estes dados estão dispostos na Tabela 15.

Tabela 15. Intervalo de segurança estimado após uma única aplicação dos tratamentos herbicidas (A) testados neste trabalho para a semeadura da cultura do milho baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e Matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para milho (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	8	0	0
2,4-D + glyphosate	9	0	0
2,4-D + saflufenacil	1	0	2
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	1	1	22
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	3	6	19
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	22	41	24
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	47	57	55
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	73	79	77
2,4-D + sulfentrazone	48	51	39
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	45	41	38
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	42	61	54
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	66	65	67
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	34	39	65
Fluroxypyr	63	76	82
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas.

Considerando o maior intervalo de segurança entre dos dados de fitointoxicação, altura e massa seca, pode-se perceber que os tratamentos 2,4-D (8 dias), 2,4-D + glyphosate (9 dias), 2,4-D + saflufenacil (2 dias) demonstraram menor período de interferência sobre as plantas de milho (IS), podendo ser realizada a semeadura das plantas após a aplicação dos tratamentos em 9 dias após a aplicação do tratamento herbicida.

Intervalo de segurança moderado foi observado para os tratamentos 2,4-D + [imazapic + imazapyr] (22 dias), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (19 dias) e 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] (42 dias).

Os demais tratamentos demonstraram intervalo de segurança (IS) muito superior aos demais tratamentos para a realização da semeadura do milho, atingindo intervalos entre 57 dias a 82 dias.

2.2 Efeito de “carryover” proporcionado por duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas para a cultura do milho em sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura das plantas e massa seca estão dispostos nas Tabelas 16, 17 e 18 e as estimativas dos parâmetros referentes aos modelos de regressão utilizados estão apresentados nas Figuras 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35 e 36.

Observa-se na semeadura das plantas de milho aos 0 DAA que todos os tratamentos promoveram sintomas de intoxicação visual após duas aplicações de herbicidas (A/B), apresentando porcentagens de intoxicação que variaram de baixa à severa (14,75% a 100,00%) (Tabela 16).

Apesar de terem recebido aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas, os tratamentos com 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil já não demonstravam nenhuma injúria visual na semeadura realizada 30 dias após a aplicação dos tratamentos, enquanto os demais tratamentos demonstravam sintomas de intoxicação nas plantas de milho \geq 13,00% (Tabela 16).

Além dos tratamentos citados acima, as misturas herbicidas 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr já não demonstravam sintomas de injúria nas plantas de milho na semeadura aos 60 dias após as aplicações (60 DAA) e aos 90 DAA apenas os tratamentos 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone, glyphosate + dicamba + saflufenacil e fluroxypyr ainda promoviam sintomas de intoxicação nas plantas; tais sintomas se dissiparam totalmente apenas aos 120 DAA (Tabela 16).

Tabela 16. Dados de % de fitointoxicação nas plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de fitointoxicação nas plantas de milho									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	23,00	-	2,75	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate	16,50	-	2,50	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + saflufenacil	14,75	-	2,50	+	0,00	+	0,00	+	0,25	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	36,75	-	22,75	-	1,25	+	0,25	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	38,25	-	32,75	-	2,50	+	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	82,75	-	51,25	-	20,75	-	0,00	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	65,00	-	38,75	-	17,00	-	0,25	+	0,00	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	77,00	-	56,50	-	33,25	-	9,75	-	0,50	+
2,4-D + sulfentrazone	65,00	-	40,50	-	14,00	-	0,00	+	0,00	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	51,00	-	13,00	-	1,25	+	0,25	+	0,00	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	52,00	-	40,00	-	16,50	-	0,75	+	0,00	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00	-	78,25	-	24,75	-	1,25	+	0,50	+
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	62,25	-	38,00	-	21,25	-	2,25	-	0,00	+
Fluroxypyr	67,50	-	41,25	-	13,00	-	4,25	-	0,50	+
Testemunha sem herbicida	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+	0,00	+
CV%	6,17		8,05		14,08		54,77		17,44	
DMS	6,41		5,13		3,28		1,51		0,59	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

De acordo com os modelos de regressão ajustados para os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] (Figura 28) observa-se que os efeitos de intoxicação visual nas plantas de milho se dissipam totalmente em intervalos entre 6 a 39 dias, sendo o período mais longo para o tratamento com a mistura [imazapic + imazapyr].

Tais resultados remetem à meia-vida relativamente curta do 2,4-D, glyphosate e saflufenacil comparado ao imazapic e imazapyr que podem persistir no solo por mais de 180 dias (Rodrigues & Almeida, 2005).

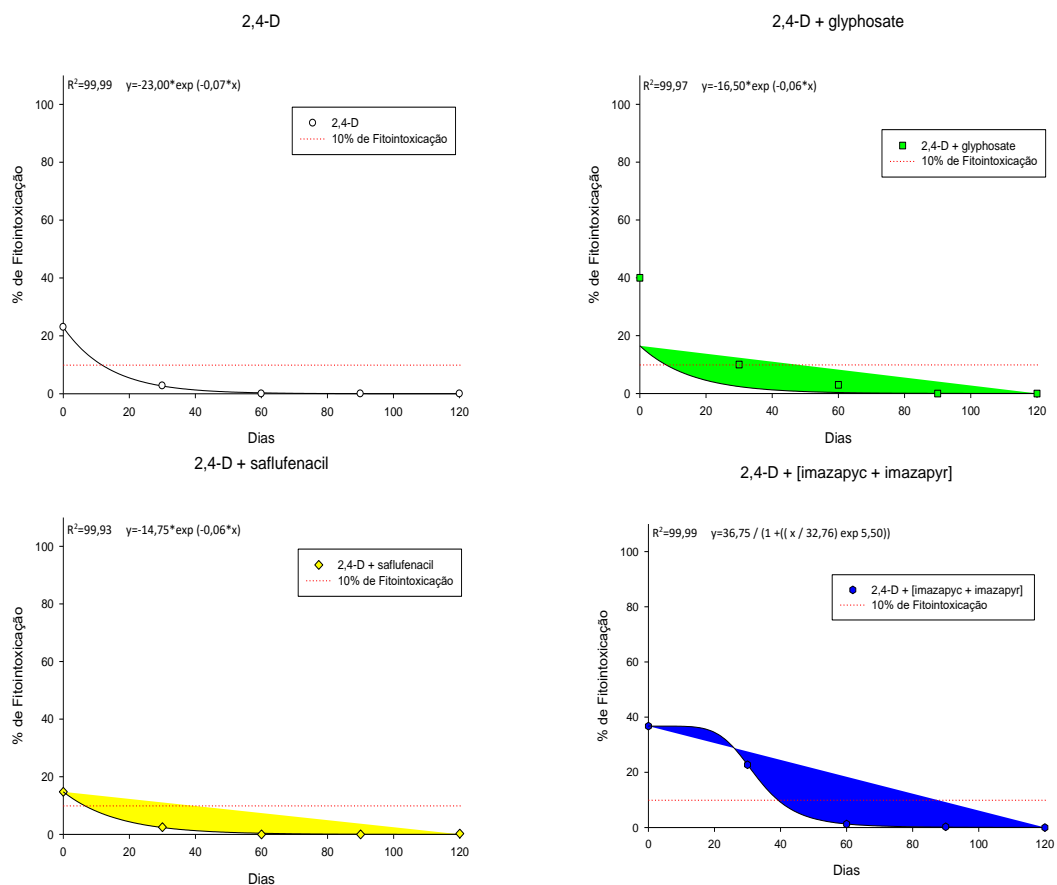


Figura 28. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Tratamentos como 2,4-D + glyphosate + saflufenacil demonstraram efeito fitotóxico moderado até os 46 dias, enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone tiveram seus efeitos tóxicos dissipados apenas após os 74, 70 e 94 dias, respectivamente (Figura 29).

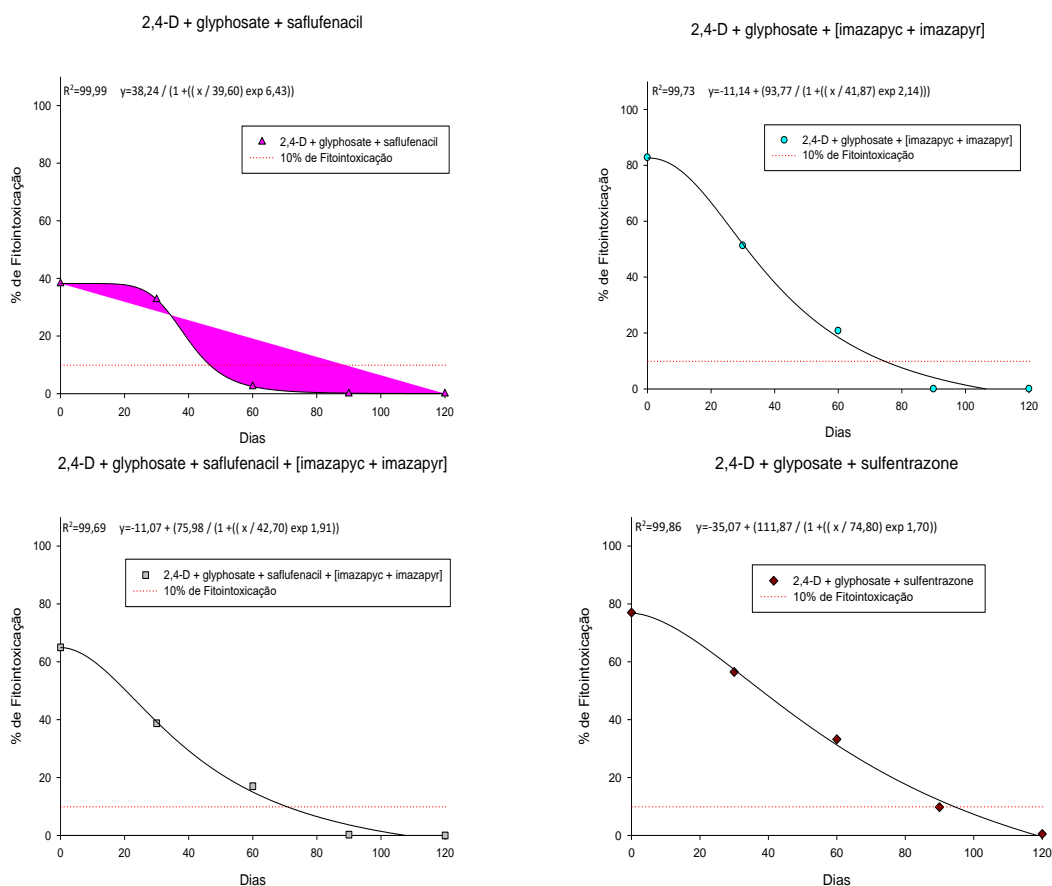


Figura 29. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

No entanto, na Figura 30, com exceção do 2,4-D + sulfentrazone que de acordo com o modelo de regressão, pode-se estipular o intervalo de segurança para a semeadura da cultura do milho somente após de 66 dias. Os demais tratamentos apresentaram residual prolongado no solo (≥ 69 dias), afetando negativamente as plantas de milho em até 78 dias para o glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

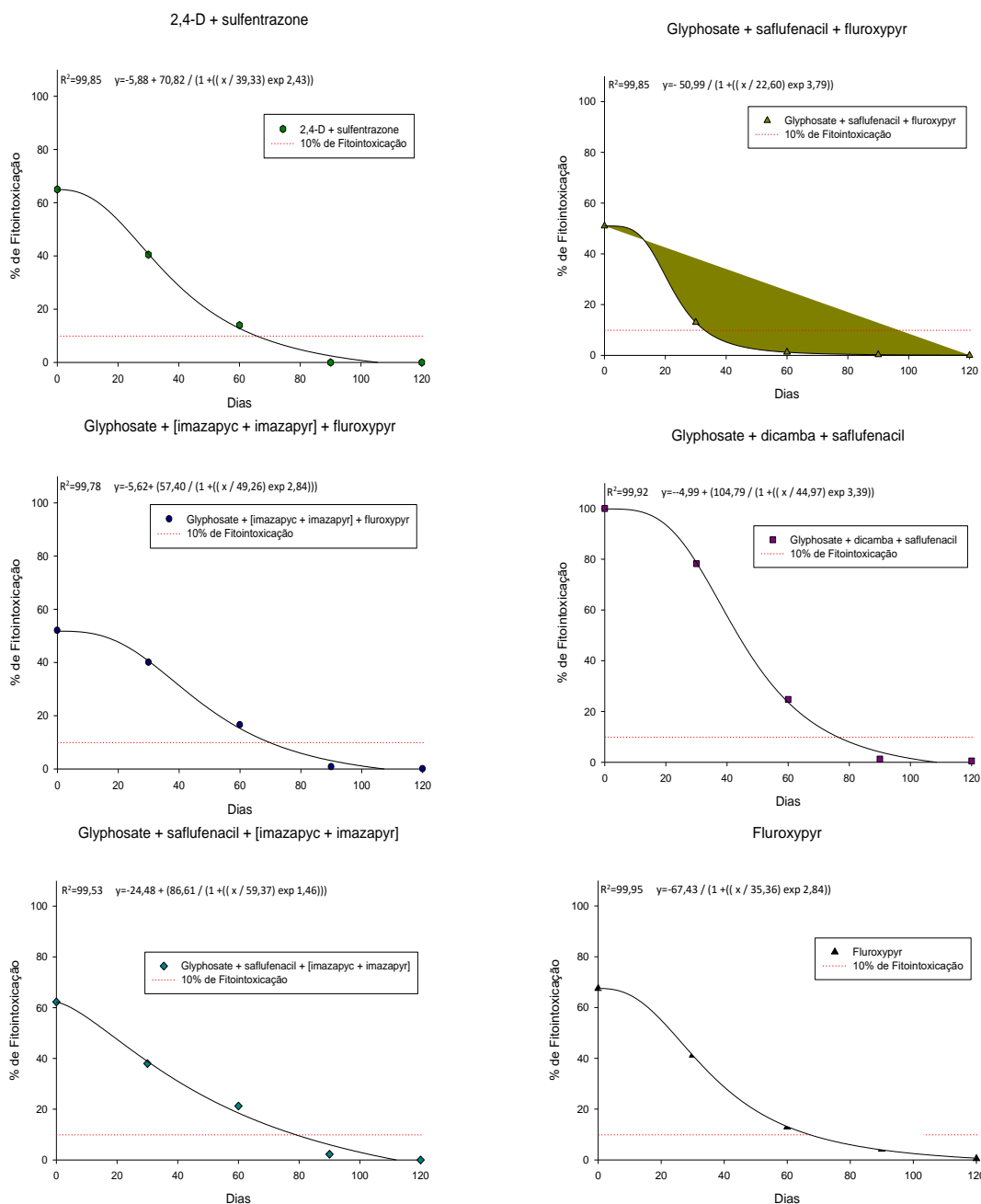


Figura 30. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

O fluroxypyr apresenta comportamento no solo apresentando moderada persistência, dependendo do tipo de solo e das condições climáticas. Em solos com pH baixo, a sua adsorção é maior e a mobilidade é menor, com meia-vida de 34 a 63 dias, (Rodrigues & Almeida, 2005). Neste trabalho, utilizou-se a dose de 400 g ha⁻¹, o dobro da recomendada normalmente nos campos de pastagem, o que deve ter prolongado seu residual no solo, e consequentemente afetado as plantas de milho por maior período de tempo.

Os principais sintomas visualizados nas plantas de milho neste trabalho decorrente do tratamento com duas aplicações sequenciais (A/B) do fluroxypyr foram: engrossamento da base do caule, arroxejamento na ponta do limbo foliar nas plantas de milho e formação de raízes aéreas. Pesquisas de Silva et al. (2005) corroboram com estes resultados, em trabalhos avaliando efeitos de herbicidas auxínicos em plantas, constataram que os herbicidas auxínicos testados (fluroxypyr e 2,4-D), causam, em espécies sensíveis, intensa divisão celular no câmbio vascular, endoderme, periciclo e floema, com conseqüente formação de tumores no meristema intercalar, aparecimento de raízes aéreas e multiplicação e engrossamento de raízes e caule.

Já em relação aos efeitos das duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas na altura das plantas, pode-se observar que apenas o tratamento 2,4-D não causou redução no crescimento das plantas de milho. No entanto, o contrário foi observado (Tabela 17), nas plantas de milho tratadas com 2,4-D pois cresceram mais do que a testemunha sem herbicida, apresentando estiolamento e afinamento do limbo foliar e da base do colmo na semeadura realizada aos 0 dias após a aplicação sequencial.

Na semeadura do milho aos 30 dias após as aplicações das misturas herbicidas, apenas o 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil não exerceram qualquer interferência na altura das plantas de milho (Tabela 17).

Aos 60 dias (60 DAA), além dos tratamentos citados acima, o 2,4-D + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil e o glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr já não exerciam mais nenhum efeito negativo na altura das plantas de milho, assemelhando-se à testemunha sem herbicida.

Assim, a partir da semeadura de 90 dias após as aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas, nenhuma das misturas testadas promoveu inibição do crescimento das plantas de milho, sendo completamente dissipadas no solo e semelhante à testemunha sem herbicida aos 90 DAA (Tabela 17).

Tabela 17. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de altura nas plantas de milho				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	98,67 +	95,87 +	97,20 +	95,75 +	98,82 +
2,4-D + glyphosate	86,07 -	97,78 +	98,66 +	95,47 +	97,29 +
2,4-D + saflufenacil	83,02 -	98,83 +	99,51 +	97,87 +	100,00 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	72,50 -	81,13 -	97,96 +	97,05 +	100,33 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	62,16 -	81,35 -	97,80 +	97,88 +	97,06 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	18,48 -	36,97 -	75,12 -	99,51 +	100,00 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	19,02 -	35,92 -	86,18 -	99,36 +	98,82 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	13,40 -	24,07 -	83,40 -	94,70 +	96,92 +
2,4-D + sulfentrazone	25,49 -	42,55 -	78,09 -	97,19 +	97,16 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	65,67 -	82,04 -	96,78 +	96,82 +	97,62 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	42,65 -	74,26 -	88,21 -	96,53 +	96,62 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 -	17,12 -	89,32 -	96,36 +	97,70 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	27,72 -	53,05 -	79,23 -	98,26 +	97,37 +
Fluroxypyr	23,92 -	46,70 -	83,08 -	96,14 +	97,96 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV%	6,07	5,11	3,28	3,46	2,97
DMS	6,19	6,84	6,13	6,97	6,05

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

De acordo com os modelos de regressão ajustados aos tratamentos herbicidas utilizados neste trabalho, foi possível prever o intervalo de segurança necessário para a realização da semeadura do milho sem que haja interferência negativa dos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão (Figuras 31, 32 e 33).

Sendo assim, na Figura 31 pode-se perceber que não há interferência do 2,4-D e 2,4-D + glyphosate desde os primeiros dias após a aplicação destas misturas, não sendo possível ajustar um modelo de regressão para ambos os tratamentos devido a apresentarem porcentagens de controle constantes e acima de 90,00% desde 0 DAA. Já quando analisadas as misturas 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] são necessários 5 e 40 dias, respectivamente, para que estes tratamentos não exerçam efeitos negativos na altura das plantas de milho.

