

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE ENLIST DUO™ COLEX-D™ E REDUÇÃO DE
ÁREA FOLIAR NAS CULTURAS DO MILHO ENLIST™ E DA SOJA
CONKESTA™ ENLIST™

José Davi Filippe

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientadora: Ma. Andreísa Flores Braga

Coorientador: Me. Felipe Ridolfo Lúcio

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para graduação em
Engenharia Agrônômica

Jaboticabal – SP

2º semestre/2020

F483e

Filippe, José Davi

ÉPOCAS DE APLICAÇÃO DE ENLIST DUO™ COLEX-D™ E
REDUÇÃO DE ÁREA FOLIAR NAS CULTURAS DO MILHO ENLIST™
E DA SOJA CONKESTA™ ENLIST™ / José Davi Filippo. -- , 2020

58 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Coorientador: Andreísa Flores Braga

1. Herbicidas. 2. Melhoramento genético. 3. Milho. 4. Engenharia Agrônoma.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO
TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

TÍTULO: Épocas de aplicação de Enlist Duo™ Colex-D™ e redução de área foliar nas culturas do milho Enlist™ e da soja Conkesta™ Enlist™

ACADÊMICO: José Davi Filippe

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

COORIENTADORES: Felipe Ridolfo Lúcio e Ma. Andreisa Flores Braga

PERÍODO: novembro /2019 a outubro /2020

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. ☒ Sim ☐ Não

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa A. Alves



Membro: Profa. Dra. Mariana Casari Parreira



Membro: Eng. Agr. Gabriel Rohrer Pereira



Jaboticabal 17/ 10 / 2020

Aprovado em reunião do Conselho Departamental em: 30/10/2020



Prof. Dr. Rogério Falleiros Carvalho
Chefe do DBAA

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido a oportunidade de estudar em uma excelente faculdade como a Unesp de Jaboticabal.

Aos meus avós (Alberto Balthazar da Silva Sobrinho, Maria Helena Antoniassi da Silva, Aparecido Filippe, Hélia Maria de Lorenço Filippe) sendo por parte de mãe ou pai, por terem passado todo o conhecimento e a importância da agricultura de geração a geração.

Aos meus pais, Eliete e José Marcos por ter me oferecido suporte, tanto financeiro quanto emocional para poder assim concluir meus estudos e me apoiar em todas as etapas de minha vida.

À minha irmã por ter moldado a ideia de que o estudo é importante em minha vida e ter me dado suporte durante minha caminhada, sendo estando junto ou a 1100 km de distância, sempre suportando minhas conversas.

Agradeço a minha companheira, Aline Brufato, por ter me aguentado durante essa etapa da faculdade e ter me ensinado muito, levo seus ensinamentos e companheirismo em meu coração.

Ao professor Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, Andreisa Flores e Felipe Lúcio por terem me ensinado tudo sobre o curso de Engenharia Agrônômica e a arte das plantas daninhas.

Ao José Valcir Fidelis Martins, por ter me ensinado a importância do trabalho e a identificar plantas daninhas.

A todos que fizeram parte dessa jornada de forma direta e indiretamente.

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE AS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO.....	3
2.2. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS	5
2.3. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS.....	7
2.4. TECNOLOGIA ENLIST	9
3. MATERIAS E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. MILHO PWE	17
4.1.1. Fitointoxicação	18
4.1.2. Teor relativo de clorofila total.....	20
4.1.3. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm).....	23
4.1.4. Rendimento de grãos	26
4.2. SOJA CE3	28
4.2.1. Fitointoxicação	28
4.2.2. Teor relativo de clorofila total.....	30
4.2.3. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm).....	33
4.2.4. Rendimento de grãos	35
5. CONCLUSÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

RESUMO

Soja e milho são as culturas mais expressivas no Brasil e, por isso, há muitos estudos relacionados aos fatores condicionantes da produtividade. Um desses fatores é a interferência das plantas daninhas, sendo seu controle, feito basicamente por meio de herbicidas, que, eventualmente, podem resultar em redução da área foliar. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da redução de área foliar associada à taxa fotossintética e produtividade, ao aplicar o herbicida 2,4-D sal colina + glifosato sal dimetilamina em diferentes estádios vegetativos nas culturas de soja e milho. As aplicações foram realizadas nos estádios fenológicos de V3 e V6, em ambas culturas e em R2 somente na soja, utilizando a dosagem de 780 g de equivalente ácido (e.a) de 2,4-D sal colina + 820 g e.a. de glifosato sal dimetilamina. As avaliações foram realizadas aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 DAA, na 3ª folha expandida, sendo: teor relativo de clorofila total (Falker, Clorofilog), eficiência quântica do fotossistema II – Fv/FM (Hansatech, PEA) e a percentagem de injúria foliar ocasionada pelo herbicida. Ao final do experimento foram avaliadas: produtividade, inserção da primeira vagem, número de ramos e altura para soja e massa seca do colmo, massa seca da folha, massa seca da espiga e produtividade para o milho. Mesmo havendo o aparecimento de injúrias foliares em todos os estádios com consequentes diferenças nos teores de clorofila e Fv/Fm, não houve diminuição de produtividade das culturas.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Zea mays*, glyphosate, 2,4-D sal colina, injúria.

ABSTRACT

Soybean and corn are the most expressive crops in Brazil and, therefore, there are many studies related to the conditioning factors of productivity. One of these factors is the interference of weeds, and their control is basically done by herbicides, which may eventually result in reduction of leaf area. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of leaf area reduction associated with photosynthetic rate and productivity by applying the herbicide 2,4-D choline salt + glyphosate dimethylamine salt at different vegetative stages in soybean and corn crops. The applications were performed in the phenological stages of V3 and V6, in both cultures and in R2 only in soybean, using the dosage of 780 g a.e. of 2,4-D choline salt + 820 g a.e. of glyphosate dimethylamine salt. The evaluations were performed at 3, 7, 14, 21, 30, 45 and 60 DAA, in the 3rd expanded leaf, being: total chlorophyll relative content (Falker, Clorofilog), quantum efficiency of photosystem II - Fv/FM (Hansatech, PEA) and the percentage of leaf injury caused by the herbicide. At the end of the experiment, the following were evaluated: productivity, insertion of the first pod, number of branches and height for soybean and dry mass of the stem, dry mass of the leaf, dry mass of the ear and productivity for corn. Even with the appearance of leaf injuries in all stages with consequent differences in chlorophyll and Fv/Fm contents, there was no decrease in crop productivity.

Keywords: Glycine max, Zea mays, glyphosate, 2,4-D choline salt, injury.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja e o milho são as culturas de maior importância econômica, ocupando as primeiras posições em produção e em área plantada na safra 2018/2019 (CONAB, 2020). Na safra 2019/20, a soja deve alcançar uma produção de 124.844,5 milhões de toneladas com uma área plantada de 36.949,8 mil hectares, enquanto a cultura do milho deve alcançar uma produção de 102.503,0 milhões de toneladas com uma área plantada de 18.525,8 mil hectares (CONAB, 2020).

Um dos principais fatores bióticos que afetam a produtividade destas culturas é a interferência de plantas daninhas, responsáveis por reduções acentuadas na produtividade (Délye et al., 2013; Oerke, 2006). A competição interespecífica, durante todo o ciclo da cultura, pode reduzir a produtividade da soja em até 80% (Theisen, 1996; Nepomuceno et al., 2007) e do milho em até 87% (Kolowski, 2002; Kozłowski et al., 2009), dependendo da cultivar, densidade da infestação, composição da flora infestante e fertilidade do solo.

O controle químico é o método mais utilizado, tanto em pré-emergência quanto em pós-emergência das plantas daninhas (Santin et al., 2016). Ao longo dos últimos 65 anos, os herbicidas têm contribuído significativamente com o manejo dessas plantas contribuindo com o aumento da produtividade das culturas (Heap, 2014). O desenvolvimento de novas tecnologias e formulações de herbicidas com baixa volatilidade e agentes antideriva, é de extrema importância para o produtor a fim de assegurar o desenvolvimento da lavoura através da rotação de herbicidas, para um controle eficaz de amplo espectro.

A introdução da soja tolerante ao 2,4-D, glifosato e glufosinato de amônio se destina a fornecer uma nova ferramenta tecnológica capaz de controlar plantas daninhas de difícil manejo, resistentes a herbicidas, como o glifosato (Miller e Norsworthy, 2016). Por outro lado, a ação dos herbicidas pode afetar o metabolismo das plantas, mesmo nas doses recomendadas, e apresentar alguns sintomas de intoxicação como cloroses e necroses foliares ocasionando a redução de área foliar e crescimento (Zablotowicz e Reddy, 2007).

Alguns trabalhos mostram que a aplicação do herbicida lactofen na cultura da soja ocasionou redução no crescimento e na massa verde da cultura, provocando sintomas temporários de necrose e clorose, mas as plantas apresentaram recuperação total das injúrias, sem redução no rendimento de grãos (Wichert e Talbert, 1993; Espinosa et al., 1995). Foi observado também em outros trabalhos os mesmos sintomas, porém as plantas (soja e milho) se recuperaram após três ou quatro semanas, não interferindo no ganho produtivo (Roman, 2000). Schryver et al., (2017) observaram injúrias de no máximo 2% para aplicação de glyphosate + 2,4-D na dosagem de 881,5 g e.a. ha⁻¹ em pós-emergência de soja CE3, e não observaram reduções na produtividade.

Entre os parâmetros avaliados em experimentos de intoxicação de culturas vale destacar o índice de área foliar, pois está diretamente relacionado à capacidade fotossintética da planta; é um indicativo da produtividade da planta. A eficiência do processo fotossintético, também é influenciada pela

arquitetura do dossel e pela dimensão do sistema fotoassimilador (Favarin et al., 2002; Reis et al., 2013).

A redução da área foliar não significa necessariamente redução de matéria seca e produtividade, já que existe uma relação inversa entre o Índice de Área Foliar (IAF) e a taxa de assimilação líquida da fotossíntese. Vários autores relatam que sintomas visuais causados por herbicidas podem reduzir a área foliar, mas a produtividade não é afetada (Magalhães et al., 2000; Negrisoli et al., 2004; Correa, 2010; Gallon et al., 2016).

Sendo assim, desenvolver estudos para compreender a relação entre perdas em área foliar e redução em produtividade são essenciais para adoção de novos herbicidas e introdução de novos materiais genéticos. Portanto, o presente trabalho teve por objetivos: a) determinar a fitotoxicidade do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (2,4-D sal colina + glifosato) aplicado em distintos estádios de desenvolvimento do milho e da soja, com tecnologia Enlist™ e; b) determinar qual a redução na área foliar do milho e da soja com tecnologia Enlist™ que essas culturas toleram sem interferir na produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE AS CULTURAS DA SOJA E DO MILHO

A soja pertence à família Fabaceae, do gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* L., sendo caracterizada como eudicotiledônea; apresenta ciclo anual e produção de grãos com elevado teor de proteína e óleos de interesse para alimentação animal e humana (Balbinot et al., 2015). Seu centro de origem é o continente asiático, na região da China antiga, onde a soja era utilizada como

importante base alimentar do povo da época, sendo difundida para o norte por volta dos 200 A.C e posteriormente para Coréia e Japão (Câmara, 2015).

Atualmente, a soja é uma das mais importantes culturas do mundo, seus grãos são amplamente usados pela agroindústria, indústria química e de alimentos, também sendo usado como alternativa de biocombustíveis (Costa neto & Rossi, 2000). A soja no Brasil tem suas primeiras referencias em 1882 na Bahia, onde Gustavo D'utra fez seus primeiros relatos de experimentos realizados e na Argentina em 1909 na Estação Experimental de Córdoba (Chen et al., 2012).

Cultivada principalmente nas regiões Centro Oeste e Sul do País, seu cultivo foi viabilizado no cerrado brasileiro graças a estudos da Embrapa juntamente a outras instituições de pesquisa (Brasil, 2016). A área plantada na safra 19/20 foi de 36.949,0 mil hectares com produtividade média de 3.273 kg/ha, apresentando variação absoluta de 1.075,0 mil hectares e um aumento de 66,6 kg/ha em comparação a safra 18/19 (CONAB, 2020). Segundo USDA (2019), das 154 milhões de toneladas exportadas no mundo na safra 18/19, 79,5 milhões de toneladas, 51,62% tiveram sua origem no Brasil, o que da a ele o posto de maior exportador mundial de soja.