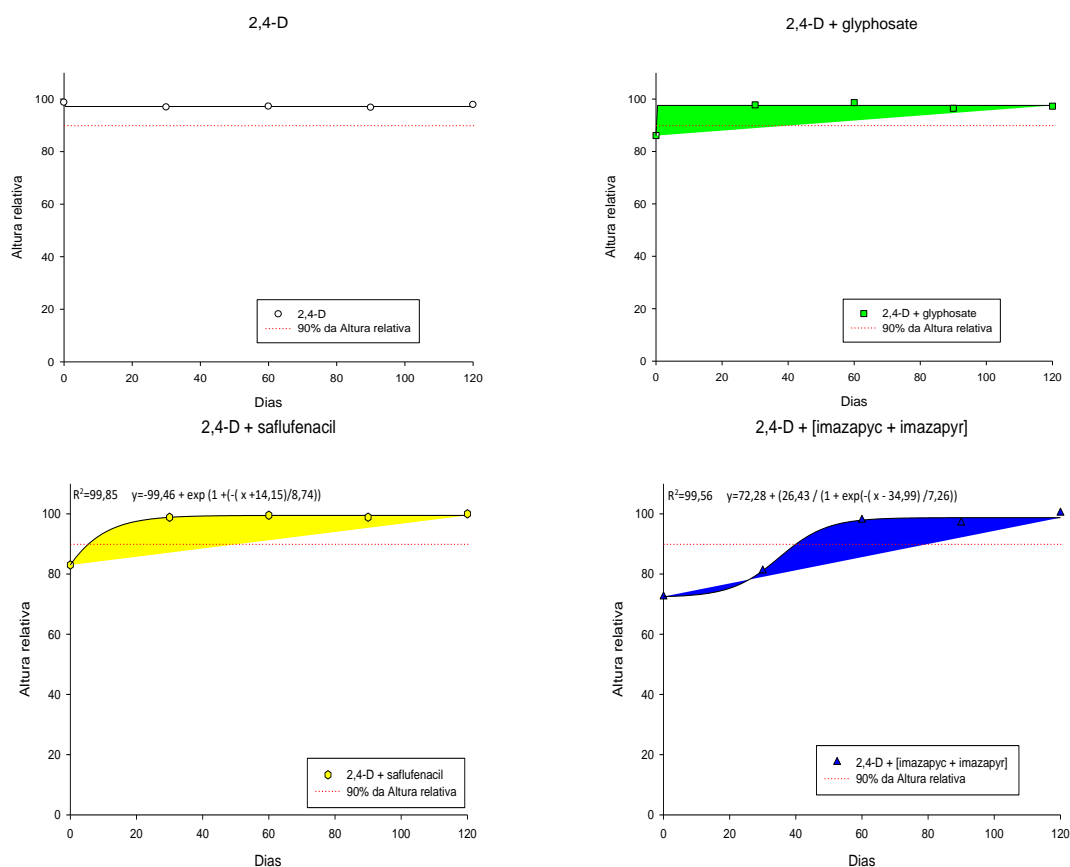


Figura 31. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D e 2,4-D + glyphosate (Figura 31).

Da mesma maneira, na Figura 32, o único tratamento que exerceu efeito na altura das plantas de milho somente até os 44 dias foi o 2,4-D + glyphosate + saflufenacil. Os demais tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone tiveram seus efeitos sobre a altura relativa das plantas por períodos mais longos, sendo o seu residual dissipado no solo apenas após os 78, 64 e 70 dias, respectivamente.

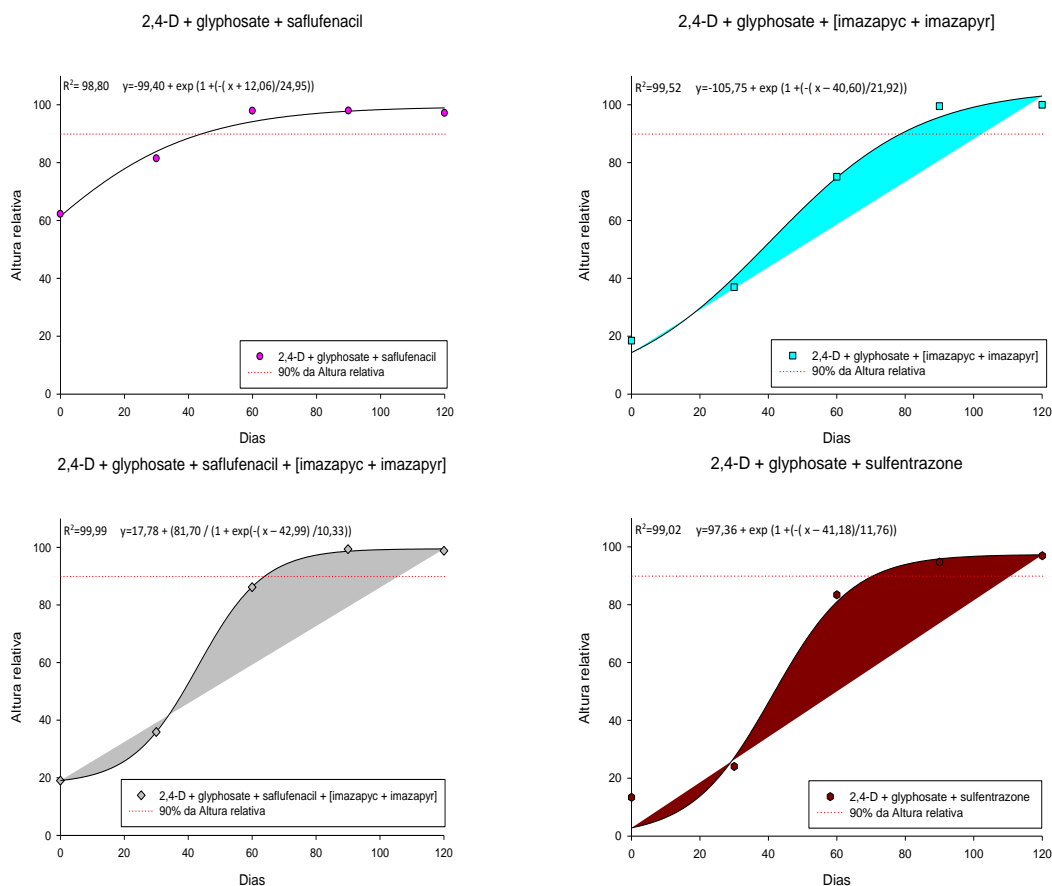


Figura 32. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

O intervalo de segurança calculado de acordo com os modelos de regressão ajustados para os tratamentos presentes na Figura 33 comprovam que a persistência das misturas em questão no solo pode ser observada por longos períodos, atingindo até 75 dias para o fluroxypyr.

O único tratamento que se mostrou seguro para realização da semeadura do milho em períodos inferiores a 50 dias foi glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr (45 dias). Os demais tratamentos têm seus efeitos totalmente diluídos após 61 dias para o glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, 60 dias para o glyphosate + dicamba + saflufenacil e 77 dias para o tratamento fluroxypyr (Figura 33).

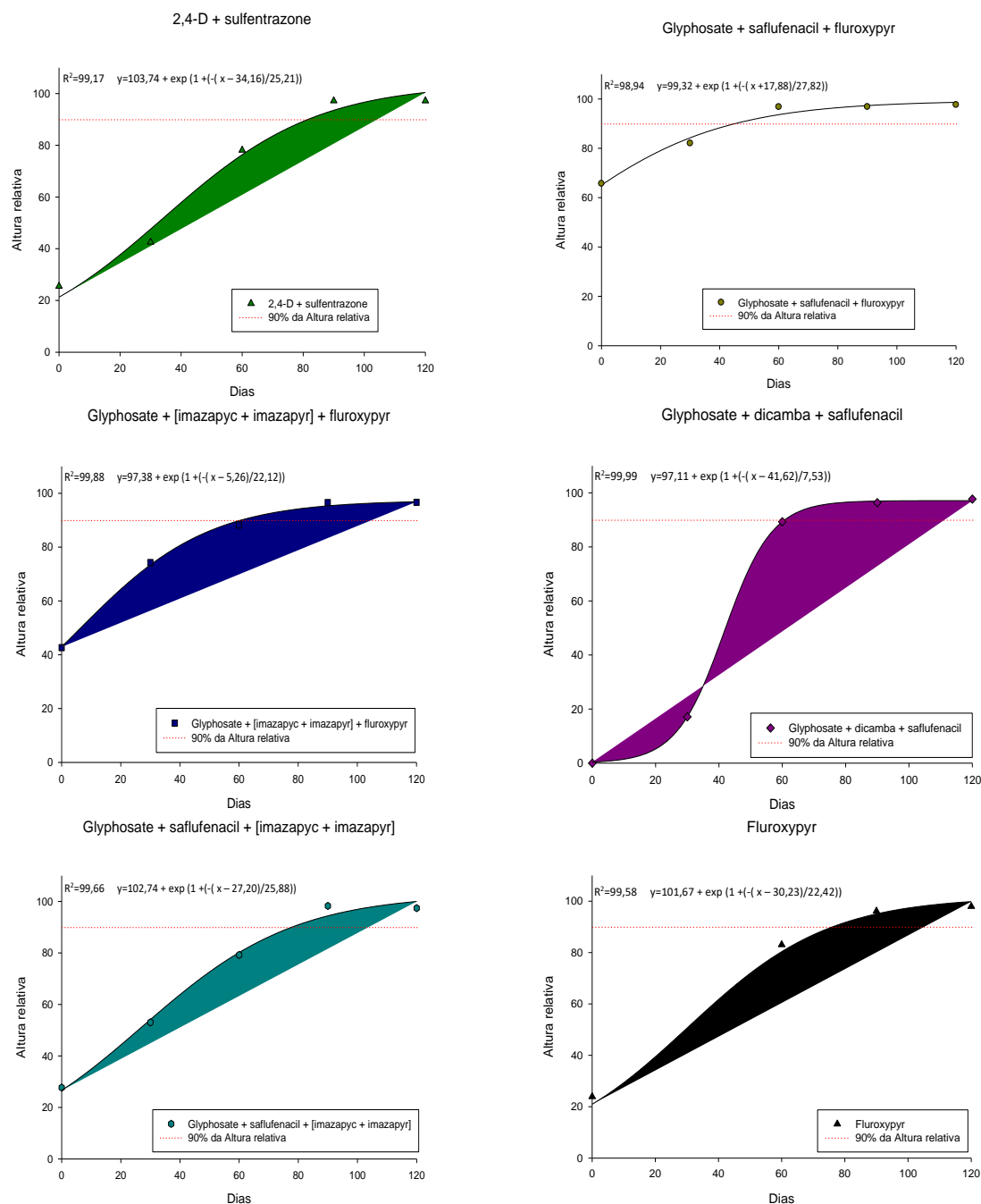


Figura 33. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Semelhante aos resultados vistos para a altura relativa das plantas, a massa seca relativa também apresentou claramente os efeitos dos herbicidas nas plantas de milho.

Na Tabela 18 estão dispostos os dados de massa seca relativa das plantas de milho após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão neste trabalho.

Nota-se que na semeadura aos 0 DAA, todos os tratamentos afetaram a massa seca das plantas de milho, exceto o 2,4-D.

No entanto, este fato pode ter ocorrido, como já comentado neste trabalho anteriormente, devido as plantas de milho tratadas com 2,4-D terem apresentado estiolamento das plantas, tendo seu tamanho superior às plantas da testemunha sem herbicida.

O efeito de dissipação dos tratamentos herbicidas foi constatado aos poucos. Aos 30 DAA, apenas o efeito dos tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil já haviam amenizado, não demonstrando interferência negativa na massa seca das plantas de milho (Tabela 18).

Na semeadura da cultura realizada aos 60 dias após a aplicação sequencial (A/B) dos tratamentos herbicidas, metade dos tratamentos ainda exercia interferência na massa seca das plantas de milho, reduzindo a sua biomassa, e aos 90 DAA apenas os tratamentos 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e o fluroxypyr ainda exerciam sintomas negativos de redução de porte e massa seca relativa das plantas.

Aos 120 DAA nenhum tratamento interferiu na massa seca das plantas.

Tabela 18. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de Massa seca das plantas de milho				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	98,37 +	97,19 +	98,62 +	100,00 +	99,37 +
2,4-D + glyphosate	83,82 -	97,34 +	99,04 +	99,71 +	100,54 +
2,4-D + saflufenacil	82,39 -	98,32 +	99,58 +	99,94 +	99,68 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	67,75 -	81,16 -	99,88 +	99,64 +	100,68 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	65,63 -	79,77 -	99,58 +	100,00 +	98,88 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	31,36 -	46,04 -	84,50 -	99,97 +	99,67 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	50,10 -	68,62 -	92,82 -	100,00 +	99,05 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	27,20 -	46,45 -	81,99 -	94,49 -	97,79 +
2,4-D + sulfentrazone	49,85 -	60,59 -	85,21 -	99,10 +	97,73 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	64,24 -	68,67 -	98,64 +	99,27 +	99,44 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	63,88 -	74,54 -	86,05 -	99,91 +	99,68 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 -	46,42 -	89,31 -	99,29 +	98,46 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	38,23 -	50,75 -	71,30 -	95,35 -	99,08 +
Fluroxypyr	38,29 -	55,66 -	85,50 -	95,27 -	99,06 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV%	5,62	4,96	2,66	2,07	2,47
DMS	6,70	7,35	5,04	4,23	5,08

** Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Os modelos de regressão ajustados para variável massa seca relativa demonstraram que os efeitos relacionados às duas aplicações sequenciais dos herbicidas afetam negativamente as plantas de milho e tendem a aumentar a persistência dos tratamentos no solo, aumentando conseqüentemente, a interferência na massa seca relativa das plantas (Figuras 34, 35 e 36).

Na Figura 34, apenas o 2,4-D não demonstra nenhum tipo de interferência nas plantas de milho, tendo seu intervalo de segurança igual a 1, enquanto os tratamentos 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] tem como intervalo de segurança estipulados de acordo com o modelo de regressão ajustado para cada tratamento de: 8, 7 e 42 dias respectivamente.

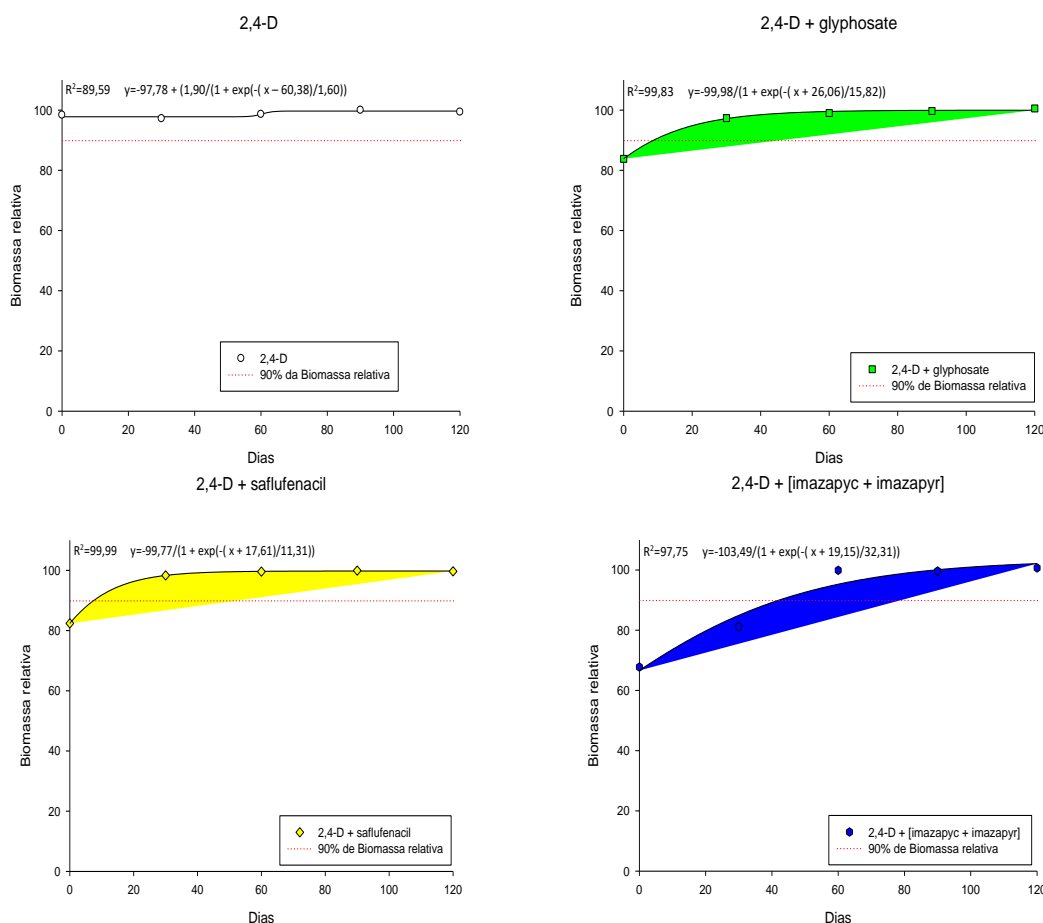


Figura 34. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Da mesma maneira, na Figura 35, nota-se uma persistência maior no solo dos tratamentos herbicidas e conseqüentemente um maior efeito sobre massa seca relativa das plantas de milho, sendo o menor intervalo de segurança observado para o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil com 43 dias.

Para os demais tratamentos 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone o intervalo de segurança foi identificado em 74, 61 e 79 dias (Figura 35).

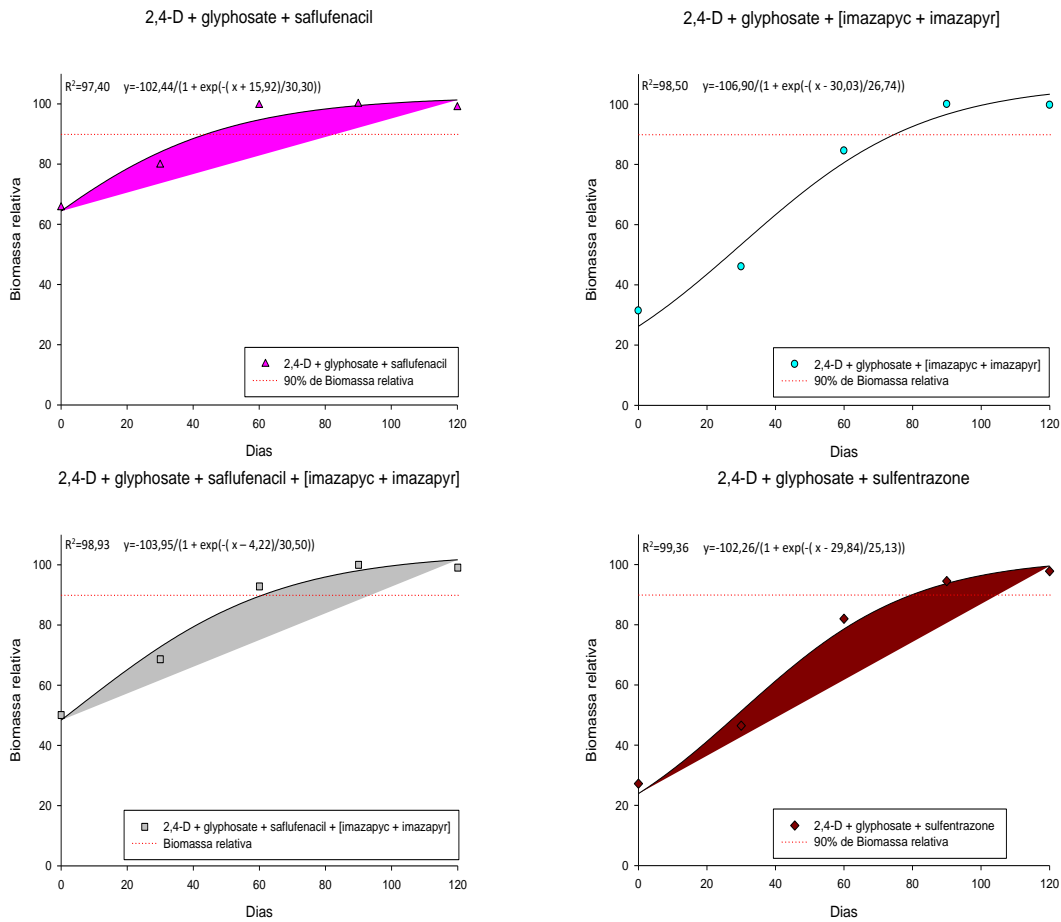


Figura 35. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 36, todos os tratamentos apresentaram intervalo de segurança ≥ 55 dias sendo o menor intervalo atribuído ao tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil, demonstrando menor interferência na cultura do milho.

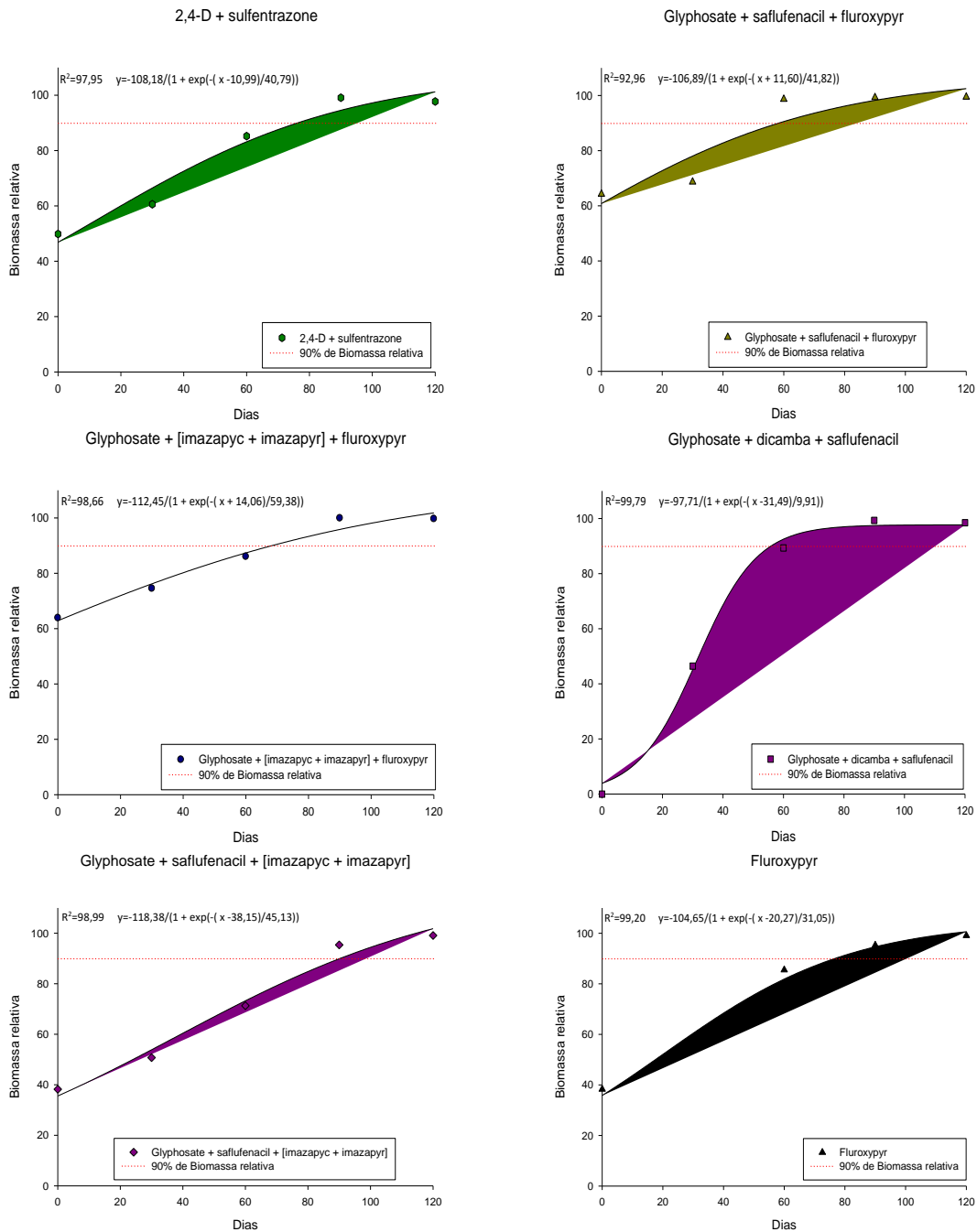


Figura 36. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de milho em função dos tratamentos herbicidas glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Desta maneira, foi possível definir o intervalo de segurança para a semeadura da cultura do milho após a aplicação sequencial do tratamento herbicida utilizado na destruição das soqueiras do algodão.

Assim, na Tabela 19 estão estipulados os intervalos de segurança para realização da semeadura do milho.

Tabela 19. Intervalo de segurança estimado após duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas (A/B) testados neste trabalho para a semeadura da cultura de milho baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e Matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para milho (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	11	0	0
2,4-D + glyphosate	7	0	8
2,4-D + saflufenacil	6	5	7
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	39	40	42
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	46	44	43
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	74	78	74
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	70	64	61
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	94	70	79
2,4-D + sulfentrazone	66	81	76
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	32	45	57
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	69	60	68
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	76	60	55
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	78	77	90
Fluroxypyr	67	75	76
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas.

Assim, considerando o maior intervalo de segurança entre os intervalos estabelecidos para fitointoxicação, altura e massa seca, os menores índices de IS identificados foram para os tratamentos com 2,4-D (11 dias), 2,4-D + glyphosate (8 dias), e com 2,4-D + saflufenacil (7 dias). Enquanto os demais tratamentos apresentaram residual (“carryover”) superior a 42 dias para a cultura do milho após duas aplicações sequenciais (A/B).

3. Efeito de “carryover” proporcionado por tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão na cultura do algodão.

3.1 Efeito de “carryover” proporcionado por uma aplicação (A) do tratamento herbicida na cultura do algodão sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura e massa seca das plantas de algodão ao final do experimento estão dispostos nas Tabelas 20, 21 e 22 e as estimativas dos parâmetros referente ao modelo de regressão ajustados estão apresentados nas Figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45.

Observa-se na semeadura das plantas de algodão aos 0 DAA que todos os tratamentos promoveram sintomas de intoxicação visual após uma aplicação dos tratamentos herbicidas (A) exceto o 2,4-D, que quando aplicado isolado não promoveu sintomas de intoxicação nas plantas de algodão, sendo seguro sua semeadura logo após a aplicação deste produto (Tabela 20).

Aos 30 DAA apenas os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e fluroxypyr não demonstravam nenhum efeito fitotóxico nas plantas de algodão, assemelhando-se à testemunha sem herbicida não sendo visualizado nenhum efeito de encarquilhamento do limbo foliar e engrossamento da base do caule após a aplicação dos herbicidas citados acima.

No entanto, nos demais tratamentos foi possível visualizar sintomas como altura das plantas inferior à testemunha sem herbicida, clorose e engrossamento da base do caule, leve necrose e deformação do limbo foliar.

O efeito dos tratamentos herbicidas começou a se dissipar durante o decorrer do tempo e aos 60 dias, além dos tratamentos citados acima, as misturas 2,4-D + saflufenacil e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr já não demonstravam nenhum sintoma visual de fitointoxicação. Mas apenas aos 90 DAA foi possível notar dissipação generalizada dos efeitos de fitointoxicação nas plantas de algodão, e assim, apenas o glyphosate + dicamba + saflufenacil ainda apresentava sintomas de engrossamento e clorose do caule das plantas de algodão e encurtamento foliar e interferência na altura das plantas.

Na semeadura realizada aos 120 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas nenhuma mistura demonstrou efeito negativo na cultura do algodão em sucessão (Tabela 20).

Tabela 20. Dados de % de fitointoxicação nas plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de fitointoxicação nas plantas de algodão				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	4,5 +	1,25 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate	67,75 -	6,00 +	1,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + saflufenacil	100,00 -	78,50 -	4,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	65,51 -	41,75 -	32,25 -	3,50 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	100,00 -	67,75 -	1,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	65,50 -	47,00 -	0,50 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	82,50 -	69,75 -	55,25 -	1,50 +	1,50 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	95,75 -	92,25 -	70,50 -	3,75 +	0,50 +
2,4-D + sulfentrazone	86,25 -	70,50 -	38,25 -	4,00 +	0,50 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	56,25 -	45,00 -	34,00 -	4,00 +	0,50 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	100,00 -	39,25 -	5,75 +	0,00 +	0,00 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00 -	100,00 -	79,50 -	20,75 -	0,75 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	78,25 -	52,25 -	1,75 +	0,00 +
Fluroxypyr	100,00 -	3,75 +	0,50 +	0,00 +	0,00 +
Testemunha sem herbicida	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +
CV%	7,12	6,10	10,01	46,64	195,51
DMS	5,00	6,42	5,85	19,05	1,59

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Na Figura 37 nota-se, de acordo com os modelos de regressão ajustados para os tratamentos 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr], que os efeitos de intoxicação nas plantas de algodão se dissipam totalmente em intervalos entre 0 a 90 dias, sendo o residual mais longo para o tratamento com a mistura [imazapic + imazapyr] que afeta as plantas de algodão até os 90 dias.

Os danos dos herbicidas imazapic e imazapyr ou de sua associação, causados às culturas em sucessão são variáveis de acordo com Bovey & Senseman (1998) e Alister & Kogan (2005). Estes autores afirmam que dependendo das condições físicas, químicas e de manejo do solo tais produtos podem causar efeitos severos devido ao seu residual no solo em culturas como: alfafa, algodão, aveia, azevém, batata, beterraba-açucareira, canola, cebola, ervilha, girassol, linho, melão, milho, mostarda, pimenta, pimentão, repolho, sorgo, trigo e tomate, como vimos para a cultura do algodão neste trabalho.

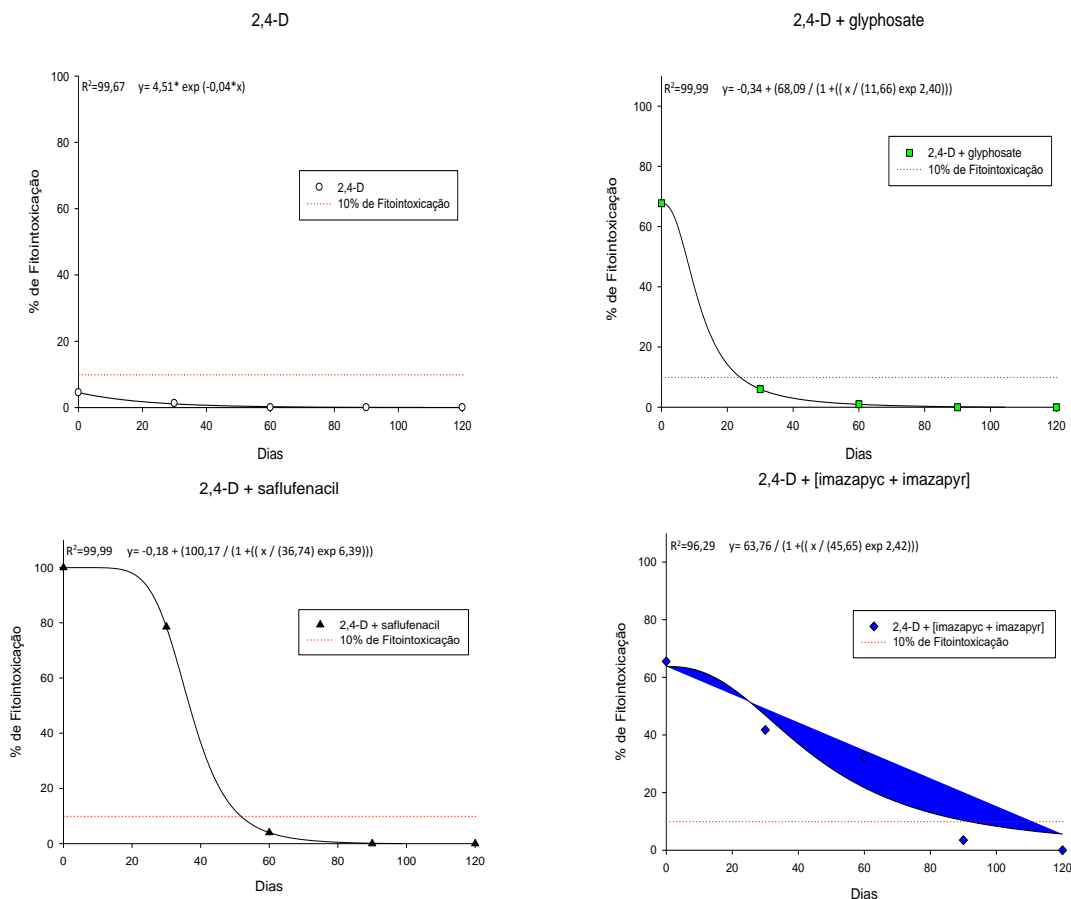


Figura 37. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Já na Figura 38, nota-se um aumento do residual das misturas chegando a 102 dias para o tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], enquanto a mistura sem a presença dos herbicidas inibidores da ALS tem seus efeitos dissipados em no máximo 51 dias.

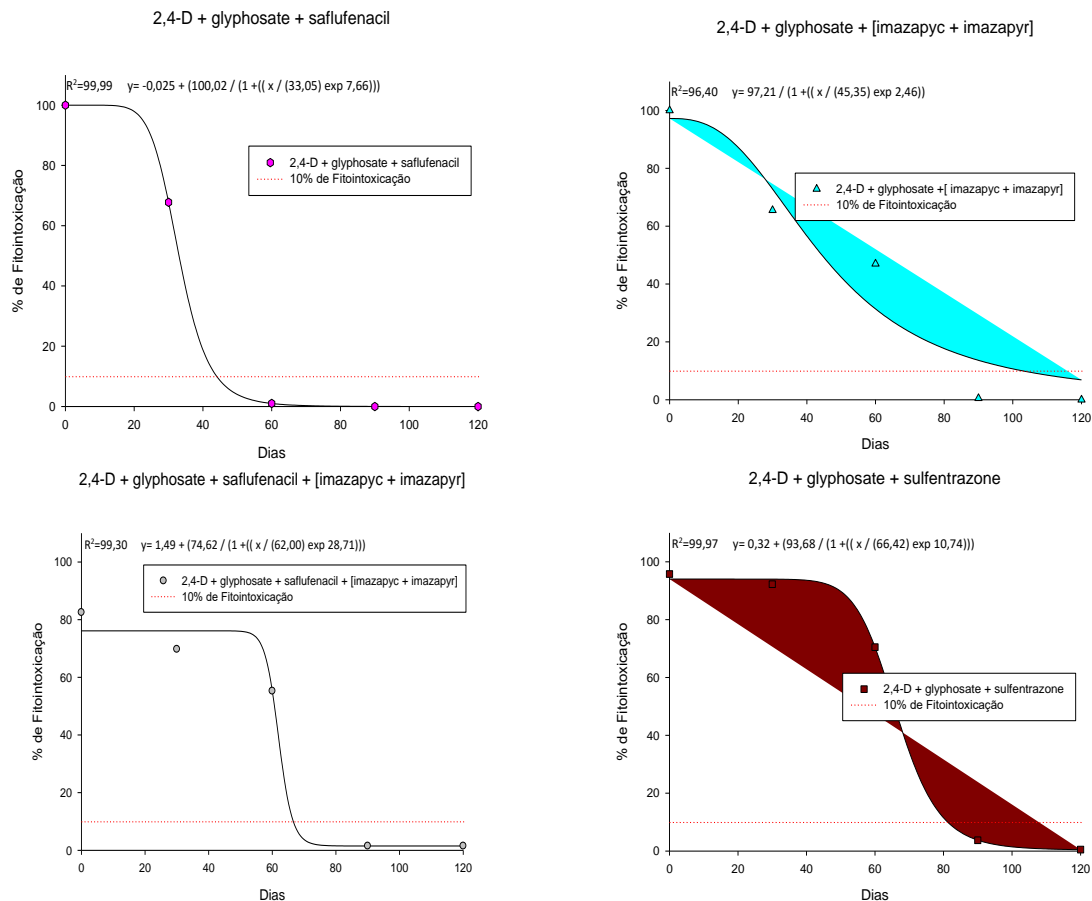


Figura 38. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Já na Figura 39, percebe-se que as misturas contendo sulfentrazone, [imazapic + imazapyr] e dicamba tem intervalos de segurança para a semeadura da cultura do algodão mais longos do que as misturas sem estes produtos, tendo assim, IS entre 50 a 100 dias. Enquanto tratamentos como o fluroxypyr tem o intervalo de segurança ajustado de 20 dias para a cultura do algodão, não representando grandes problemas quando utilizado na destruição das soqueiras de algodão (Figura 39).

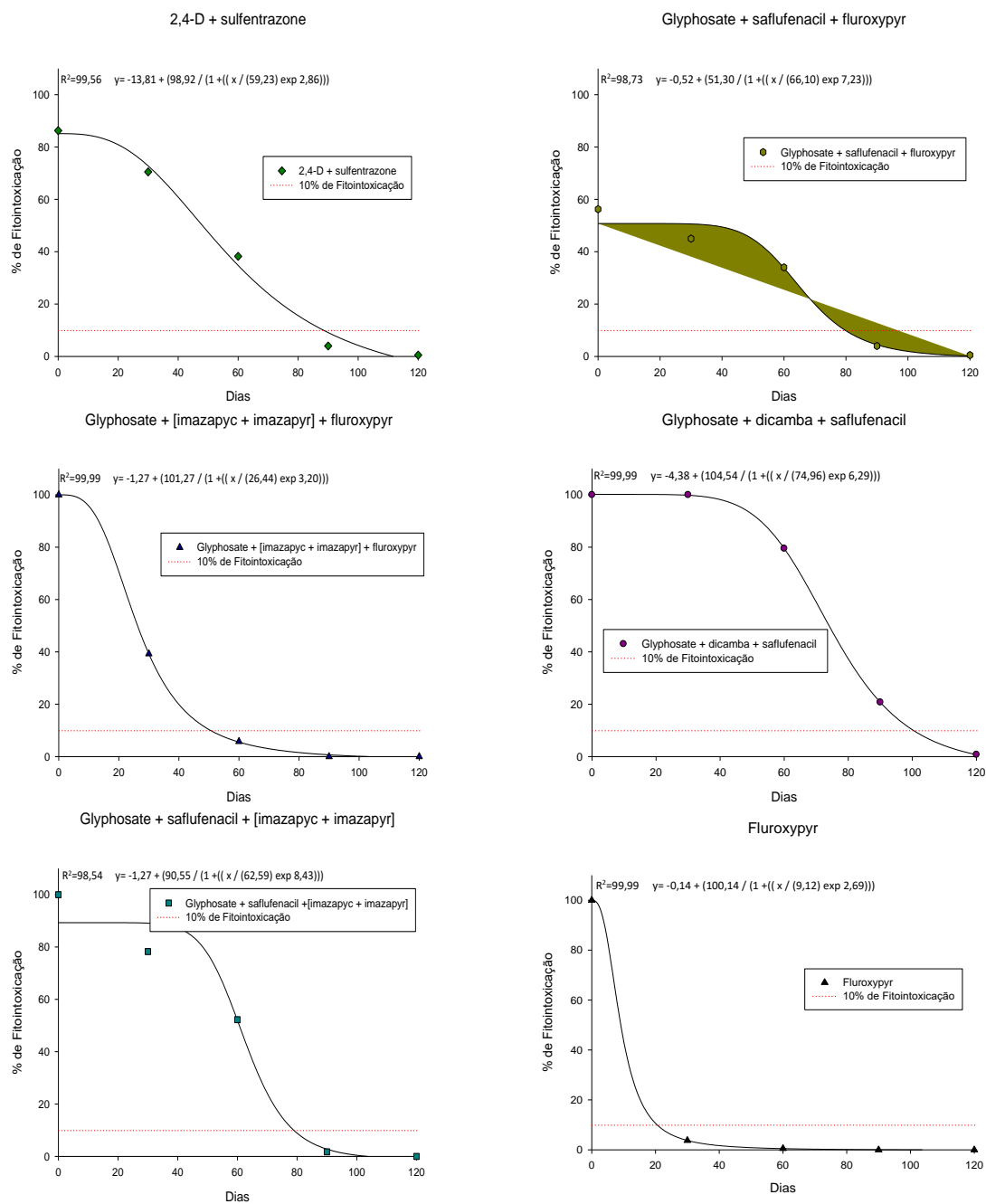


Figura 39. Porcentagem de fitointoxicação nas plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Para a variável altura das plantas, os resultados obtidos ao final do experimento estão expostos na Tabela 21, onde é possível observar que da mesma maneira observada para a variável intoxicação das plantas, o único tratamento que não afetou negativamente a altura das plantas de algodão na semeadura aos 0 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (0 DAA) foi o 2,4-D.