O milho (*Zea mays*) é pertencente à família Poaceae, tem sua origem na América do Norte, com centro de origem genético no México, seu consumo é destinado tanto para alimentação animal quanto humana, assim como utilização industrial diversificada. O seu grão pode ser transformado em farinha, amido, margarina, óleo, flocos de cereais matinais e outras finalidades (Silveira et al., 2015).

A domesticação do milho ocorreu aproximadamente sete mil anos atrás em comunidades Mesoamericanas que começaram a utilizar, consumir e domesticar esse gênero de plantas (Murphy, 2007). A partir do México o milho foi levado para outras regiões da América, como América do Sul e Panamá, e sua disseminação ocorreu por conta de sua grande adaptabilidade representada por variados genótipos, o que permitiu seu cultivo em climas tropicais, subtropicais e temperados (Brasil, 2016).

Segundo a Embrapa (Brasil, 2016), os indígenas já cultivavam o milho nas terras brasileiras antes da chegada dos portugueses. Após a chegada dos mesmos, o consumo do milho foi aumentado devido ao aparecimento de produtos derivados desse cereal e estes acrescentados posteriormente aos hábitos alimentares brasileiros.

A região centro-oeste é a maior produtora de milho do Brasil (42 milhões de toneladas), com o Mato Grosso do Sul sendo um dos maiores produtores dessa região (7,3 milhões de toneladas e 4,8 mil kg/ha) (CONAB, 2020). Segundo estimativa da CONAB (2020), a área destinada a cultura do milho pode chegar a 18.505,0 mil hectares, com produtividade de 6.085 kg/ha, um aumento de 1.012,1 mil hectares e decréscimo de 198,6 kg/ha em comparação a safra 18/19, podendo alcançar 34.500,0 mil toneladas de exportação na safra 19/20 e consumo de 68.427,5 mil toneladas.

2.2. INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS

O conhecimento da capacidade de interferência de plantas daninhas em culturas é muito importante na tomada de decisão para o sucesso do

controle (Vidal et al., 2004). Vários fatores influenciam a intensidade de competição entre as plantas cultivadas e as plantas daninhas. Eles foram, originalmente, realizados por Bleasdale (1960), reavaliados por Blanco em 1972 e, adaptados por Pitelli (1985). Alguns dos fatores referem-se à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), outros são referentes à cultura (características da espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio).

Nesse contexto, a densidade de plantas e a época e extensão do período crítico de interferência destacam-se em importância, uma vez que estarão diretamente envolvidos nas tomadas de decisão de controle das plantas daninhas, podendo esses fatores serem alterados pelas condições edáficas, climáticas e pelos tratos culturais (Pitelli, 1985; Locke et al., 2002).

Para implantação de programas de manejo integrado de plantas daninhas, é essencial o conhecimento dos períodos de interferência destas com as culturas. Também sendo necessário o conhecimento para a previsão da emergência das plantas infestantes e possível impacto destas sobre as culturas (Ciuberkis et al., 2007).

Para realizar o manejo de plantas daninhas de forma eficiente nas culturas é fundamental o conhecimento do período que antecede a interferência (PAI), do período total de prevenção de interferência (PTPI) e do período crítico de prevenção de interferência (PCPI). O período em que, a partir da semeadura ou emergência a cultura pode conviver com a comunidade infestante sem que sua produtividade ou outra característica seja afetada é chamado de PAI. O período que, a partir da semeadura ou

emergência, a cultura deve ser mantida livre da presença das plantas daninhas para que sua produtividade não seja afetada se chama PTPI. O PCPI corresponde ao limite máximo entre os dois períodos citados anteriormente, se caracterizando pelo período no qual é imprescindível se realizar o controle (Pitelli e Durigan, 1984).

Segundo Nepomuceno et al. (2007), o PAI da soja está em torno de 34 dias após a emergência, o PTPI 76 dias após a emergência e o PCPI dos 34 aos 76 dias após emergência, sendo que a interferência das plantas daninhas causou redução na produtividade de até 32%. Quando não adotado controle algum das plantas daninhas, a perda em rendimento de grãos pode chegar a até 90% (Blanco et al., 1972). Segundo Kozłowski, 2002, o PAI do milho é de aproximadamente 15 dias após a emergência (V2), o PTPI é de aproximadamente 47 dias (V7) e o PCPI é de 32 dias (entre V2 e V7). Quando não houve controle das plantas daninhas na cultura, a perda no rendimento de grãos observada foi de 87%.

2.3. MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

O controle químico é o método mais empregado no manejo de plantas daninhas na cultura de milho e da soja. No entanto, estratégias de manejo centradas em um único método selecionam plantas daninhas tolerantes ou resistentes a esse método (Theisen, 2000). Por isso, entender e aplicar técnicas de manejo integrado são fundamentais para alcançar altas produtividades.

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) é considerado a principal ferramenta para reduzir o impacto ambiental dos herbicidas. O MIPD baseia-se na integração de métodos de controle, tornando os sistemas de cultivo desfavoráveis às plantas daninhas, minimizando seus efeitos. Entre as técnicas utilizadas no MIPD, destacam-se o emprego de culturas intercalares (Haan et al., 1994), e cultivares mais competitivos (Ford & Pleasant, 1994), a aplicação de herbicidas em faixas (Pleasant et al., 1994), a irrigação (Vangessel et al., 1995), o aumento da densidade de plantas (Merotto Jr. et al., 1997) e a redução de espaçamentos entre linhas (Shrestha et al., 2001).

A aplicação de herbicidas em soja e milho normalmente é antes da semeadura, na forma de dessecação, e em duas etapas após a emergência das plantas. Sendo assim, na maioria das situações, são realizadas de duas ou mais aplicações, em função infestação de plantas daninhas (Agrofit, 2020)

Os herbicidas mais utilizados no Brasil para o manejo de plantas daninhas em soja e milho são, em volume, são glyphosate, 2,4-D e atrazine. O glyphosate é utilizado em mistura com o 2,4-D para dessecação na modalidade de plantio direto e pós-emergência de culturas geneticamente resistentes. Já o 2,4-D e atrazine são utilizados na cultura do milho em pós-emergência. Ocorre também na cultura da soja a utilização de misturas como clethodim e imazethapyr como método de controle de plantas daninhas após a emergência (Rodrigues e Almeida, 2011; Agrofit, 2020)

Para auxiliar no controle de plantas daninhas foram desenvolvidas plantas geneticamente modificadas que apresentam amplo espectro de tolerância a herbicidas, diminuindo assim o custo de produção, o número de

aplicação de herbicidas, incremento na produtividade e menor impacto ambiental (Schneider, 2018; EUROPABIO, 2020).

2.4. TECNOLOGIA ENLIST

O herbicida Enlist Duo Colex-D™ foi lançado em 2017, recomendado para aplicação em pós-emergência das plantas daninhas. Este herbicida apresenta a mistura pronta de 2,4-D sal colina e glifosato sal dimetilamina juntamente com a tecnologia Colex-D™ que proporciona diversos benefícios, como redução de deriva e odor, baixa volatilidade e facilidade de manuseio, controle de plantas daninhas em cultivares de soja Enlist E3™, Conkesta E3™ e milho Enlist e PowerCore™ Ultra Enlist™ (Corteva, 2020).

Há a possibilidade de se alterar as características originais de uma cultura de interesse, conferindo a ela, tolerância a herbicidas. Estas alterações podem ser realizadas por meio da transferência de genes ou seleção de diversas mutações gênicas (Kniss, 2018). No Brasil, atualmente, são aprovados para cultivo cerca de 17 eventos contendo transgenia em soja, dos quais 15 conferem resistência ou tolerância a herbicidas (CIB, 2020).

A soja transgênica DAS44406-06 (Enlist E3™- E3) foi desenvolvida pela Dow AgroSciences e MS Technologies, apresentando tolerância aos herbicidas glyphosate, 2,4-D e glufosinate, sendo conferida pelas enzimas: duplo mutantes EPSPs, aryloxyalkanoate dioxygenase-12 e phosphinothricin acetyltransferase (Lepping et al., 2013). A duplo mutante EPSPs codificada por gene EPSPs sofre dupla mutagenese (*2mepsps*), proveniente do milho (Herouet-guicheney et al., 2009). A aryloxyalkanoate dioxygenase-12 é

codificada por um gene *aad-12* proveniente da bactéria encontrada no solo *Delfia acidovorans* MC1 (Wright et al., 2010). Já a enzima phosphinothricin acetyltransferase é codificada pelo gene *pat*, proveniente de *Streptomyces viridochromogenes* (Herouet et al., 2005)

O milho Powercore Enlist™ é um novo traits de milho desenvolvido pela Corteva Agriscience que infere resistência aos herbicidas 2,4-D, glyphosate, glufosinato de amônia e haloxifope. Comumente integrado em germoplasma resistente a glufosinato, o milho Enlist é o primeiro traits comercializado com resistência a FOPs, oferecendo oportunidade diferenciada para o manejo seletivo de plantas daninhas (Striegel et al., 2020).

3. MATERIAS E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados simultaneamente, em área anexa ao Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA), da FCAV-UNESP localizada a uma latitude de 21°14' 05" S e longitude de 48° 17' 09" O, a 615 m de altitude durante os anos agrícolas de 2018 e 2019.

O híbrido de milho utilizado no experimento foi DAS-40278-9 x MON 89034 x TC1507 x NK603 (Powercore Enlist™ - PWE). A cultivar de soja utilizada foi DAS-44406-6 x DAS-81419-2 (Conkesta™ Enlist E3™ - CE3). Para os dois experimentos a metodologia foi similar, conforme descrita a seguir.

A soja foi semeada em vasos plásticos com capacidade para 21 L (34 x 30 cm) e o milho foi semeado em vasos de 70 L (58 x 50 cm), previamente preenchidos com substratos compostos pela mistura de terra extraída da camada arável de um Latossolo Vermelho Escuro com areia, na proporção de

2:1 (v/v). Após o preenchimento dos recipientes, foi retirada uma amostra composta do substrato para realização das análises química e física de rotina do solo (Tabela 1 e 2).

De acordo com o resultado da análise química, foram feitas correções de acidez e de fertilidade do substrato, adequando-o às exigências das culturas. No caso específico da cultura do milho, foi realizada uma adubação nitrogenada em cobertura entre 45-50 dias após a emergência, seguindo a recomendação para as culturas de acordo com o Boletim 100 (Raij et al, 1996). A análise química do solo foi realizada somente no primeiro ano de implantação dos experimentos (2018) e utilizada a mesma análise para adubação no segundo ano de implantação (2019).

Tabela 1. Análise química utilizada para realização da correção na cultura do milho nos anos de 2018 e 2019. Jaboticabal, 2020.

Ano	pH	M.O	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al SMP	Soma Bases S.B	CTC	Sat. bases	Sat. Al
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³										V%	m%
2018	5	15	10	27	11	4	NS	0,9	0	19	16,5	35,6	46	2
2019	5	15	10	23	13	4	NS	1	0	19	18,3	37,1	49	1

Tabela 2. Análise química utilizada para realização da correção na cultura da soja nos anos de 2018 e 2019. Jaboticabal, 2020.

Ano	pH	M.O	P	S	Ca	Mg	Na	K	Al	H+Al SMP	Soma Bases S.B	CTC	Sat. bases	Sat. Al
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³										V%	m%
2018	4,8	15	26	24	16	8	NS	1,3	0	20	25,5	45,6	56	2
2019	5	15	10	25	12	4	NS	1	0	19	17,4	36,4	47,5	2

Para a cultura da soja adotou-se 16 sementes por metro, totalizando 5 plantas por vaso. Já no experimento com milho, adotou-se 4 sementes por metro, totalizando 2 plantas por vaso.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x7 no experimento com soja e 2x7 no experimento com milho. Os fatores principais foram os três/dois estádios de desenvolvimento da cultura de soja e milho, respectivamente (V3, V6 e R2 – soja CE3; V3 e V6 - milho PWE) associados as cinco condições de redução nas áreas foliares, mais a testemunha, todos em quatro repetições.