De modo geral, o efeito residual dos tratamentos herbicidas que interferem a cultura do algodão é lento a se dissipar no solo, e desta maneira aos 30 DAA, não há interferência apenas das misturas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e fluroxypyr.

Em contrapartida, na semeadura aos 60 dias após a aplicação dos herbicidas quase 50% dos tratamentos já demonstravam sintomas normais nas plantas de algodão, não alterando sua altura (Tabela 21). Aos 90 dias todos os tratamentos já não apresentam mais interferência na altura das plantas de algodão, tendo seus efeitos negativos completamente dissipados.

Tabela 21. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de altura nas plantas de milho				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	95,67 +	95,20 +	96,65 +	98,48 +	95,31 +
2,4-D + glyphosate	19,83 -	96,12 +	96,84 +	96,12 +	97,43 +
2,4-D + saflufenacil	0,00 -	15,48 -	97,31 +	99,24 +	94,74 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	44,50 -	47,91 -	65,25 -	98,73 +	98,33 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	0,00 -	43,49 -	97,20 +	97,13 +	97,73 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	0,00 -	49,97 -	60,73 -	99,57 +	91,72 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	29,18 -	58,26 -	52,11 -	95,81 +	94,05 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	7,38 -	9,00 -	39,54 -	95,24 +	89,42 +
2,4-D + sulfentrazone	12,59 -	18,74 -	62,80 -	98,56 +	95,50 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	70,23 -	68,74 -	71,50 -	95,51 +	95,31 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	0,00 -	69,18 -	91,90 +	98,56 +	94,34 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 -	0,00 -	23,25 -	93,77 +	97,15 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00 -	28,54 -	44,33 -	98,14 +	89,31 +
Fluroxypyr	0,00 -	96,23 +	96,92 +	97,13 +	95,31 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV%	12,81	8,03	6,31	4,37	5,13
DMS	6,72	8,85	9,56	8,83	10,11

** Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Na Figura 40 percebe-se que, diferente dos demais tratamentos, o 2,4-D não demonstra nenhuma interferência na altura das plantas de algodão, nem quando a semeadura foi realizada logo após a aplicação do tratamento. Enquanto, os tratamentos 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil apresentaram residual curto e sintomas leves nas plantas de algodão.

No entanto para o tratamento 2,4-D + [imazapic + imazapyr] demonstra residual prolongado atingindo intervalo de segurança de 73 dias (Figura 40).

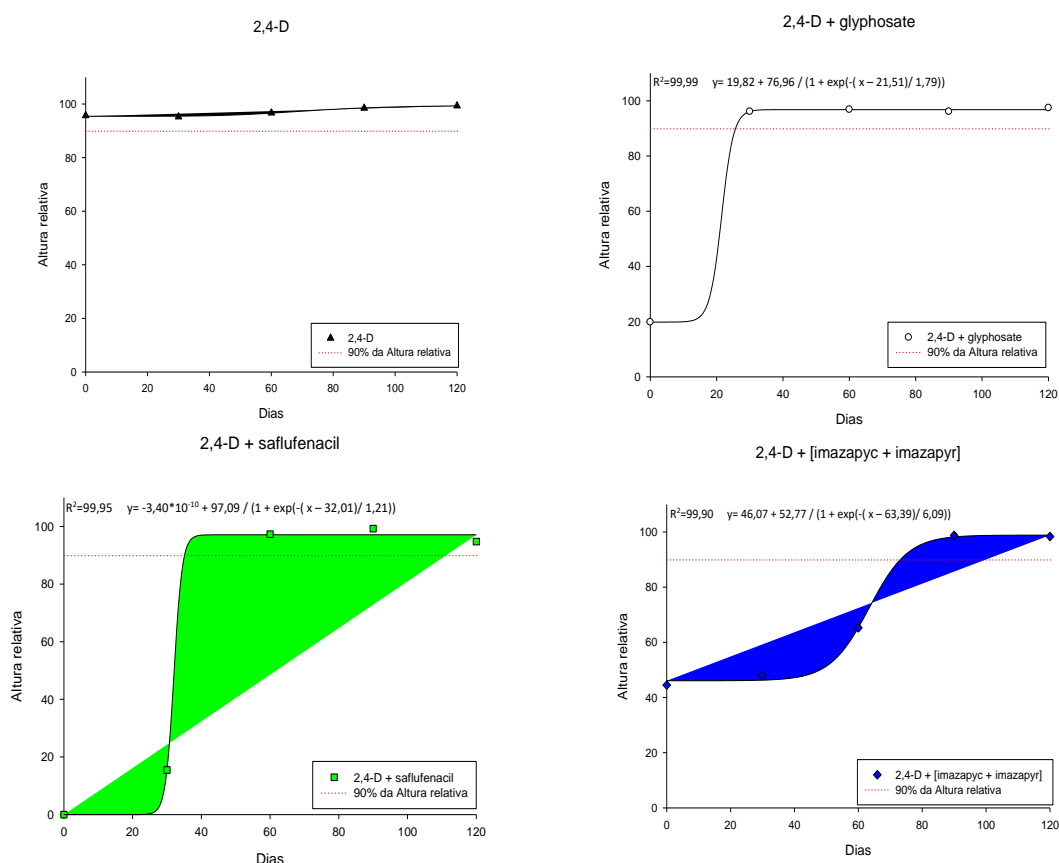


Figura 40. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D (Figura 40).

Já na Figura 41, todos os tratamentos mostraram uma tendência maior de efeitos negativos na altura das plantas, perseverando no solo por mais tempo e conseqüentemente afetando negativamente a altura das plantas de algodão, exceto no caso do tratamento com 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, que já aos 43 dias não demonstrava nenhum efeito na altura das plantas de algodão.

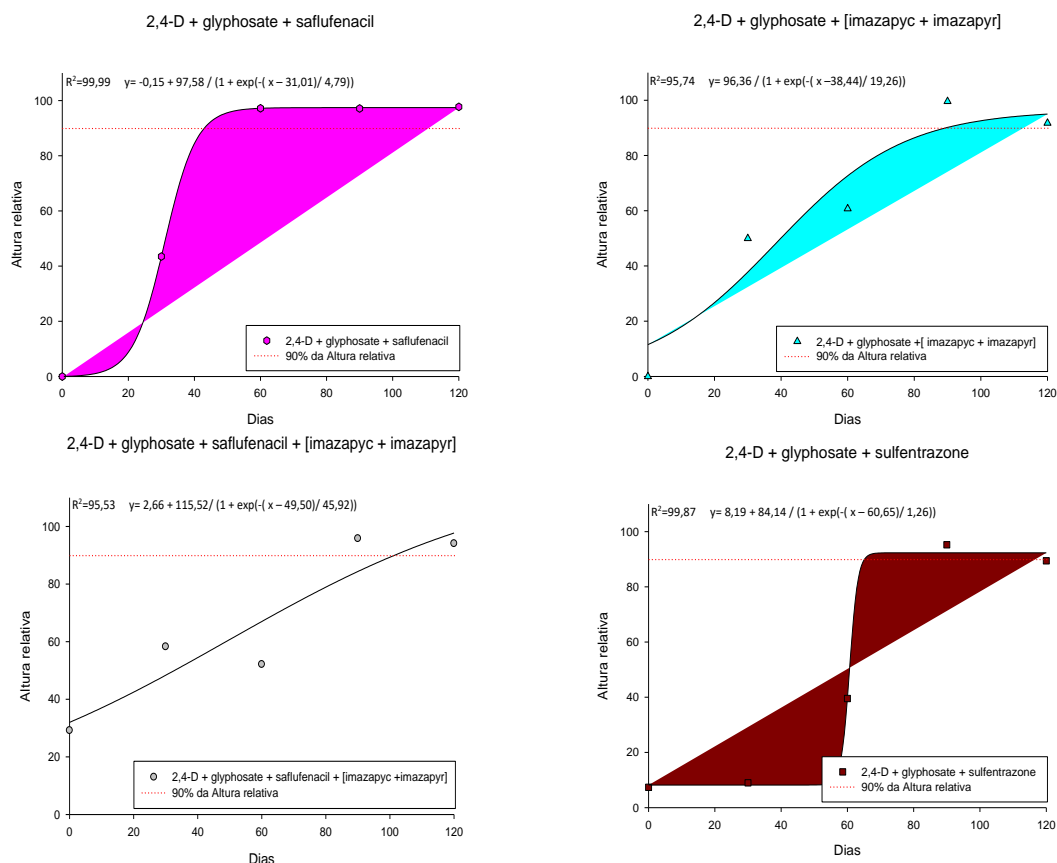


Figura 41. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapyc + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapyc + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

O intervalo de segurança estipulado de acordo com os modelos de regressão ajustados para cada tratamento herbicida indica efeito de carryover longo para todos os tratamentos, exceto o fluroxypyr (23 dias) (Figura 42).

Em relação aos demais tratamentos, o glyphosate + dicamba + saflufenacil promoveu residual e efeito sobre a altura das plantas de algodão de até 84 dias, quando realizada apenas uma aplicação do tratamento herbicida (Figura 42).

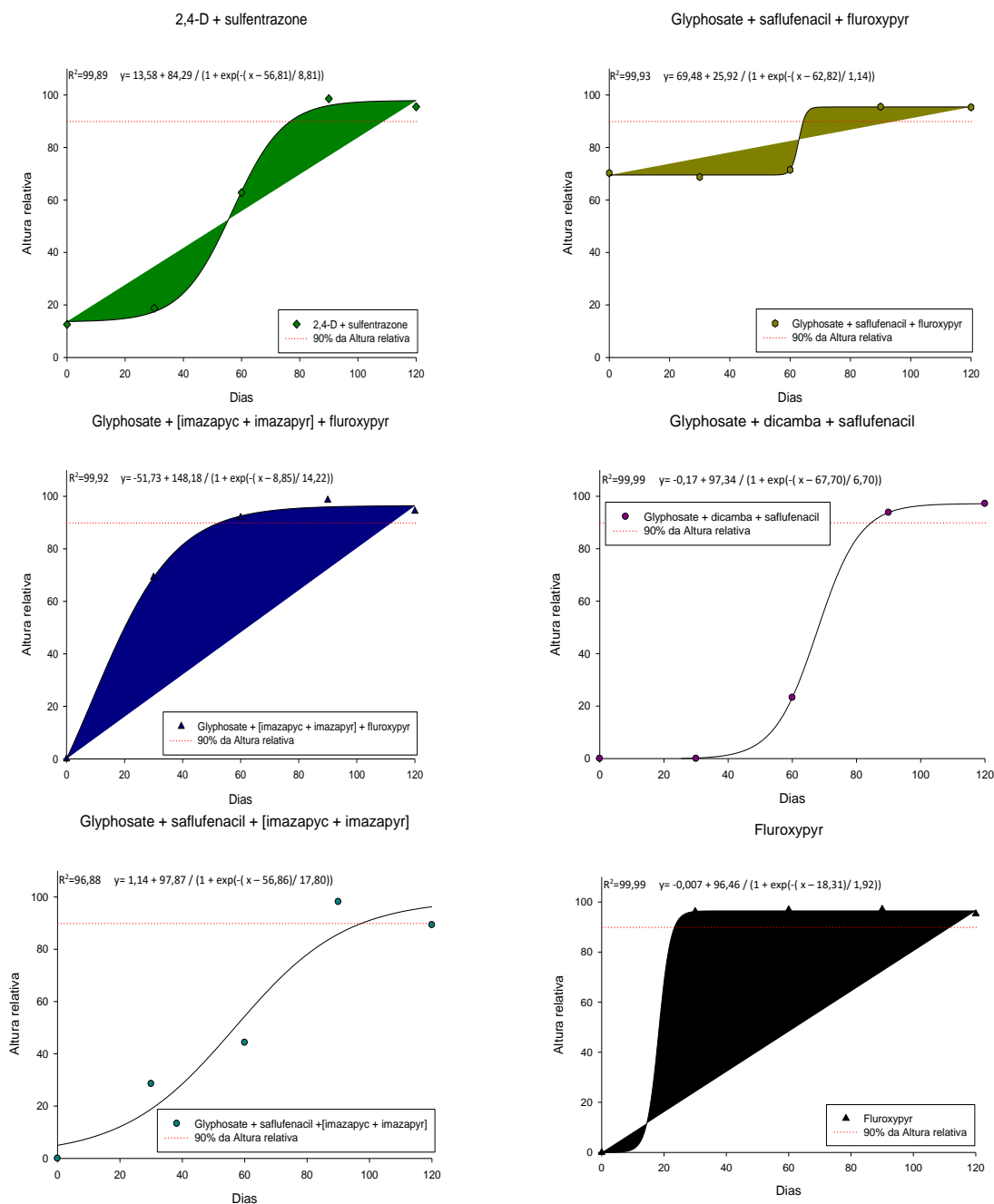


Figura 42. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Em relação à massa seca das plantas de algodão ao final do experimento (Tabela 22), da mesma maneira que aconteceu com os dados de altura e fitointoxicação das plantas de algodão, o único tratamento que não exerceu nenhum efeito negativo na biomassa das plantas de algodão foi o 2,4-D, reforçando o dado de que a semeadura desta cultura logo após a aplicação do tratamento não promove nenhum problema de redução de biomassa, fitointoxicação visual e na altura das plantas.

No entanto, quando avaliada a semeadura das plantas de algodão 30 dias após a aplicação dos tratamentos herbicidas (30 DAA), apenas o 2.4-D e o fluroxypyr não influenciaram negativamente na biomassa das plantas (Tabela 22).

Mesmo um período de 60 DAA não foi suficiente para que os efeitos negativos sobre a biomassa das plantas de soja se dissipassem, sendo que neste caso mais de 50% dos tratamentos reduziram significativamente a massa seca das plantas de algodão ao final do experimento.

Apenas na semeadura do algodão aos 90 DAA todos os tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão demonstraram-se seguros para a semeadura da cultura, pois não interferiram negativamente na biomassa das plantas.

Da mesma maneira, aos 120 DAA não se percebia nenhum efeito negativo dos tratamentos às plantas de algodão (Tabela 22).

Tabela 22. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após uma aplicação (A) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A)	% de Massa seca das plantas de algodão				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	94,98 +	96,38 +	97,50 +	98,30 +	96,42 +
2,4-D + glyphosate	31,74 -	91,16 -	96,79 +	95,70 +	84,88 +
2,4-D + saflufenacil	0,00 -	25,98 -	100,00 +	96,92 +	98,34 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	40,14 -	39,65 -	77,14 -	97,12 +	95,99 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	0,00 -	50,43 -	97,79 +	98,74 +	95,79 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	0,00 -	50,63 -	74,94 -	96,21 +	95,15 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	33,98 -	65,01 -	56,17 -	98,47 +	95,12 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	6,65 -	29,00 -	39,62 -	98,73 +	95,15 +
2,4-D + sulfentrazone	31,47 -	29,29 -	72,58 -	99,40 +	95,46 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	43,12 -	67,42 -	75,00 -	95,90 +	94,09 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	0,00 -	75,85 -	92,25 +	99,44 +	97,38 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00 -	0,00 -	29,41 -	97,69 +	95,38 +
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00 -	46,02 -	44,98 -	99,08 +	91,44 +
Fluroxypyr	0,00 -	97,04 +	98,39 +	98,51 +	98,00 +
Testemunha sem herbicida	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +	100,00 +
CV%	13,70	7,27	5,39	3,48	12,62
DMS	7,23	8,69	8,59	7,07	24,76

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Nas Figuras 43, 44 e 45 estão dispostos os modelos de regressão ajustados para cada tratamento herbicida e pode-se perceber que apenas o tratamento 2,4-D apresentou porcentagens de biomassa acima de 90,00% (semelhante à testemunha) desde o plantio de 0 DAA, não sendo possível ajustar modelos de regressão ao tratamento. Enquanto os demais tratamentos apresentaram IS acima de 23 dias, atingindo até 61 dias para 2,4-D + [imazapic + imazapyr] (Figura 43).

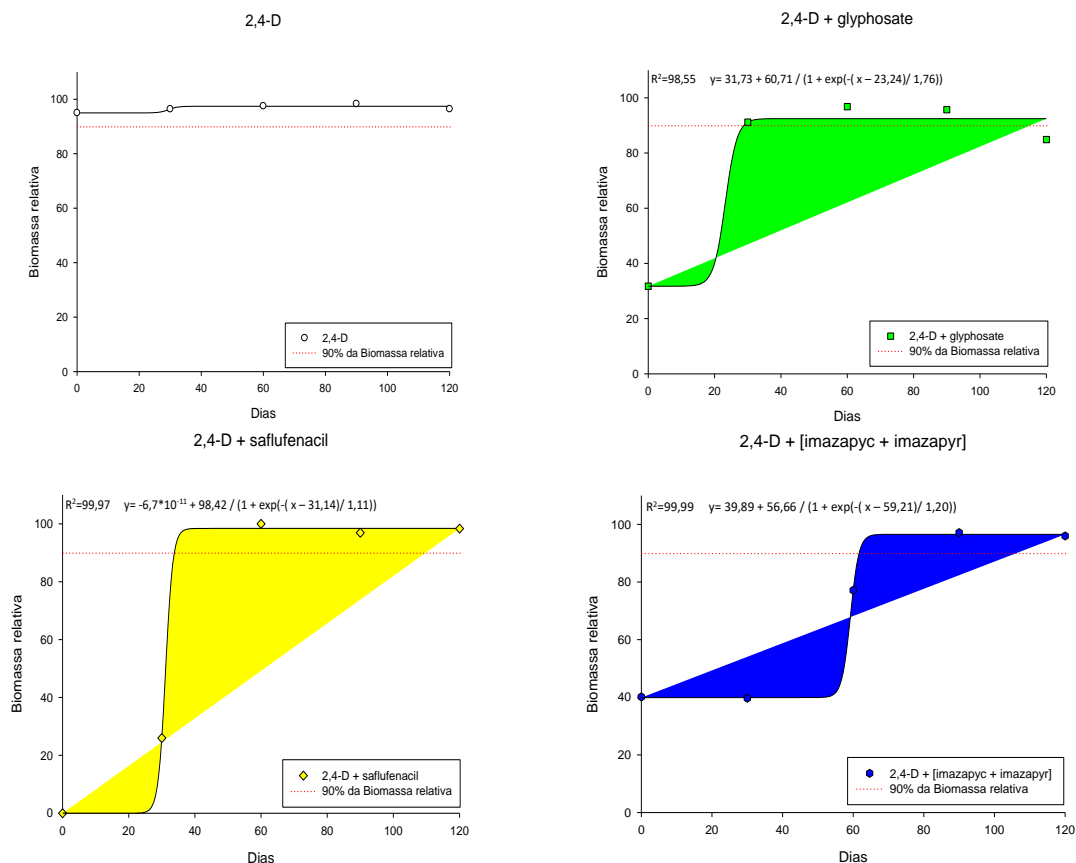


Figura 43. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Não houve modelo de regressão que pudesse ser ajustado para o 2,4-D (Figura 43).

Já na Figura 44, observa-se residual de até 75 dias para o tratamento 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr] e 63 dias para o 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone, este residual superior a 60 dias pode ser devido ao fato dos herbicidas imazapic, imazapyr e sulfentrazone apresentarem residual longo no solo.

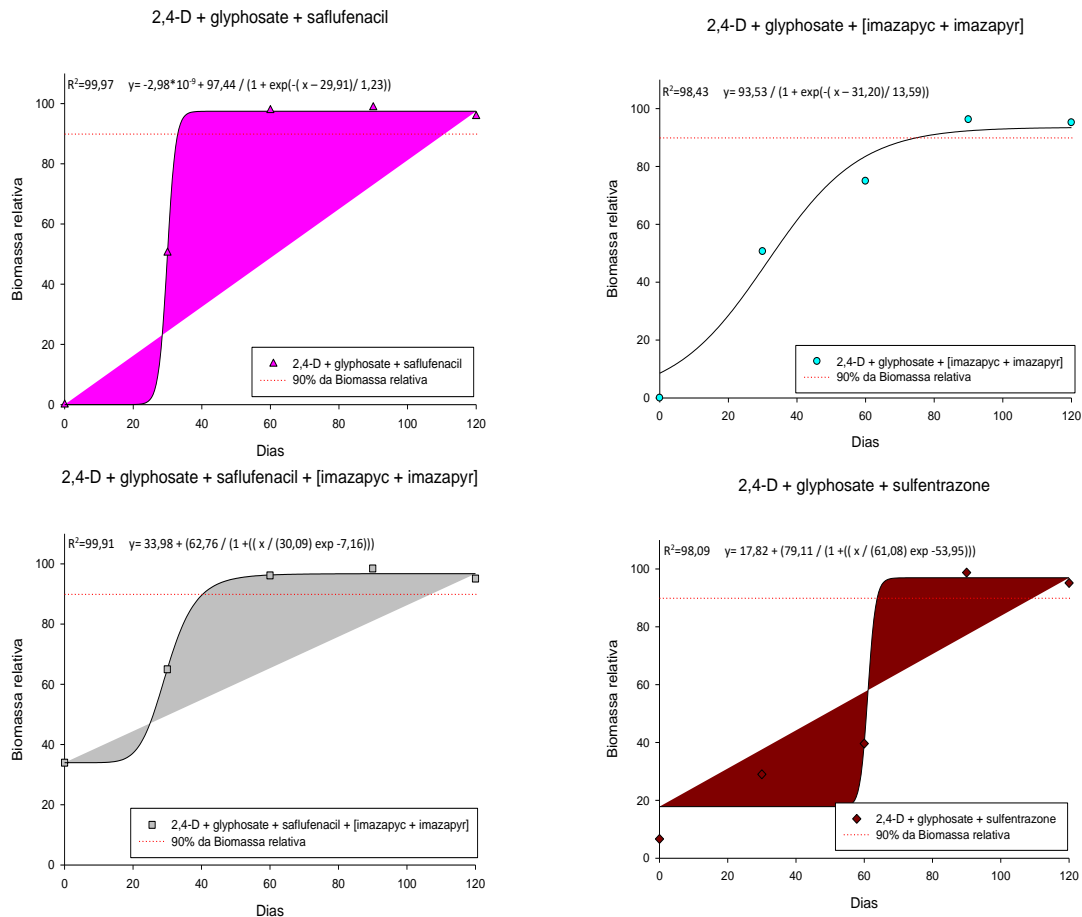


Figura 44. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Já na Figura 45, de acordo com o modelo de regressão dos tratamentos herbicidas em questão, percebe-se uma grande influência das misturas nos dados de biomassa das plantas de algodão sendo o intervalo de segurança (IS) mais pronunciado para os tratamentos glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr (85 e 91 dias de IS, respectivamente).

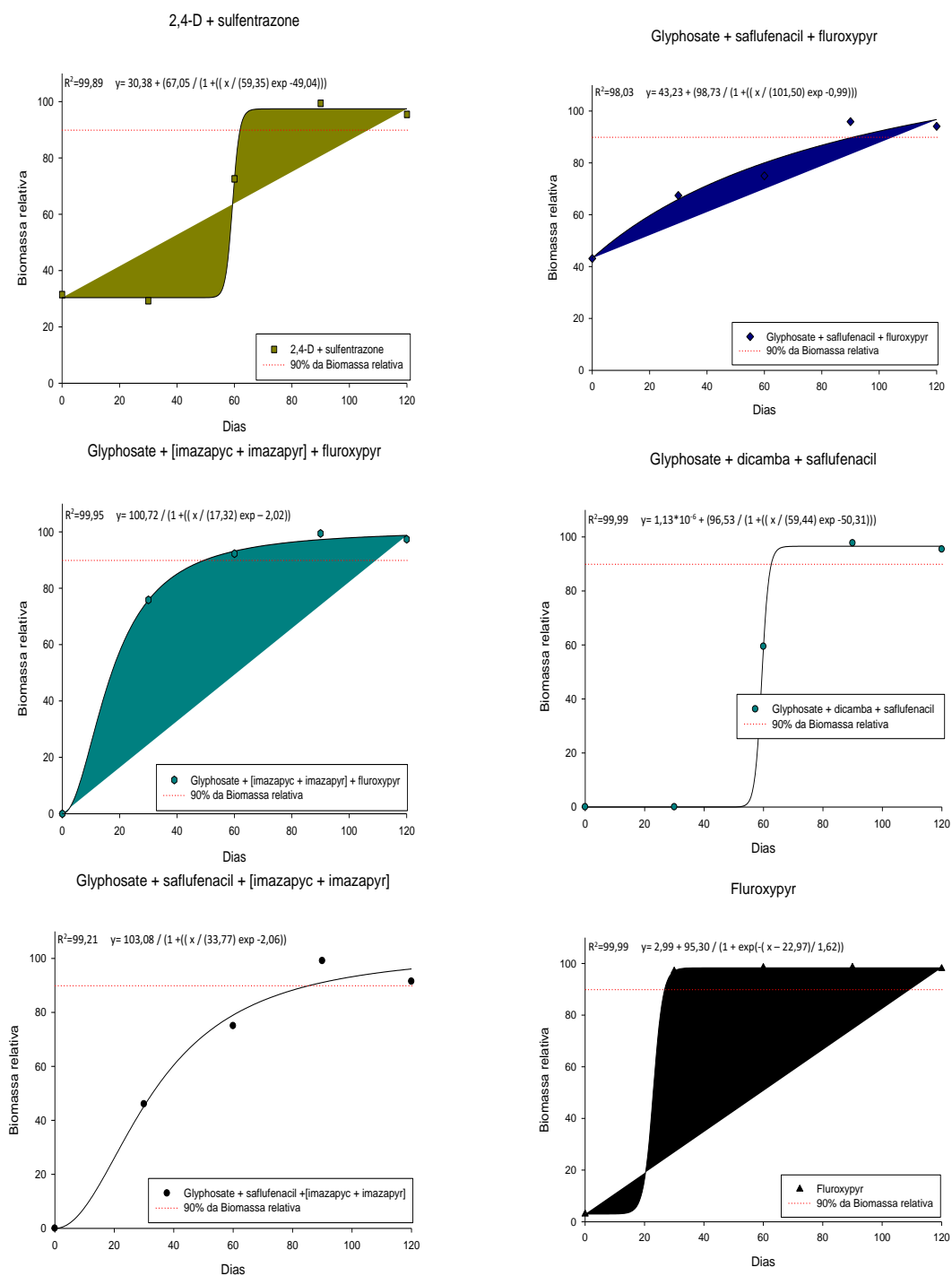


Figura 45. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Desta maneira, de acordo com os dados observados nas figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44 e 45, referentes aos modelos de regressão ajustados, foi possível estipular o intervalo de segurança necessário para a realização da semeadura do algodão após a aplicação de cada tratamento herbicida.

Assim, de acordo com a Tabela 23, e os dados apresentados para cada variável, fitointoxicação, altura e massa seca, pode-se estipular o IS de acordo com o maior período observado.

Tabela 23. Intervalo de segurança estimado após uma única aplicação dos tratamentos herbicidas (A) testados neste trabalho para a semeadura da cultura de algodão baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e Matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para algodão (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	0	0	0
2,4-D + glyphosate	23	25	29
2,4-D + saflufenacil	51	35	33
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	90	73	61
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	44	43	32
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	102	89	75
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	66	101	40
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	81	65	63
2,4-D + sulfentrazone	89	77	62
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	79	64	91
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	50	52	49
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100	84	62
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	78	97	85
Fluroxypyr	20	23	26
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas.

Assim os tratamentos que apresentaram intervalo de segurança inferior a todos os demais tratamentos testados na destruição das soqueiras de algodão foram: 2,4-D (0 dias), 2,4-D + glyphosate (29 dias) e fluroxypyr (26 dias).

Enquanto para os demais tratamentos os intervalos de segurança ficaram entre 44 a 102 dias.

3.2 Efeito de “carryover” proporcionado por duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas para a cultura do algodão em sucessão.

Os resultados referentes aos valores de fitointoxicação, altura e massa seca das plantas de algodão ao final do experimento estão dispostos nas Tabelas 24, 25 e 26 e as estimativas dos parâmetros referente ao modelo de regressão ajustados estão apresentados nas Figuras 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 e 54.

Desta maneira, após duas aplicações sequenciais das misturas herbicidas (A/B), observa-se na semeadura das plantas de algodão aos 0 dias após a aplicação (0 DAA) que todos os tratamentos promoveram sintomas de intoxicação visual (Tabela 24) acima de 30,00%.

Da mesma maneira, na semeadura realizada aos 30 DAA, as plantas de algodão apresentavam efeitos visuais severos oriundos das duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas, tais como redução no porte, necrose da borda do limbo foliar, engrossamento do caule, clorose na base do caule e encarquilhamento das folhas e por vezes até do caule das plantas de algodão.

Assim, o único tratamento aos 30 DAA que não demonstrou efeito visual de intoxicação mesmo após duas aplicações sequenciais (A/B) foi o 2,4-D (Tabela 24).

Na semeadura do algodão realizada aos 60 DAA, 71% dos tratamentos ainda apresentavam sintomas severos de intoxicação, chegando a 84,75% para a mistura glyphosate + dicamba + saflufenacil (Tabela 24). Na avaliação seguinte os efeitos fitotóxicos dos tratamentos foram se dissipando, e aos 90 DAA apenas o glyphosate + dicamba + fluroxypyr ainda apresentava sintomas severos de fitointoxicação nas plantas de algodão (55,75%).

Da mesma maneira aos 120 DAA, apenas o glyphosate + dicamba + saflufenacil continuou apresentando sintomas de intoxicação nas plantas e este efeito perdurou por mais tempo, pois não foi possível medir sua total dissipação neste trabalho (Tabela 24).

Tabela 24. Dados de % de fitointoxicação das plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de fitointoxicação nas plantas de algodão				
	0 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias	120 Dias
2,4-D	37,75 -	3,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate	32,00 -	6,25 -	0,00 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + saflufenacil	69,75 -	34,25 -	7,75 -	0,00 +	0,00 +
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	76,75 -	25,50 -	4,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	76,50 -	30,75 -	2,75 +	0,00 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	48,50 -	27,50 -	0,00 +	0,25 +
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	51,00 -	26,25 -	0,50 +	0,00 +
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	100,00 -	78,75 -	29,50 -	1,00 +	0,00 +
2,4-D + sulfentrazone	93,60 -	55,50 -	31,25 -	4,50 +	0,00 +
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	73,00 -	49,00 -	25,50 -	1,25 +	0,00 +
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	100,00 -	66,25 -	24,75 -	0,25 +	0,25 +
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	100,00 -	100,00 -	84,75 -	55,75 -	35,50 -
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	100,00 -	36,12 -	4,00 +	0,50 +	0,00 +
Fluroxypyr	73,25 -	31,50 -	3,25 +	0,50 +	0,00 +
Testemunha sem herbicida	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +	0,00 +
CV%	3,01	6,37	14,07	28,61	34,30
DMS	4,81	5,88	5,69	4,70	1,70

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais (-) entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferentes entre o tratamento e a testemunha (- e +) indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Nas Figuras 46, 47 e 48 foi possível identificar, de acordo com os modelos de regressão ajustados para cada tratamento herbicida, os intervalos de segurança para a realização da semeadura da cultura de algodão sem que haja interferência negativa dos tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão.

E assim, na Figura 46, nota-se que o efeito residual das misturas 2,4-D e 2,4-D + glyphosate é mais curto, apresentando intervalo de segurança de 15 e 29 dias. Por outro lado, os tratamentos 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + imazapic + imazapyr tem seus efeitos totalmente dissipados em relação à fitointoxicação das plantas de algodão somente após 54 e 78 dias.

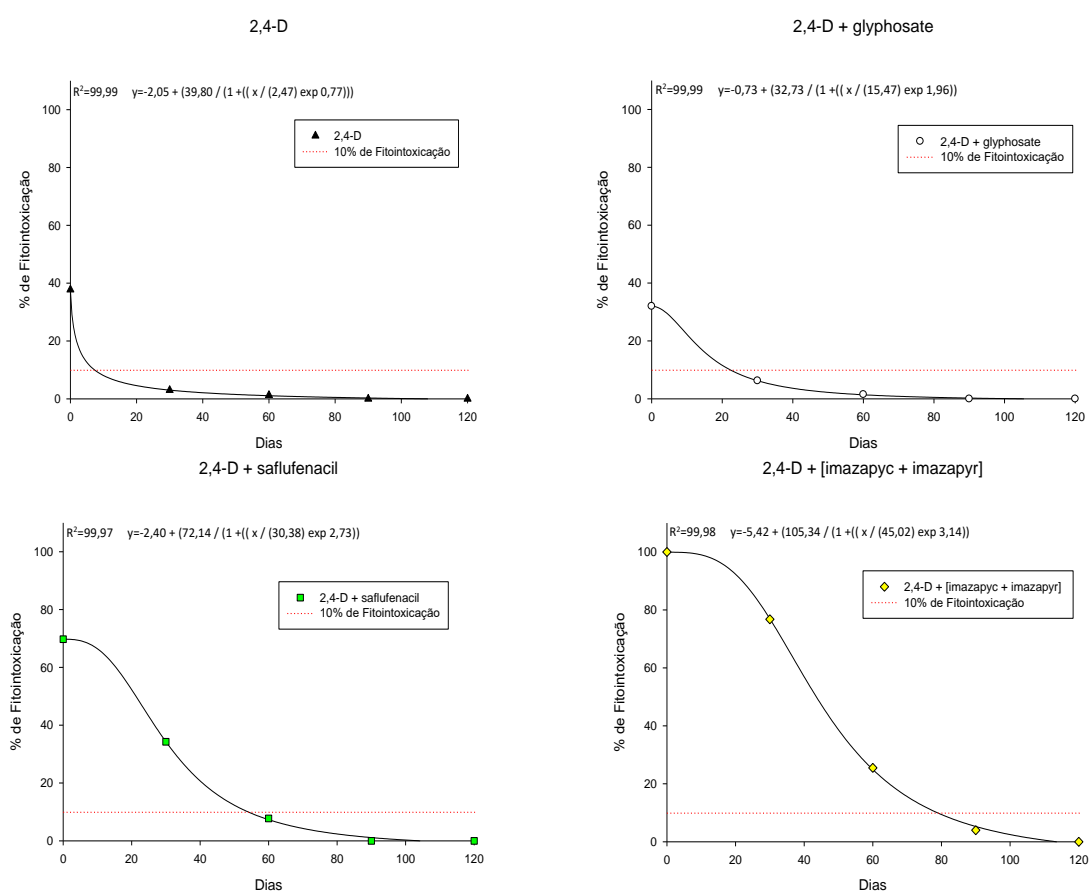


Figura 46. Porcentagem de fitointoxicação das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Na Figura 47, o tratamento contendo a mistura 2,4-D + glyphosate + saflufenacil não demonstrou persistência longa sobre as plantas de algodão, no entanto sintomas como engrossamento do caule, clorose da base do caule e encurtamento foliar perduraram por até 43 dias.

De maneira mais severa do que o tratamento anterior, os tratamentos com a presença de [imazapic + imazapyr] e sulfentrazone quando em mistura com 2,4-D + glyphosate

demonstraram período de persistência maior no solo e conseqüentemente maior período de fitointoxicação nas plantas de algodão (Figura 47), sendo identificados dissipação total dos efeitos destes herbicidas apenas após 79 e 81 dias após duas aplicações sequenciais destes tratamentos.

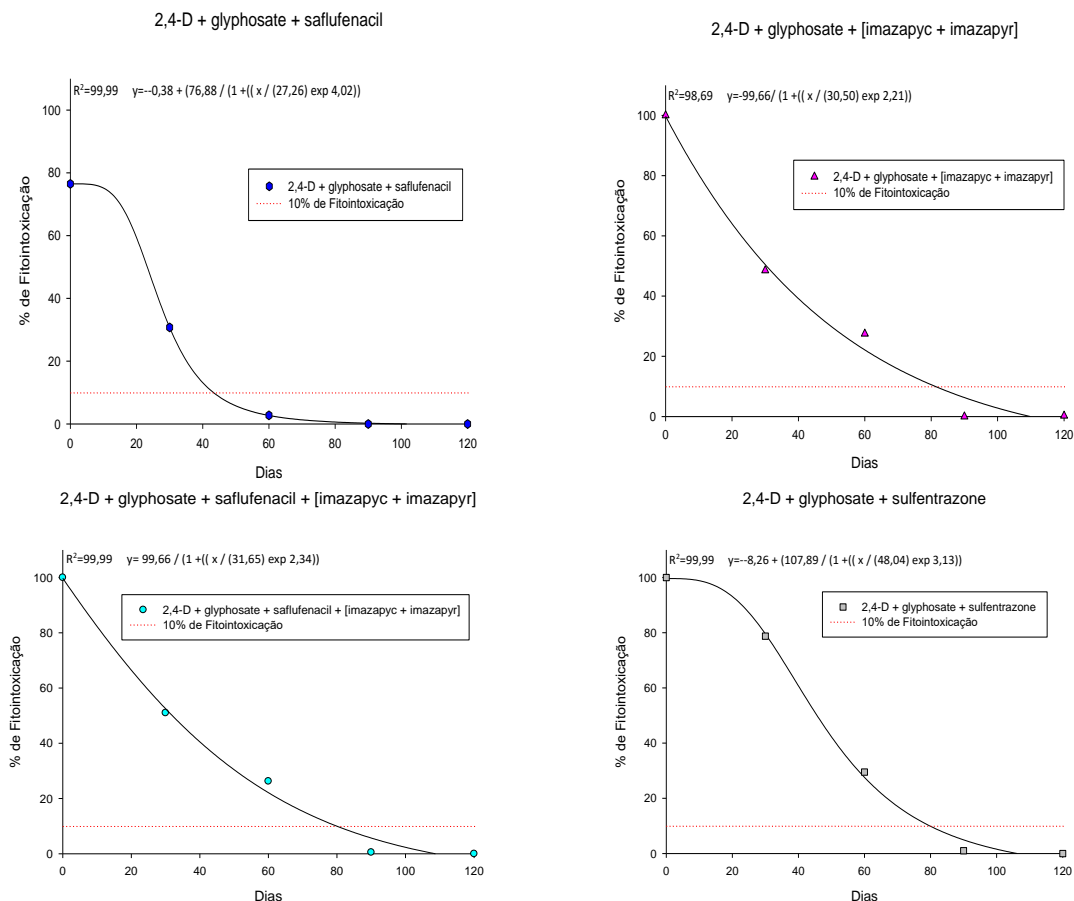


Figura 47. Porcentagem de fitointoxicação das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 48, nota-se severa fitointoxicação inicial das plantas de algodão (superior a 70,00%) aos 0 DAA para todos os tratamentos, e a dissipação destes efeitos ocorre gradativa e lentamente atingindo intervalos de segurança de até 87 dias (2,4-D + sulfentrazone).