As aplicações do herbicida na soja foram realizadas nos seguintes estádios fenológicos: V3 (três trifólios expandidos), V6 (seis trifólios expandidos) e R2 (pleno florescimento) (Tabela 3). No milho os estádios de aplicação foram em V3 (três folhas expandidas) e V6 (seis folhas expandidas) (Tabela 4). Para ambas culturas utilizou a dose de Enlist Duo™ Colex-D™ de 4,0 L. de produto comercial (p.c) ha⁻¹, o que equivale a 820 g e.a. de glifosato e 780 g e.a. de 2,4-D.

Para as aplicações foi utilizado um pulverizador costal a pressão constante (CO₂), provido de uma barra com quatro pontas AIXR 110015 espaçadas a 0,5 m, perfazendo uma faixa de 2 m, e ajustado para distribuir 150L ha⁻¹ de calda, com 2,8 bar de pressão. Por ocasião das aplicações foram registrados os principais elementos climáticos, onde, as altas temperaturas foram de forma proposital a simular condições adversas em campo (Tabela 5).

Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais a serem adotados para a cultura da soja CE3.

Tratamento.	Estádio	Descrição
1	V3	1600 g e.a. ha ⁻¹
2		Test. 0% RAF ¹
3		Test. 2% RAF
4		Test. 4% RAF
5		Test. 8% RAF
6		Test. 16% RAF
7		Test. 32% RAF
8	V6	1600 g e.a. ha ⁻¹
9		Test. 0% RAF
10		Test. 2% RAF
11		Test. 4% RAF
12		Test. 8% RAF
13		Test. 16% RAF
14		Test. 32% RAF
15	R2	1600 g e.a. ha ⁻¹
16		Test. 0% RAF
17		Test. 2% RAF
18		Test. 4% RAF
19		Test. 8% RAF
20		Test. 16% RAF
21		Test. 32% RAF

¹ – RAF = Redução da área foliar fotossinteticamente ativa

Tabela 4. Descrição dos tratamentos experimentais a serem adotados para a cultura do milho PWE. Jaboticabal, 2020.

Trat.	Estádio	Condição
1	V3	1600 g e.a. ha ⁻¹
2		Test. 0% RAF ¹
3		Test. 2% RAF
4		Test. 4% RAF
5		Test. 8% RAF
6		Test. 16% RAF
7		Test. 32% RAF
8	V6	1600 g e.a. ha ⁻¹
9		Test. 0% RAF
10		Test. 2% RAF
11		Test. 4% RAF
12		Test. 8% RAF
13		Test. 16% RAF
14		Test. 32% RAF

¹ – RAF = Redução da área foliar fotossinteticamente ativa

Tabela 5. Estádio, horário e dados climáticos no momento da aplicação do herbicida nas culturas da soja e do milho no ano de 2018 e 2019. Jaboticabal, 2020.

Ano	Estádio	Horário início	Horário término	T° C	Umidade	Veloc. Vento (km/h)
2018	Soja CE3					
	V3	17:00	17:20	36,7	42	1,7
	V6	16:30	16:37	36,0	41	0,4
	R2	16:20	16:35	37,0	43	2,3
	Milho PWE					
	V3	17:25	17:30	36,7	42	3,5
2019	V6	16:40	16:50	39,0	39	1,0
	Soja CE3					
	V3	15:32	15:44	34,2	51	2,1
	V6	14:25	14:37	35,6	60	3,7
	R2	16:31	16:52	36,0	58	2,8
	Milho PWE					
	V3	16:10	16:20	34,2	53	3,2
	V6	15:15	15:27	35,8	62	3,5

Transcorrida uma semana da aplicação do herbicida, quando normalmente as manchas necróticas resultantes da intoxicação pelo produto atingem sua área máxima (Frene et al., 2018; Kalsing et al. 2018), foram realizadas reduções das áreas foliares fotossinteticamente ativas nas testemunhas relativas. Essas reduções foram feitas visando simular uma redução de área foliar por fitointoxicação do herbicida, para fins comparativos. Os tratamentos simularam reduções em área foliar de 0, 2, 4, 8, 16 e 32% (Tabela 3 e 4).

Para estimar as reduções, foi determinada a área foliar média de três plantas de cada cultura, por meio do medidor portátil (LiCor, Li 3000). Após determinar a área foliar em cada um desses estágios, foi usado moldes de áreas conhecidas para retirar partes aleatórias das folhas, com o auxílio de

uma tesoura e um furador de rolha, até atingir a porcentagem de redução desejada (Figura 1).



Figura 1. Redução de 8% de área fotossinteticamente ativa em milho PWE (A) e redução de 4% de área fotossinteticamente ativa em soja CE3 (B).

No decorrer do período experimental, foram adotadas práticas necessárias para a manutenção da sanidade das duas culturas, conforme apresentadas na Tabela 6.

Nas atividades de manejo, a única diferença entre os dois anos foi o aumento na dose de KCl no primeiro ano (2018), devido as deficiências visuais desses nutrientes notadas durante a condução do experimento. As outras diferenças de manejo, estão relacionadas a incidência de pragas e doenças, em decorrência de variações climáticas entre os dois anos.

Tabela 6. Produtos utilizados para manutenção sanitária e nutricional na cultura do milho PWE e da soja CE3 nos anos de 2018 e 2019. Jaboticabal, 2020.