Para o tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil não foi possível identificar intervalo de segurança para a semeadura da cultura do algodão, pois possivelmente seu efeito no solo perdura por mais de 120 dias (Figura 48).

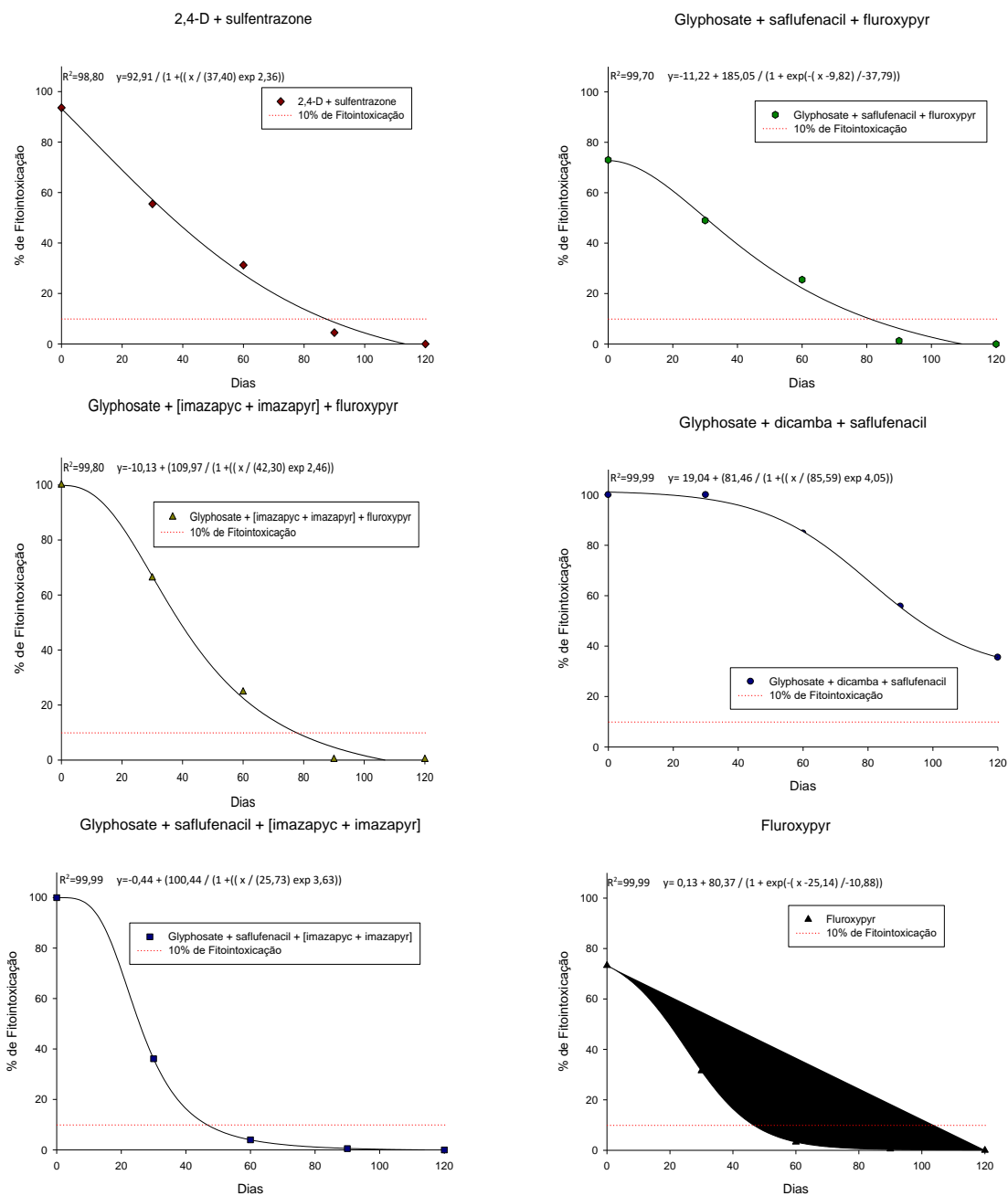


Figura 30. Porcentagem de fitointoxicação das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na Tabela 25, encontram-se os dados de altura relativa das plantas de algodão e pode-se visualizar os efeitos negativos sobre o crescimento das plantas devido ao uso dos tratamentos herbicidas utilizados na destruição das soqueiras de algodão

Tabela 25. Dados de altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de altura nas plantas de algodão									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	75,19	-	97,86	+	97,26	+	97,05	+	94,73	+
2,4-D + glyphosate	77,30	-	98,41	+	96,48	+	96,80	+	96,11	+
2,4-D + saflufenacil	38,74	-	72,67	-	96,17	+	97,81	+	95,99	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	28,67	-	84,37	-	95,37	+	95,14	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	29,73	-	82,14	-	91,50	+	98,14	+	95,10	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	57,55	-	81,40	-	96,89	+	92,86	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	55,61	-	82,80	-	95,46	+	96,46	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	0,00	-	27,63	-	76,17	-	98,75	+	95,09	+
2,4-D + sulfentrazone	8,91	-	52,38	-	85,15	-	96,81	+	97,80	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	33,16	-	59,59	-	80,85	-	96,22	+	93,89	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	0,00	-	48,01	-	83,23	-	98,85	+	97,19	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00	-	0,00	-	30,84	-	53,00	-	73,75	-
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	53,82	-	95,82	+	98,00	+	96,05	+
Fluroxypyr	26,11	-	69,56	-	96,62	+	97,72	+	94,86	+
Testemunha sem herbicida	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
CV%	12,86		6,86		5,39		3,17		3,37	
DMS	6,92		8,58		9,52		6,20		7,59	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente.

Na semeadura realizada aos 0 dias após a aplicação sequencial (A/B) das misturas herbicidas, todos os tratamentos promoveram efeito negativo na altura das plantas de algodão enquanto na semeadura aos 30 DAA apenas o 2,4-D e 2,4-D + glyphosate não demonstrava nenhum efeito sobre a altura das plantas de algodão (Tabela 25).

Os efeitos negativos dos herbicidas sobre esta cultura persistiram por um período de tempo relativamente longo e na semeadura aos 60 dias após as duas aplicações sequenciais quase 50% dos tratamentos ainda apresentava algum efeito negativo na altura das plantas de algodão.

Entretanto na avaliação da cultura aos 90 DAA, apenas o tratamento 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] demonstrava efeito negativo na altura das plantas de algodão e este efeito negativo persistiu mesmo após 120 dias da aplicação dos tratamentos (Tabela 25).

Na Figura 49, de acordo com os modelos de regressão ajustados para cada tratamento herbicida, pode-se constatar que no quesito altura, o intervalo de segurança para os tratamentos 2,4-D e 2,4-D + glyphosate é de zero dias. O contrário pode ser visualizado para os tratamentos 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr], para os quais a persistência no solo pode ser considerada moderada a longo e o intervalo de segurança para realização da semeadura da cultura do algodão é de 64 e 92 dias.

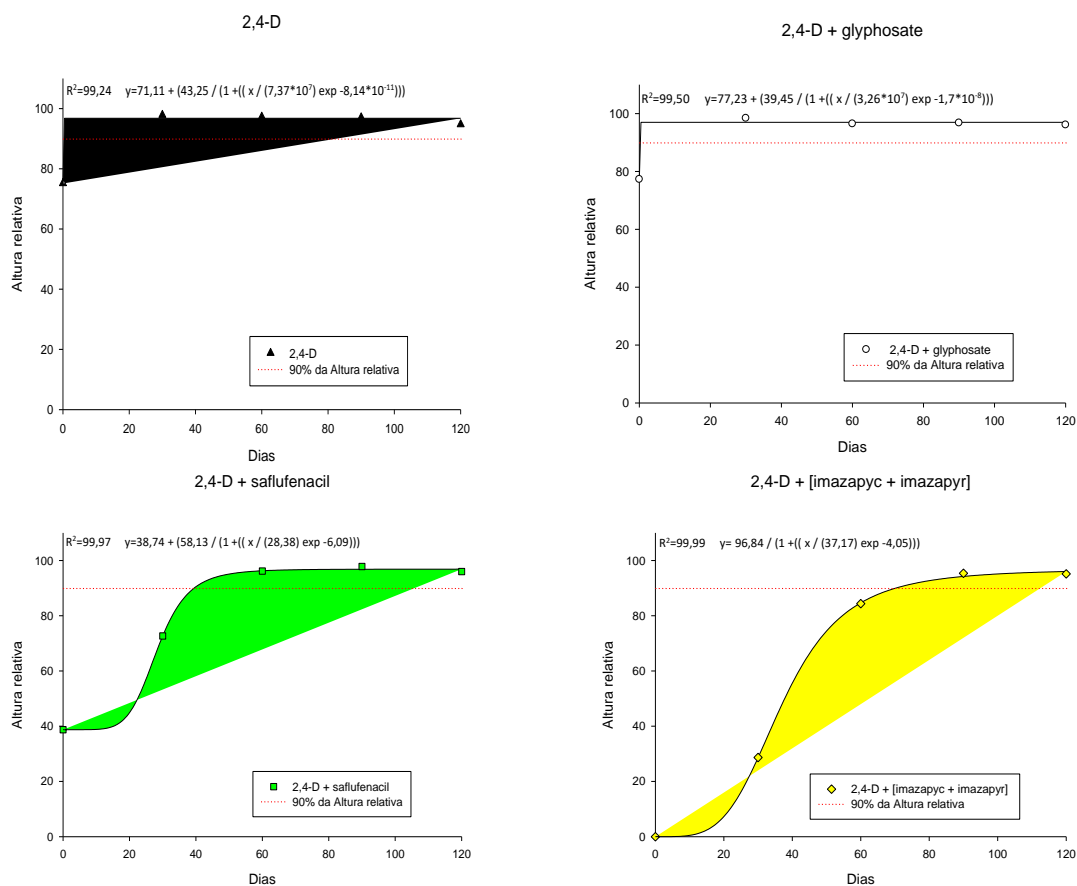


Figura 49. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr].

Da mesma maneira, na Figura 50 é possível observar que o único tratamento que apresentou residual inferior a 50 dias foi o 2,4-D + glyphosate + saflufenacil enquanto os demais demonstraram maior persistência no solo e conseqüentemente sobre a altura das plantas de algodão, tendo seus efeitos dissipados apenas após 78 dias, com destaque para a mistura 2,4-D + [imazapic + imazapyr] que demonstrou o mais longo efeito de carryover (78 dias).

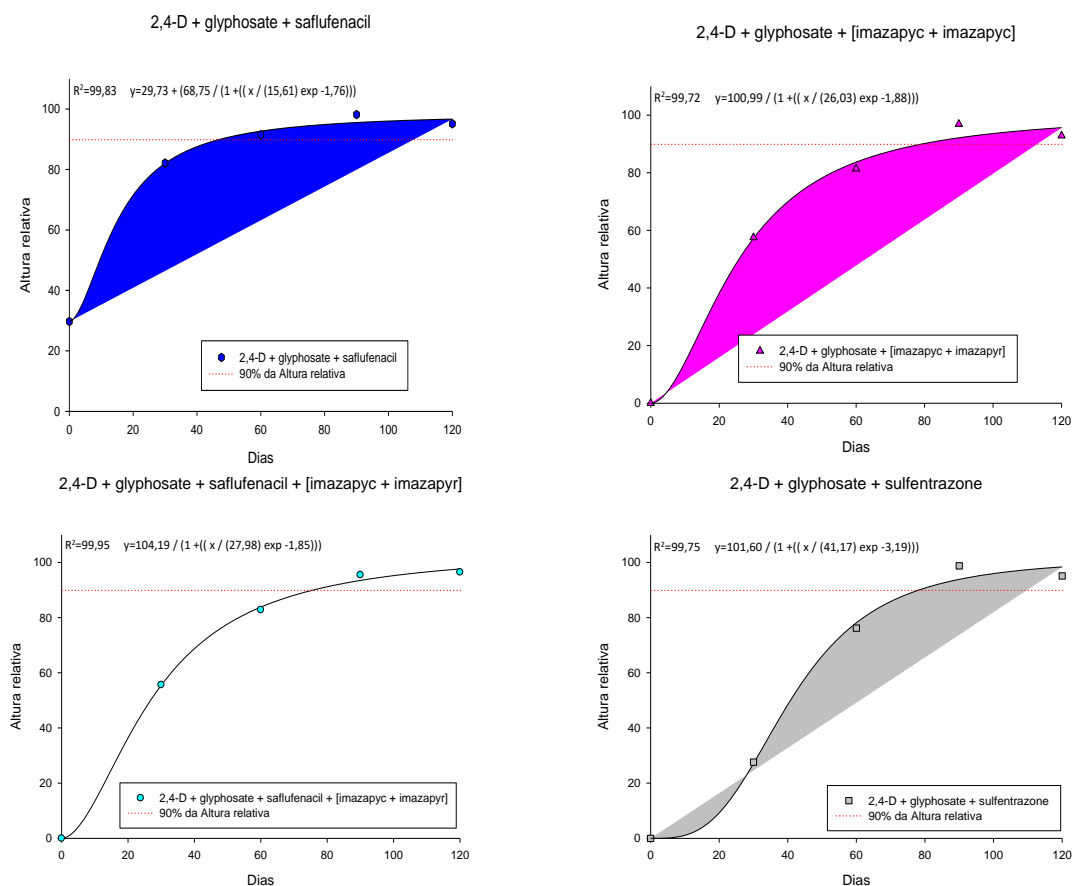


Figura 50. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

A persistência dos tratamentos após duas aplicações sequenciais dos herbicidas (Figura 51) é mais longa quando há presença de herbicidas como sulfentrazone, imazapic, imazapyr e até mesmo o fluroxypyr. O período residual no solo é mais longo para estas misturas, atingindo até 79 dias para o tratamento glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr e não sendo possível avaliar o intervalo de segurança para o glyphosate + dicamba + saflufenacil, pois sua persistência e efeitos negativos superam os 120 dias após duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas (Figura 51).

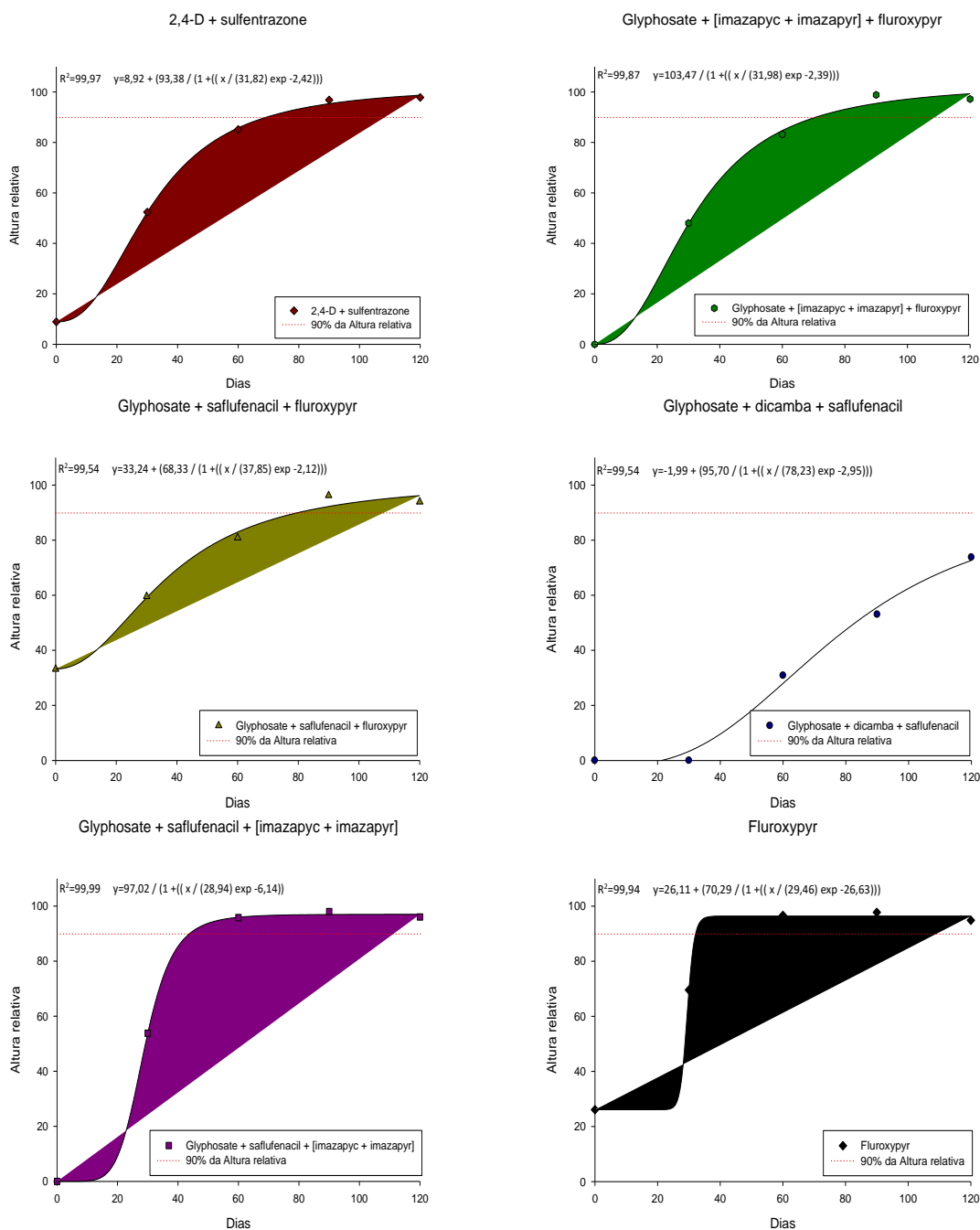


Figura 51. Altura relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + sulfentrazone, glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil, glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e fluroxypyr.

Na última análise realizada para a cultura do algodão após a realização de duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas os valores de biomassa relativa das plantas estão dispostos na Tabela 25. Observa-se que aos 0 DAA todos as misturas testadas influenciaram negativamente na massa seca relativa das plantas de algodão.

Tabela 25. Dados de biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão nos plantios aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas.

Tratamentos (Aplicação A/B)	% de Massa seca das plantas de algodão									
	0 Dias		30 Dias		60 Dias		90 Dias		120 Dias	
2,4-D	75,18	-	98,12	+	98,70	+	95,27	+	97,38	+
2,4-D + glyphosate	76,40	-	99,40	+	97,91	+	99,71	+	97,00	+
2,4-D + saflufenacil	39,86	-	79,07	-	98,86	+	95,65	+	97,42	+
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	37,25	-	80,12	-	99,46	+	96,74	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	32,99	-	74,16	-	88,25	-	99,12	+	97,80	+
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	64,47	-	79,05	-	96,75	+	97,15	+
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	59,47	-	77,45	-	98,11	+	98,34	+
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	0,00	-	32,78	-	70,51	-	99,21	+	97,48	+
2,4-D + sulfentrazone	9,68	-	56,63	-	86,96	-	98,55	+	99,27	+
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	36,78	-	62,37	-	80,23	-	97,25	+	97,50	+
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	0,00	-	54,07	-	79,06	-	97,95	+	98,25	+
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	0,00	-	0,00	-	28,62	-	48,75	-	76,25	-
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	0,00	-	60,84	-	92,61	-	97,00	+	96,55	+
Fluroxypyr	29,99	-	70,62	-	92,27	-	99,71	+	97,95	+
Testemunha sem herbicida	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+	100,00	+
CV%	11,04		6,61		4,21		7,96		7,63	
DMS	6,12		8,67		7,27		5,82		5,24	

* Teste de Dunnet 1% de probabilidade

Sinais iguais entre o tratamento e a testemunha indicam semelhança entre os tratamentos.

Sinais diferente entre o tratamento e a testemunha indicam que os tratamentos se diferem estatisticamente..

E na semeadura da cultura aos 30 dias após duas aplicações sequenciais dos produtos testados neste trabalho apenas o 2,4-D e 2,4-D + glyphosate tiveram seus efeitos dissipados totalmente sobre a biomassa do algodão ao final do experimento.

O efeito residual começa a decair aos 60 DAA para a maioria dos tratamentos, sendo que na semeadura aos 60 dias após as aplicações 78% dos tratamentos interferiram negativamente na massa seca relativa das plantas, exceto o 2,4-D, 2,4-D + glyphosate e 2,4-D + saflufenacil (Tabela 25).

Enfim, apenas aos 90 DAA foi possível verificar redução importante no período residual dos tratamentos herbicidas, tendo nesta fase apenas o glyphosate + dicamba + saflufenacil com efeitos negativos sobre as plantas de algodão que persistiu por mais de 120 dias (Tabela 25).

Na Figura 52 verifica-se intervalo de segurança a partir de 1-2 dias após duas aplicações sequenciais do 2,4-D e 2,4-D + glyphosate.

Nos demais tratamentos o período de persistência no solo e no efeito de redução da matéria seca é mais longo para os tratamentos 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapic + imazapyr] (de até 31 e 73 dias, respectivamente) (Figura 52).

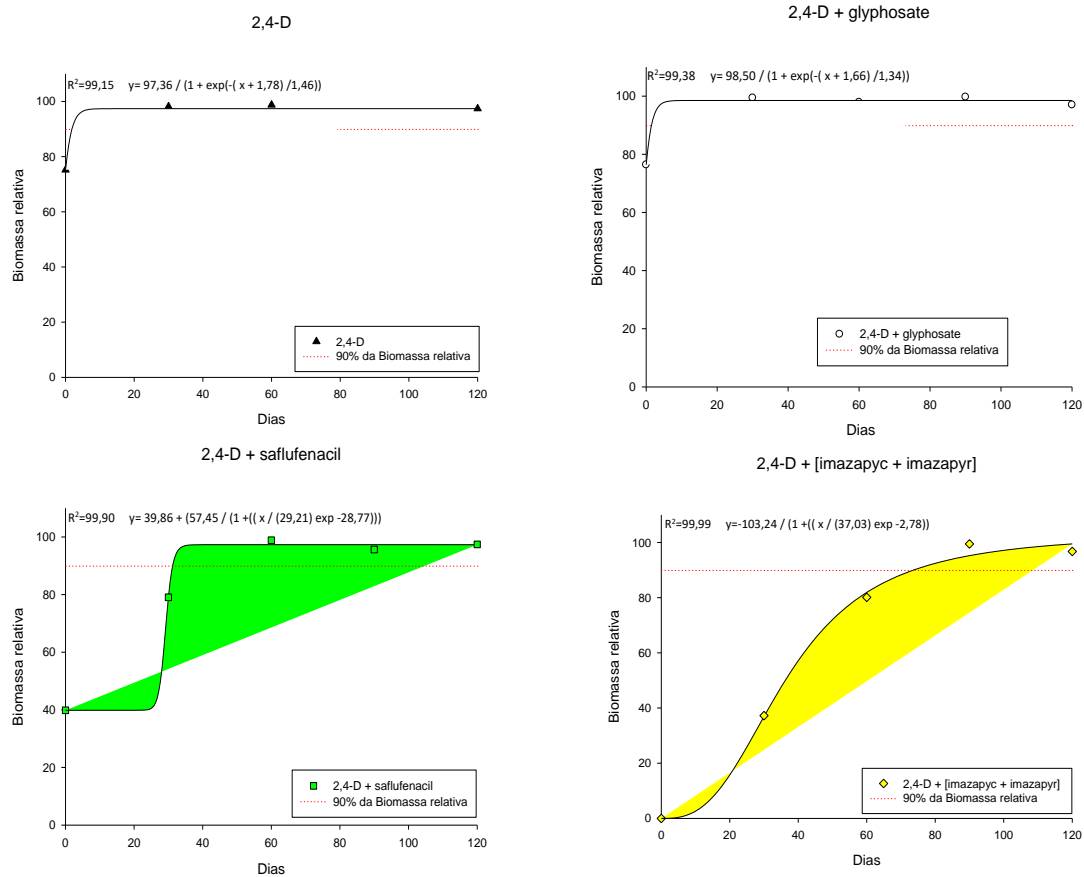


Figura 52. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D, 2,4-D + glyphosate, 2,4-D + saflufenacil e 2,4-D + [imazapyc + imazapyr].

Da mesma maneira, na Figura 53, há uma tendência de maior efeito residual nos tratamentos que contém imazapic, imazapyr e sulfentrazone na mistura, enquanto a mistura 2,4-D + glyphosate + saflufenacil apresentou intervalo de segurança de 60 dias.

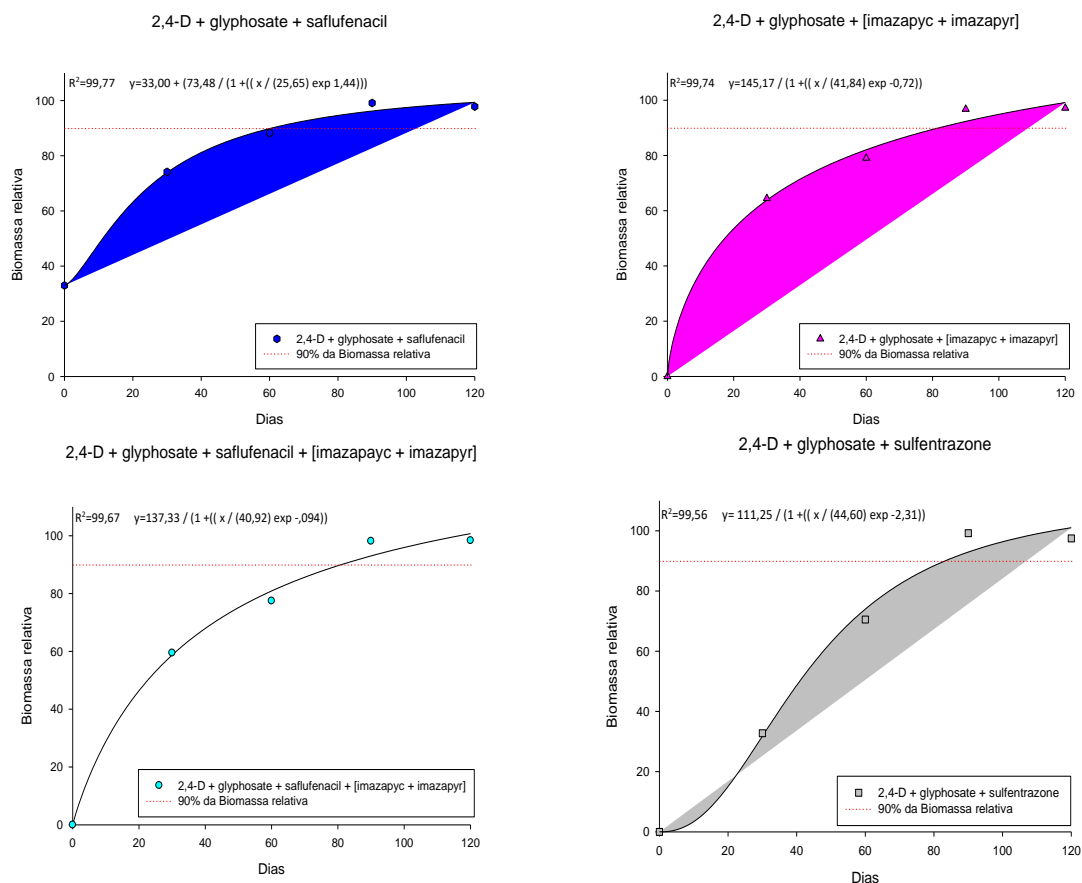


Figura 53. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas 2,4-D + glyphosate + saflufenacil, 2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr], 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] e 2,4-D + glyphosate + sulfentrazone.

Na Figura 54, percebe-se que a dissipação do efeito residual dos tratamentos herbicidas no solo é lenta, de maneira que o intervalo de segurança não foi inferior a 51 dias para o fluroxypyr. No entanto, não foi possível identificar o intervalo de segurança para o tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil, pois este apresentou residual superior a 120 dias.

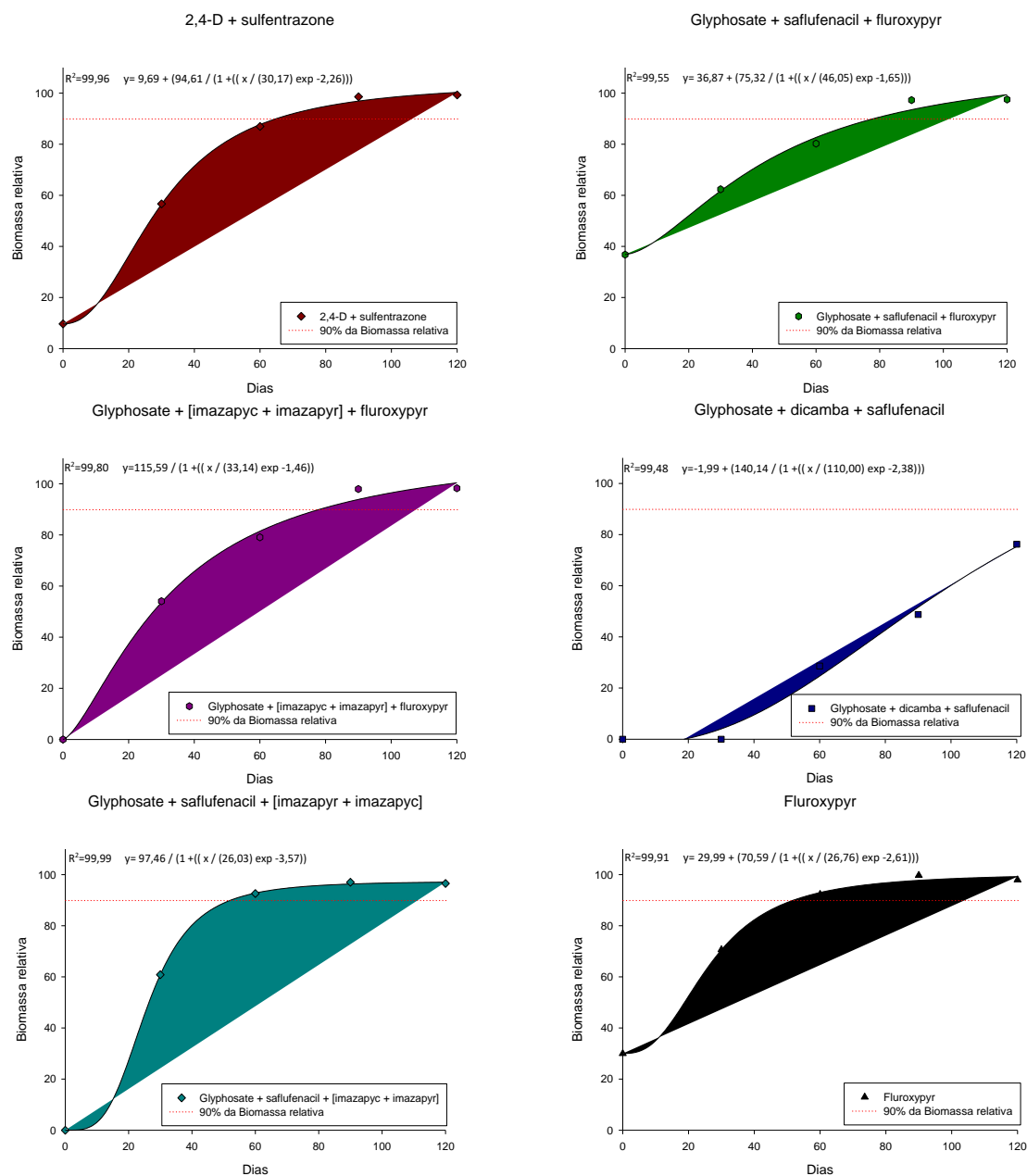


Figura 36. Biomassa relativa (porcentagem em relação à testemunha sem herbicida) das plantas de algodão em função dos tratamentos herbicidas glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr, glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr, glyphosate + dicamba + saflufenacil e glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr].

Enfim, quando avaliados os intervalos de segurança para realização da semeadura do algodão obtidos para cada variável (fitointoxicação, altura e biomassa) de acordo com o modelo de regressão ajustado para cada tratamento foi possível eleger o intervalo mais longo como seguro para que as plantas de algodão ficassem livres que qualquer efeito negativo das misturas herbicidas.

Desta maneira na Tabela 26 estão dispostos os intervalos de segurança para realização da semeadura da cultura do algodão para cada variável analisada.

Tabela 26. Intervalo de segurança estimado após duas aplicações dos tratamentos herbicidas (A/B) testados neste trabalho para a semeadura da cultura do algodão baseado nos dados de Fitointoxicação, Altura e matéria seca.

Tratamentos	Intervalo de Segurança (IS) para algodão (em dias após a aplicação) ^{1/}		
	Fitointoxicação	Altura	Matéria seca
2,4-D	7	0	2
2,4-D + glyphosate	22	0	1
2,4-D + saflufenacil	54	39	31
2,4-D + [imazapic + imazapyr]	78	70	73
2,4-D + glyphosate + saflufenacil	43	47	60
2,4-D + glyphosate + [imazapic + imazapyr]	81	78	81
2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	79	75	80
2,4-D + glyphosate + sulfentrazone	79	78	83
2,4-D + sulfentrazone	87	69	65
Glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr	81	79	77
Glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr	77	70	78
Glyphosate + dicamba + saflufenacil	>120	>120	>120
Glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]	46	43	52
Fluroxypyr	46	32	51
Testemunha	-	-	-

^{1/} Em negrito o maior valor estimado para IS, considerando as três variáveis-respostas avaliadas

Nota-se, portanto, que os intervalos de segurança considerados curtos para a semeadura da cultura do algodão após duas aplicações sequenciais dos tratamentos herbicidas foram: 2,4-D e 2,4-D + glyphosate.

Da mesma maneira, os intervalos de segurança considerados intermediários para realização da semeadura da cultura do algodão foram: 2,4-D + saflufenacil, glyphosate+ [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr e fluroxypyr.

Os demais tratamentos apresentaram IS superiores a 78 dias, sendo tais misturas considerados de longa persistência no solo, enquanto para o tratamento glyphosate + dicamba + saflufenacil não foi possível calcular o IS pois sua persistência no solo foi superior a 120 dias.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

De acordo com os dados obtidos no decorrer dos ensaios de soja, milho e algodão com uma única aplicação (A) ou duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas avaliados visando à destruição das soqueiras de algodão, pode-se inferir que a persistência no solo de alguns tratamentos herbicidas apresenta efeito maior sobre a cultura da soja quando se utiliza duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas do que o observado nas culturas do milho e algodão.

Tais culturas aparentemente não sofrem tanto com a aplicação sequencial dos tratamentos herbicidas, exceto quando há presença de herbicidas inibidores da enzima ALS (imazapic e imazapyr), herbicidas mimetizadores de auxina (fluroxypyr) e inibidores da PROTOX (sulfentrazone) com efeito residual.

Herbicidas como o sulfentrazone, são herbicidas inibidores da enzima PROTOX, do grupo químico das triazolinonas e são considerados inibidores da síntese de tetrapirole ou inibidores da síntese da propoporfirina IX. São herbicidas que podem ser absorvidos pelas raízes, caules e folhas, no entanto, normalmente apresentam pouca ou nenhuma translocação (Oliveira Jr. et al., 2011). A meia-vida do sulfentrazone no solo ($t_{1/2}$) é estimada entre 110 e 280 dias dependendo das condições climáticas locais (FMC, 1995) sendo seu principal mecanismo inicial de degradação no solo a microbiológica (FMC, 1995).

Assim, estudos realizados por Vivian et al. (2006) demonstram que a persistência de sulfentrazone em um Latossolo Vermelho-Amarelo é elevada e, dependendo da dose utilizada, pode causar efeito negativo sobre a população de microrganismos do solo.

Assim, este mesmo fato pode ter sido a causa da persistência prolongada dos tratamentos que continham sulfentrazone no presente trabalho. Há possibilidade de a dose de sulfentrazone utilizada na destruição das soqueiras de algodão ter provocado a morte e/ou paralização dos microrganismos que promovem a degradação deste produto no solo, fazendo com que este herbicida permanecesse por mais tempo na solução do solo, provocando efeitos negativos nas culturas da soja, milho e algodão (77-109 dias), independente do número de aplicações utilizadas.

Da mesma maneira, os herbicidas imazapic e imazapyr são herbicidas inibidores da enzima ALS, do grupo químico das imidazolinonas. Herbicidas pertencentes ao grupo das imidazolinonas têm sua persistência dependente da dose aplicada, das condições pluviométricas na região, do pH, da textura, da umidade e do tipo de argila presente no solo (Ismail & Ahmad, 1994). Na literatura, a atividade herbicida tem sido relatada de três meses a dois anos, em condições de clima temperado, entretanto, sua meia-vida é baixa (2,7 e 2,9 dias) em pH 5 e 9,

respectivamente (Mallipudi et al., 1991), em função da maior adsorção do herbicida nessas condições de pH (Gennari et al., 1998).

Neste trabalho, o residual das misturas contendo os herbicidas [imazapic + imazapyr] foram os tratamentos que apresentaram um dos maiores efeitos de persistência no solo, provocando efeitos negativos severos nas plantas de soja, milho e algodão. Tal fato pode ser devido à baixa sorção deste herbicida no solo e sua maior disponibilidade na solução do solo e para absorção pelas plantas.

Tratamentos contendo fluroxypyr influenciaram negativamente as três culturas testadas, no entanto os efeitos sobre a cultura do milho e algodão foram mais severos, chegando a intervalos de segurança superiores a 80 dias.

O fluroxypyr é um herbicida mimetizador das auxinas, apresenta solubilidade de 430 ppm; pKa = 2,68; Kow = 2,64 a pH 5 e 0,36 a pH 7; e Koc médio de mL g⁻¹ de solo (Rodrigues & Almeida, 2005); possui meia-vida de 34 a 63 dias, apresentando média persistência no solo, dependendo do tipo de solo e das condições climáticas. Em solos com pH baixo, sua adsorção é mais elevada e a mobilidade é menor (Rodrigues & Almeida, 2005).