Ano de 2018				
Tratos culturais	Produto¹	NA²	Princípio ativo e concentração	Dosagem (ha)
MILHO PWE				
Adubação de cobertura	Uréia + KCl	2	-	280 kg
Controle de lagartas	Engeo Pleno	2	Tiametoxam 141 g/L + Lambda- cialotrina 106 g/L	250 ml
Controle de lagartas	Ampligo	1	Clorantianiliprole 100 g/L + Lambda-Cialotrina 50 g/L	150 ml
Controle de cigarrinhas	Actara	1	Tiametoxam 250g/kg	100 g
SOJA CE3				
Controle fúngico	Priori-Xtra	2	Azoxistrobina 200 g/L + Ciproconazol 80 g/L	100 ml
Controle de lagartas	Engeo Pleno	1	Tiametoxam 141 g/L + Lambda- cialotrina 106 g/L	200 ml
Controle de fungos	Opera	2	Piraclostrobina 133 g/L + Epoxiconazol 50 g/L	600 ml
Controle de ácaros	Abamectin	1	Abamectina 18 g/L	35 ml
Controle de lagartas	Fastac	1	Alfa-Cipermetrina 100 g/L	120 ml
Ano de 2019				
MILHO PWE				
Adubação	Uréia + KCl	1	-	140
Controle de Lagartas	Ampligo	3	Lambda- Cialotrina + Clorantianiliprole 100 g/L	150 ml
Adubação	Uréia	1	-	140
SOJA CE3				
Controle fúngico	Priori-Xtra	1	Azoxistrobina 200 g/L Ciproconazol 80 g/L	100 ml
	Engeo Pleno	2	Tiametoxam 141 g/L + Lambda- cialotrina 106 g/L	200 ml
Controle de fungos	Opera	1	Piraclostrobina 133 g/L + Epoxiconazol 50 g/L	600 ml

¹ Nome comercial dos produtos usados; ² Número de aplicações realizadas.

Nas atividades de manejo, a única diferença entre os dois anos foi o aumento na dose de KCl no primeiro ano (2018), devido as deficiências visuais desses nutrientes notadas durante a condução do experimento. As outras diferenças de manejo, estão relacionadas a incidência de pragas e doenças, em decorrência de variações climáticas entre os dois anos.

A seletividade do herbicida para as duas culturas em cada estágio de aplicação (fitotoxicidade) foi avaliada visualmente e monitorada por fotos da planta inteira, aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). Para avaliar a fitointoxicação foi utilizada a escala proposta pela SBPCD (Velini et al., 1995), em que 0% não há nenhuma injúria nas plantas e 100% representa a morte das plantas.

Ainda, aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 DAA foram determinados na terceira folha/trifólio totalmente expandidos a partir do ápice: teor relativo de clorofila total (Falker, Clorofilog) e eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm (Hansatech, PEA). Nas avaliações de 3 e 7 dias, as medidas foram feitas somente no tratamento com aplicação do herbicida e no tratamento de 0% de redução de área foliar, uma vez que a redução da área foliar foi realizada a partir de 7 DAA. Por ocasião da colheita, foi determinado o rendimento de grão por planta, corrigindo a umidade de grãos para 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. MILHO PWE

4.1.1. Fitointoxicação

Houve diferença entre as épocas de aplicação para as avaliações visuais de fitotoxicidade para o milho PWE no primeiro ano somente aos 7 e 30 DAA. Os sintomas de fitotoxicidade, como pequenos pontos necróticos e clorose foliar, foram notados até a última avaliação (60 DAA), mas após 14 DAA o percentual visual de fitointoxicação foi quase nulo, inferiores a 5%, em ambos os estádios de aplicação (Figura 2 – A e Tabela 7). No segundo ano houve diferença estatística entre 3, 7 e 14 DAA; após esse período, em ambos os estádios de aplicação, o milho apresentou valores de intoxicação estatisticamente iguais e, também, inferiores a 5% (Figura 2 – B e Tabela 8).

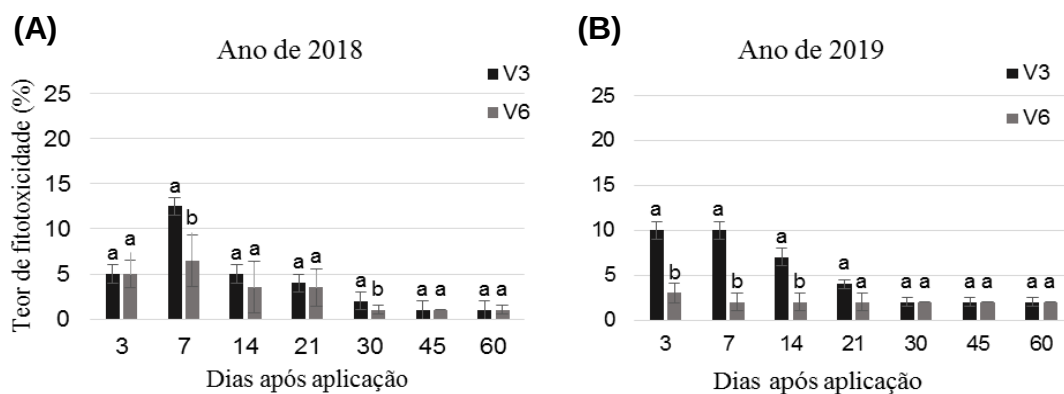


Figura 2. Intoxicação (0 – 100%) em PWE nos estádios V3 e V6 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) no ano de 2018 (A) e 2019 (B).

No estágio V3, de maneira geral, as plantas de milho PWE apresentaram valores maiores de intoxicação, ou seja, maior susceptibilidade ao herbicida. Aos 7 DAA no estágio V3, a cultura apresentou a maior nota de intoxicação no primeiro ano, de 14%; no segundo ano, a nota de intoxicação mais alta ocorreu também em V3, aos 3 e 7 DAA, com valor de 10%, isso pode ser atribuído ao fato de que plantas mais jovens possuem cutícula mais

delgada, favorecendo a absorção de produtos. Nos dois anos, a partir dos 21 DAA, os valores de fitointoxicação foram menores e o estágio de aplicação não interferiu na resposta da cultura, mostrando uma recuperação da intoxicação do milho.