Como o pH do solo utilizado não é considerado baixo, a persistência moderada do fluroxypyr pode ter sido resultado desse fator, o que não provocou grandes danos em nenhuma das culturas sucessoras.

É importante ressaltar que as misturas com herbicidas como 2,4-D + glyphosate demonstram baixo residual para as culturas de sucessão em questão (soja, milho e algodão) testadas neste trabalho. No entanto, quando em mistura com herbicidas inibidores da ALS (imazapic e imazapyr) o efeito residual de todos os produtos da mistura promovem persistência prolongada e conseqüentemente maior fitointoxicação e efeitos negativos sobre as três culturas em questão.

CONCLUSÕES

Da maneira que todos os experimentos foram conduzidos neste trabalho, pode-se concluir que o melhor método mecânico para o controle das soqueiras de algodão foi o Método F (Após a colheita, roçar as plantas de algodão a uma altura de 29-32 cm e aplicar o tratamento herbicida imediatamente após a roçada das plantas. Esperar 45 dias até a planta apresentar rebrotes de no mínimo 12 folhas com 4 cm² cada, e aplicar o tratamento herbicida novamente), enquanto o tratamento herbicida que proporcionou maiores níveis de controle das soqueiras de algodão sendo eficiente em 4 dos 7 manejos testados (Capítulo 1).

Conclui-se ainda, de acordo com o Capítulo 2, que dentre as 28 misturas herbicidas testadas na destruição das soqueiras de algodão, 14 delas proporcionaram controle satisfatório acima de 97,00%, destacando-se os tratamentos 2,4-D + glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr]; glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr; glyphosate + fluroxypyr + [imazapic + imazapyr], glyphosate + dicamba + saflufenacil e fluroxypyr que atingiram níveis de controle máximos das soqueiras de algodão (100,00%).

Já no Capítulo 3, após testado as 14 misturas herbicidas de que obtiveram maior desempenho na destruição das soqueiras de algodão demonstradas no Capítulo 2, conclui-se que, é possível a utilização de herbicidas como 2,4-D, glyphosate, saflufenacil, fluroxypyr, [imazapic + imazapyr] e sulfentrazone na destruição das soqueiras de algodão e posterior semeadura das culturas sucessoras (soja, milho e algodão) em intervalos de 0-100 dias dependendo da mistura utilizada e da cultura sucessora, sem haver interferência negativa (“carryover”) dos herbicidas às plantas.

Assim, para a cultura da soja, os tratamentos que promoveram porcentagens de controle das soqueiras de algodão acima de 99,00% (Capítulo 2), e ainda promoveram menor residual no solo apresentando intervalos de segurança (IS) de curto a moderado (≤ 60 dias) foram: 2,4-D (19 dias), 2,4-D + glyphosate (54 dias), 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (52 dias), glyphosate + saflufenacil + fluroxypyr (57 dias) e glyphosate + [imazapic + imazapyr] + fluroxypyr (57 dias).

Na cultura do milho os tratamentos que promoveram porcentagens de controle das soqueiras de algodão acima de 99,00% (Capítulo 2), e ainda promoveram menor residual no solo apresentando intervalos de segurança (IS) de curto a moderado (≤ 60 dias) foram: 2,4-D (11 dias), 2,4-D + glyphosate (7 dias), 2,4-D + saflufenacil (6 dias), 2,4-D + [imazapic + imazapyr] (42 dias) e 2,4-D + glyphosate + saflufenacil (46 dias).

Por último, para a cultura do algodão, os tratamentos que promoveram porcentagens de controle das soqueiras de algodão de pelo menos 99,00% (Capítulo 2), e que ainda promoveram menor residual no solo apresentando intervalos de segurança (IS) de curto a moderado (≤ 60 dias) foram: 2,4-D (7 dias), 2,4-D + glyphosate (22 dias), glyphosate + saflufenacil + [imazapic + imazapyr] (52 dias) e fluroxypyr (51 dias).

No entanto, é necessário o aprofundamento dos estudos dos efeitos de “carryover” não apenas de produtos isolados, como também de misturas herbicidas visando em uma maior acurácia de resultados em culturas sucessoras. É importante também, a realização de tais estudos em condições no campo, conduzindo-os até a colheita para conseguir mensurar o real potencial fitotóxico das misturas herbicidas até na produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUGHMAN, T. A.; SHAW, D. R. Effect of wetting/drying cycles on dissipation patterns of bioavailable imazaquin. **Weed Science**, v. 44, n. 2, p. 380-382, 1996.
- CARVALHO, L. B.; GUZZO, C. D. Adensamento da beterraba no manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 73-82, 2008.
- FARINELLI, R. et al. Eficiência do herbicida 2,4-D no controle de *Raphanus raphanistrum* L., em pós-emergência na cultura do milheto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, p.104-111, 2005.
- FMC Corp. **Technical bulletin of sulfentrazone**. Philadelphia: 6 p. 1995.
- GENNARI, M. et al. Adsorption of the herbicides imazapyr, imazethapyr and imazaquin on soils and humic acids. **Journal Environmental Science Health**, v. 33, n. 5, p. 547-567, 1998.
- ISMAIL, B. S.; AHMAD, A. R. Attenuation of the herbicidal activities of glufosinate ammonium and imazapyr in two soils. Agriculture. **Ecosystems & Environment**, v. 47, n. 4, p. 279-285, 1994.
- LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil-pH on adsorption and persistence of imazaquin. **Weed Science**, v. 40, n. 3, p. 490-496, 1992.
- LOUX, M. M.; REESE, K. D. Effect of soil type and pH on persistence and carrioer of imidazolinone herbicides. **Weed Science**, v. 7, n. 2, p. 452-58, 1993.
- MALLIPUDI, N. M. et al. Photolysis of imazapyr (AC 243997) herbicide in aqueous media. J. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 2, p. 412-417, 1991.
- MONQUERO, P. A. et al. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic1. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

OLIVEIRA, M.F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, Porto Alegre, RS, 2001. 362p.

OLIVEIRA JUNIOR, R. S. et al. Atividade residual de imazaquin e alchlor+atrazine para plantio seqüencial de canola. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 219-224, 2001.

OLIVEIRA, M. F.; PRATES, H. T.; SANS, L. M. A. Sorção e hidrólise do herbicida flazasulfuron. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 101-113, 2005.

PUSINO, A.; PETRETTO, S.; GESSA, C. Adsorption and desorption of imazapyr by soil . J. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 3, p. 1012-1016, 1997.

REDDY, K. N.; LOCKE, M. A. Sulfentrazone sorption, desorption, and mineralization in soils from two tillage systems. **Weed Science**, v. 46, n. 4, p. 494-500, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. 591 p.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6 ed. Londrina, 2011. 687 p.

SENESEMAN, S.A. **Herbicide handbook**. 9.ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007. p.336-338.

SHAW, D.R.; WIXSON, M.B. Postemergence combinations of imazaquin or imazethapyr with AC 263,222 for weed control in soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, v.39, n. 4, p.644-649, 1991.

SILVA, J.B. Manejo de plantas daninhas. Revista cultivar grandes culturas. n° 05, junho, 1999. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigo.asp?id=87>>. Acesso em: 22/01/2016.

SILVA, A. A. et al. **Biologia e controle de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. CD-Rom.

SOLTANI, N. et al. The effect of residual corn herbicides on soybean injury and yield seeded in the same season. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 91, n. 3, p. 571- 576, 2011.

STREIBIG, J.C. Herbicide bioassay. **Weed Research**, v.28, n.6, p.479-484, 1988.

STOUGAARD, R. N. et al. Effect of soil type and pH on adsorption, mobility, and efficacy of imazaquin and imazethapyr. **Weed Science**, v. 38, n. 1, p. 67-73, 1990.

TAKANO, H. et al. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.1-13, 2013.

VILLAVARDE, J. et al. Adsorption and degradation of of four acidic herbicides in soils from Southern Spain. **Pest Management Science**, v.64, n.7, p.703-710, 2008.

VIVIAN, R. et al. Persistência e lixiviação de ametryn e trifloxysulfuron-sodium em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 111-124, 2007.

APÊNDICES

Apêndice A

Capítulo 1

Associação de métodos mecânicos e químicos visando ao controle das soqueiras do algodão

Tabela 1A. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após a aplicação dos tratamentos herbicidas e manejo mecânico das soqueiras de algodão.

FV	GL	QMR						
		¹ C% 14 DAA	¹ C% 28 DAA	¹ C% 50 DAA	² NPR 14 DAA	² NPR 28 DAA	² NPR 50 DAA	³ TR 50 DAA
Tratamento (T)	4	44779,15*	14606,92*	44004,79*	182,66*	2230,63*	199,10*	63791,16*
Modalidade (M)	6	2454,54*	644,56*	0,86*	36,01*	86,51*	46,14*	3065,28*
Bloco	3	10,99*	2,80*	3062,69*	0,51*	0,45 ^{ns}	0,59*	74,12*
TxM	24	360,81*	146,00*	454,05*	10,74*	18,02*	27,31*	1959,18*
Resíduo	102	3,17	3,36	3,57	0,27	0,29	0,30	21,21
Total	139	-	-	-	-	-	-	-
M/T1	6	777,98*	330,95*	1697,22*	22,61*	20,22*	22,72*	984,93*
M/T2	6	1367,32*	271,89*	1492,90*	27,90*	16,28*	33,55*	999,94*
M/T3	6	963,15*	169,86*	1553,11*	28,47*	10,15*	23,30*	432,66*
M/T4	6	789,33*	455,86*	135,64*	0,00 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,00 ^{ns}	137,20*
M/T5	6	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	8347,28*
T/M1	4	3269,17*	1718,37*	1927,38*	0,00 ^{ns}	23,45*	30,87*	2854,97*
T/M2	4	7122,92*	2238,47*	1378,90*	37,57*	42,55*	12,57*	7979,13*
T/M3	4	9204,07*	2461,15*	2426,33*	52,80*	37,80*	45,70*	9626,29*
T/M4	4	7615,67*	2523,75*	2133,76*	39,67*	55,05*	41,12*	31617,80*
T/M5	4	6505,37*	1509,91*	437,03*	30,07*	4,57*	0,00 ^{ns}	4171,32*
T/M6	4	5913,80*	2234,31*	2290,46*	48,20*	55,30*	62,80*	9523,31*
T/M7	4	7313,00*	2181,00*	2476,92*	38,82*	43,82*	56,20*	9773,43*
C.V. (%)	-	3,08	2,90	3,31	9,85	11,25	10,88	11,48

*Significativo no nível de 5% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 5% de probabilidade;

¹C%: porcentagem de controle;

²NPR: número de plantas rebrotadas;

³TR: tamanho de rebrote

Apêndice B

Capítulo 2

Destruição química de soqueiras de algodão

Tabela 1B. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após a aplicação dos tratamentos herbicidas na destruição das soqueiras de algodão.

FV	GL	QMR						
		¹ C% 21 DAA	¹ C% 35 DAA	¹ C% 55 DAA	² NPR 21 DAA	² NPR 35 DAA	² NPR 55 DAA	³ TR 55 DAA
Tratamento (T)	27	4335,37*	5388,45*	3956,20*	29,70*	26,54*	29,93*	3242,03*
Bloco	3	0,98*	1,63*	0,83 ^{ns}	0,011 ^{ns}	0,54*	0,36*	115,38*
Aplicação (A)	1	9451,00*	1921,14*	97486,29*	7,14*	483,21*	802,57*	617203,15*
AxT	27	1242,62*	686,42*	917,96*	13,31*	21,10*	20,85*	3296,06*
Resíduo 1	81	1,58	1,92	1,49	0,26	0,31	0,19	11,18
Resíduo 2	84	1,37	1,59	1,77	0,26	0,30	0,22	15,16
Total	223	-	-	-	-	-	-	-
T/A1	27	1725,72*	2623,75*	909,96*	8,29*	10,72*	1,35*	404,66
T/A2	27	3852,27*	3451,12*	3964,20*	34,72*	36,92*	49,43*	6133,43
C.V. (%) 1	-	1,65	1,97	2,37	11,60	13,25	7,64	5,59
C.V. (%) 2	-	1,54	1,79	2,58	11,67	12,92	8,33	6,53

*Significativo no nível de 5% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 5% de probabilidade;

C.V. 1: C.V da parcela;

C.V. 2: C.V da parcela subdividida;

¹C%: porcentagem de controle;

²NPR: número de plantas rebrotadas;

³TR: tamanho de rebrote.

Apêndice C

Capítulo 3

Efeito de “carryover” dos herbicidas utilizados na destruição química de soqueiras de algodão nas culturas subsequentes de soja, milho e algodão.

Tabela 1C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após uma única aplicação (A) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de soja em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F% 0 DAA	¹ F% 30 DAA	¹ F% 60 DAA	¹ F% 90 DAA	¹ F% 120 DAA
Tratamento (T)	14	3703,49*	3886,33*	2517,35*	1656,48*	25,20*
Resíduo	45	15,00	22,98	8,07	2,97	1,00
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	6,11	8,41	11,31	25,50	103,45

FV	GL	QMR				
		² A% 0 DAA	² A% 30 DAA	² A% 60 DAA	² A% 90 DAA	² A% 120 DAA
Tratamento (T)	14	3941,78*	3938,76*	2702,80*	795,84*	55,61 ^{ns}
Resíduo	45	105,14	81,16	36,55	35,39	47,36
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	25,13	18,84	8,29	6,43	7,12

FV	GL	QMR				
		³ MS% 0 DAA	³ MS 30 DAA	³ MS 60 DAA	³ MS 90 DAA	³ MS 120 DAA
Tratamento (T)	14	3046,79*	3387,00*	2107,50*	458,70*	21,28 ^{ns}
Resíduo	45	112,54	149,19*	44,72	49,83	34,15
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	23,55	20,40	8,14	7,33	6,10

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.

Tabela 2C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após uma única aplicação (A) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de milho em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F% 0 DAA	¹ F% 30 DAA	¹ F% 60 DAA	¹ F% 90 DAA	¹ F% 120 DAA
Tratamento (T)	14	2392,53*	1358,36*	145,55*	5,20 ^{ns}	0
Resíduo	45	6,37	4,45	1,57	0,21	0
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	7,47	12,27	27,36	26,58	0

FV	GL	QMR				
		² A% 0 DAA	² A% 30 DAA	² A% 60 DAA	² A% 90 DAA	² A% 120 DAA
Tratamento (T)	14	3168,82*	1895,44*	120,48*	8,29 ^{ns}	13,61 ^{ns}
Resíduo	45	7,01	10,75	9,43	13,61	12,21
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	13,97	4,10	7,29	3,80	3,59

FV	GL	QMR				
		³ MS% 0 DAA	³ MS 30 DAA	³ MS 60 DAA	³ MS 90 DAA	³ MS 120 DAA
Tratamento (T)	14	1924,84*	897,24*	193,45*	6,11 ^{ns}	5,53 ^{ns}
Resíduo	45	11,16	8,56	4,87	8,59	9,46
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	4,82	3,53	4,35	6,98	3,14

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.

Tabela 3C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após uma única aplicação (A) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de algodão em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F%	¹ F%	¹ F%	¹ F%	¹ F%
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	4572,25*	4664,82*	3164,81*	111,17 ^{ns}	0,75 ^{ns}
Resíduo	45	5,82	9,57	7,97	84,38	0,23
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	7,12	6,10	10,01	46,64	195,51

FV	GL	QMR				
		² A%	² A%	² A%	² A%	² A%
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	5122,40*	4658,84*	2609,11*	13,34 ^{ns}	37,18 ^{ns}
Resíduo	45	10,50	18,22	21,24	18,11	23,76
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	12,81	8,03	6,31	4,37	5,13

FV	GL	QMR				
		³ MS%	³ MS	³ MS	³ MS	³ MS
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	4559,37*	3703,38*	2332,89*	7,36 ^{ns}	134,40 ^{ns}
Resíduo	45	12,17	17,54	17,16	11,63	142,43
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	13,70	7,27	5,39	3,48	12,62

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.

Tabela 4C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de soja em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F% 0 DAA	¹ F% 30 DAA	¹ F% 60 DAA	¹ F% 90 DAA	¹ F% 120 DAA
Tratamento (T)	14	3675,80*	2881,48*	2071,28*	893,05*	229,91*
Resíduo	45	34,05	5,29	7,37	5,38	2,30
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	7,77	4,51	9,93	24,90	47,89
FV	GL	QMR				
		² A% 0 DAA	² A% 30 DAA	² A% 60 DAA	² A% 90 DAA	² A% 120 DAA
Tratamento (T)	14	8315,42*	2735,30*	1081,06*	262,16*	167,93*
Resíduo	45	21,97	41,70	19,13	55,53	87,35
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	10,74	9,92	5,38	8,17	9,11
FV	GL	QMR				
		³ MS% 0 DAA	³ MS 30 DAA	³ MS 60 DAA	³ MS 90 DAA	³ MS 120 DAA
Tratamento (T)	14	6198,47*	2618,73*	812,01*	158,47*	179,76*
Resíduo	45	38,01	40,82	33,01	52,98	75,08
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	16,51	9,49	6,57	7,43	8,60

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.

Tabela 5C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de milho em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F% 0 DAA	¹ F% 30 DAA	¹ F% 60 DAA	¹ F% 90 DAA	¹ F% 120 DAA
Tratamento (T)	14	3177,17*	2130,20*	476,30*	27,80*	0,17*
Resíduo	45	9,55	6,11	2,50	0,53	0,083
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	6,17	8,05	14,08	54,77	17,44
FV	GL	QMR				
		² A% 0 DAA	² A% 30 DAA	² A% 60 DAA	² A% 90 DAA	² A% 120 DAA
Tratamento (T)	14	4507,31*	3393,57*	307,48*	9,59 ^{ns}	6,75 ^{ns}
Resíduo	45	8,92	10,86	8,74	11,30	8,52
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	6,07	5,11	3,28	3,46	2,97
FV	GL	QMR				
		³ MS% 0 DAA	³ MS 30 DAA	³ MS 60 DAA	³ MS 90 DAA	³ MS 120 DAA
Tratamento (T)	14	3087,78*	1643,17*	311,61*	15,62*	3,89 ^{ns}
Resíduo	45	10,42	12,56	5,92	4,16	6,01
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	5,62	4,96	2,66	2,07	2,47

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.

Tabela 6C. Resumos da Análise de variância referente às variáveis analisadas após duas aplicações sequenciais (A/B) dos tratamentos herbicidas para a destruição das soqueiras de algodão na cultura de algodão em sucessão.

FV	GL	QMR				
		¹ F%	¹ F%	¹ F%	¹ F%	¹ F%
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	3873,12*	3332,78*	1933,83*	810,61	335,42*
Resíduo	45	5,37	8,03	7,53	1,69	0,67
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	3,01	6,37	14,07	28,61	34,30

FV	GL	QMR				
		² A%	² A%	² A%	² A%	² A%
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	4508,47*	3184,01*	1135,74*	532,59*	141,16*
Resíduo	45	11,13	17,11	21,08	8,95	10,11
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	12,86	6,86	5,39	3,17	3,37

FV	GL	QMR				
		³ MS%	³ MS	³ MS	³ MS	³ MS
		0 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	120 DAA
Tratamento (T)	14	4514,04*	2872,22*	1266,50*	659,04*	126,92*
Resíduo	45	8,70	17,49	12,31	7,87	6,39
Total	59	-	-	-	-	-
C.V. (%)	-	11,04	6,61	4,21	7,96	7,63

*Significativo no nível de 1% de probabilidade;

^{ns}Não significativo no nível de 1% de probabilidade;

¹F%: porcentagem fitointoxicação;

²A%: altura relativa em relação a testemunha;

³MS: massa seca relativa em relação a testemunha.