Tabela 7. Notas de fitotoxicidade (0 – 100%) em PWE nos estádios V3 e V6 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c./ ha). Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Aplicação em V3	6,25 a	12,50 a	5,50 a	4,00 a	2,25 a	1,25 a	1,25 a
Aplicação em V6	5,75 a	5,75 a	4,25 a	3,25 a	1,25 b	1,0 a	1,0 a
DMS	3,56	4,98	3,72	2,71	0,86	0,61	0,61
F ¹	0,12 ^{ns}	10,99 ^{**}	0,68 ^{ns}	0,46 ^{ns}	8,00 [*]	1,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CV (%)	34,46	31,55	44,11	43,25	28,57	31,42	31,42

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; DAA: dias após aplicação; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Tabela 8. Notas de fitotoxicidade (0 – 100%) em PWE nos estádios V3 e V6 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c./ ha). Jaboticabal, 2019.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Aplicação em V3	9,50 a	9,5 a	6,50 a	3,75 a	2,25 a	2,25 a	2,25 a
Aplicação em V6	3,0 b	2,50 b	2,50 b	2,50 a	2,00 a	2,00 a	2,00 a
DMS	1,86	1,73	1,73	1,36	0,61	0,61	0,61
F ¹	72,43 ^{**}	98,00 ^{**}	32,00 ^{**}	5,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,00 ^{ns}
CV (%)	17,28	16,66	22,22	25,29	16,63	16,63	16,63

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; DAA: dias após aplicação; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Zagonel e Fernandez (2007), também observaram a recuperação do milho após aplicação de diferentes herbicidas, sendo que aos 28 DAP as injúrias já não estavam mais presentes. A ocorrência de maior fitotoxicidade em V3, pode

ocorrer em função de híbridos que são classificados como resistentes ou sensíveis, dependendo de seu estágio de desenvolvimento, ambiente e dose utilizada do produto (Morton e Harvey, 2018).

Mesmo havendo o aparecimento de clorose e necrose decorrentes da ação do herbicida, as notas de fitointoxicação observadas foram consideradas quase nulas. Ruen et al. (2017) constataram em seu trabalho que apesar do milho PWE apresentar pequenos pontos de necrose em suas folhas após a aplicação de Enlist Duo™ Colex-D™ na dosagem de 1600 g e.a. ha⁻¹, não houve diminuição no rendimento de grãos.

4.1.2. Teor relativo de clorofila total

No primeiro ano, houve diferença para o teor relativo de clorofila total após a aplicação do Enlist Duo™ Colex-D™ para os diferentes estágios de desenvolvimento do milho PWE. Essa diferença foi observada em todas as avaliações, com exceção aos 7 DAA. No intervalo de 3 DAA a 45 DAA o milho apresentou os maiores teores de clorofila em V6. Somente aos 60 DAA, que o comportamento foi diferente, quando apresentou maior teor de clorofila após aplicação do herbicida em V3 (Tabela 9).

No segundo ano (Tabela 10), houve diferença para diferentes épocas de aplicação do herbicida e também para as reduções de área foliar. As avaliações de 3, 14, 21 e 60 DAA, as plantas avaliadas apresentaram maiores teores de clorofila quando o herbicida foi aplicado no estágio V3. Aos 21 DAA, a parcela com maior redução de área foliar apresentou um teor de clorofila médio superior ao das parcelas sem redução de área foliar. Neste caso, a

aplicação do produto proporcionou um teor de clorofila igual as reduções de área foliar de 2 a 16%, mas na avaliação de rendimento de grãos não apresentou diferença comparando as mesmas reduções com a testemunha.

Tabela 9. Teor relativo de clorofila total em folhas de milho PWE em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) e com reduções de área foliar no ano 1 (2018). Jaboticabal.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Época de aplicação (A)							
Aplicação V3	32,21 b	38,81 a	41,96 b	43,07 b	46,32 b	45,58 b	51,38 a
Aplicação V6	43,21 a	42,39 a	48,54 a	47,62 a	49,30 a	50,63 a	47,31 b
DMS	7,86	4,39	2,37	2,12	2,35	2,43	2,89
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	35,88 a	39,49 a	43,81 a	45,29 a	46,88 a	50,84 a	49,55 a
RAF 0%	39,54 a	41,71 a	46,84 a	45,91 a	46,27 a	48,84 a	48,91 a
RAF 2%	-	-	44,14 a	44,89 a	47,62 a	51,39 a	51,76 a
RAF 4%	-	-	47,34 a	44,70 a	47,62 a	48,66 a	50,69 a
RAF 8%	-	-	47,30 a	47,74 a	50,31 a	47,17 a	50,65 a
RAF 16%	-	-	43,82 a	44,67 a	47,20 a	44,54 a	47,42 a
RAF 32%	-	-	43,72 a	44,20 a	48,97 a	45,32 a	46,45 a
DMS	7,86	4,39	6,83	6,09	6,76	6,99	8,30
F (A)	10,02 *	3,38 ^{ns}	31,31**	18,84**	6,57*	17,62**	8,09*
F (B)	1,11 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,66 ^{ns}	1,01 ^{ns}
F (AxB)	0,40 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,53 ^{ns}
CV (%)	18,44	9,57	9,72	8,65	9,11	9,35	10,83

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, DAA = Dias após a aplicação.

Aos 45 DAA, no segundo ano houve interação entre os fatores estágio de aplicação e área foliar (Tabela 11), provavelmente pela influência da segunda aplicação da adubação de cobertura, realizada três dias após a aplicação do herbicida no estágio V3. Nesta avaliação, o tratamento com a aplicação do herbicida em V3 (54,45) obteve um teor de clorofila superior ao

em V6 (41,25); além disso, a redução de área foliar de 8% em V3 resultou nos menores teores de clorofila quando comparada ao estágio V6 e ao restante dos tratamentos.

Tabela 10. Teor relativo de clorofila total em folhas de milho PWE em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) e com reduções de área foliar no ano 2 (2019). Jaboticabal.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Época de aplicação (A)							
Estádio V3	41,18 b ¹	50,83 a	54,36 a	54,69 a	45,54 a	47,82 a	46,32 a
Estádio V6	53,63 a	47,17 a	49,53 b	46,57 b	44,74 a	46,57 a	36,76 b
DMS	6,22	6,52	2,79	1,91	2,74	3,43	3,66
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	45,84 a	51,10 a	53,68 a	51,45 ab	46,28 a	49,35 a	45,16 a
RAF 0%	48,97 a	46,90 a	50,03 a	47,85 b	43,29 a	45,04 a	38,76 a
RAF 2%	-	-	51,54 a	50,21 ab	46,71 a	49,47 a	43,52 a
RAF 4%	-	-	52,59 a	50,56 ab	46,61 a	47,99 a	41,96 a
RAF 8%	-	-	50,91 a	49,63 ab	43,65 a	45,77 a	42,69 a
RAF 16%	-	-	53,02 a	51,17 ab	44,77 a	47,33 a	42,31 a
RAF 32%	-	-	51,85 a	53,54 a	44,65 a	45,42 a	36,38 a
DMS	6,22	6,52	8,03	5,50	7,90	9,87	10,52
F (A)	20,43**	1,60 ^{ns}	12,19 **	73,56 **	0,35 ^{ns}	0,54 ^{ns}	27,87**
F (B)	1,29 ^{ns}	2,11 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,95 *	0,61 ^{ns}	0,67 ^{ns}	1,55 ^{ns}
F (AxB)	0,07 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,84 ^{ns}	1,69 ^{ns}	1,41 ^{ns}	4,60 **	1,14 ^{ns}
CV (%)	11,61	11,77	9,95	7,00	11,26	13,46	16,30

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, DAA = Dias após a aplicação

Normalmente as mudanças nos teores de clorofila estão associadas diretamente a disponibilidade de nutrientes, principalmente do nitrogênio, e essas diferenças entre estádios podem ter ocorrido devido à época de aplicação da adubação de cobertura, uma vez que essa influência nos teores (Schadchina e Dmitrieva, 1995).

Tabela 11. Desdobramento referente ao teor relativo de clorofila total na avaliação de 45 DAA do milho PWE após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) em duas épocas de aplicação e redução de área foliar no ano de 2019.

Tratamentos	Épocas		F
	V3	V6	
Enlist Duo Colex-D	54,45 Aa	41,25 Ba	12,99 **
RAF 0%	46,93 Aab	43,15 Aa	0,71 ^{ns}
RAF 2%	51,38 Aab	47,56 Aa	0,72 ^{ns}
RAF 4%	50,75 Aab	45,22 Aa	1,51 ^{ns}
RAF 8%	38,83 Bb	52,71 Aa	9,54 **
RAF 16%	47,65 Aab	47,02 Aa	0,02 ^{ns}
RAF 32%	41,76 Ab	49,07 Aa	2,65 ^{ns}
F	3,83 **	1,44 ^{ns}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

Segundo Argenta (2001), os níveis de leitura no clorofilômetro acima de 45,4; 52,1; 55,3 e 58, para os estádios V3, V4, V6, V7 e de 10 a 11 folhas e de espigamento, respectivamente, representam um nível adequado de N na planta, esses dados corroboram os encontrados neste trabalho, indicando que o milho PWE conduzido durante as duas safras (2018 e 2019), estavam dentro dos padrões aceitáveis.

4.1.3. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm)

Houve diferença na eficiência fotoquímica do fotossistema II para a aplicação nos dois estádios, nos dois anos. No primeiro ano (Tabela 12), o estádio V3 apresentou maior Fv/Fm que no estádio V6 e somente aos 45 DAA o valor em V6 foi maior que em V3. Para interação dos fatores (área foliar X épocas) houve diferença no primeiro ano, apenas na avaliação aos 7 DAA (Tabela 13), mas essa interação ocorreu entre as testemunhas e não entre as

parcelas que receberam aplicação. Em V6, mesmo ocorrendo diferença estatística, o teor de eficiência fotoquímica foi maior na parcela que recebeu aplicação do herbicida.

Tabela 12. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm) da cultura do milho em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) e com reduções de área foliar no ano 1 (2018). Jaboticabal.

Tratamentos	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Épocas (A)						
Estádio V3	0,765 a ¹	0,741 a	0,789a	0,786 a	0,722 b	0,777 a
Estádio V6	0,739 b	0,726 b	0,783a	0,733 b	0,780 a	0,723 b
DMS	0,024	0,013	0,014	0,021	0,030	0,031
Redução de área foliar (B)						
Enlist Duo	0,760 a	0,773 a	0,788 a	0,759 a	0,757 a	0,766 a
RAF 0%	0,744 a	0,765 a	0,783 a	0,761 a	0,736 a	0,748 a
RAF 2%	-	0,721 bc	0,781 a	0,751 a	0,783 a	0,765 a
RAF 4%	-	0,754 ab	0,790 a	0,767 a	0,758 a	0,748 a
RAF 8%	-	0,683 c	0,795 a	0,762 a	0,720 a	0,759 a
RAF 16%	-	0,715 bc	0,784 a	0,759 a	0,742 a	0,722 a
RAF 32%	-	0,725 b	0,782 a	0,757 a	0,762 a	0,744 a
DMS	0,024	0,039	0,040 a	0,061	0,088	0,091 a
F (A)	5,76 *	5,15 *	0,78 ^{ns}	24,52**	14,49**	12,07 **
F (B)	2,09 ^{ns}	12,78**	0,30 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,54 ^{ns}
F (AxB)	5,32 *	0,86 ^{ns}	0,82 ^{ns}	2,03 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,91 ^{ns}
CV (%)	2,85	3,42	3,29	5,19	7,57	7,81

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, DAA = Dias após a aplicação.

Tabela 13. Desdobramento referente a eficiência fotoquímica (Fv/Fm) na avaliação aos 7 DAA do milho PWE após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) em duas épocas e redução de área foliar, para o ano de 2018.

Tratamentos	Épocas		F
	V3	V6	
Enlist Duo	0,760 Aa ¹	0,759 Aa	0,00 ^{ns}
RAF 0%	0,770 Aa	0,719 Bb	11,08 **
F	0,37 ^{ns}	7,04 *	

¹Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

No segundo ano (Tabela 14), Fv/Fm foi diferente entre os estádios até a avaliação de 21 DAA, após isso não houve mais diferença estatística entre os estádios. Já para a redução de área foliar do milho PWE, houve diferença da Fv/Fm somente no primeiro ano, na avaliação de 14 DAA. O maior valor de Fv/Fm avaliado foi da parcela que recebeu aplicação do produto. No segundo ano (Tabela 14), não houve diferença estatística entre as diferentes reduções de área foliar.

Tabela 14. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm) da cultura do milho em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (1600 g e.a. ha⁻¹) e com reduções de área foliar no ano 2 (2019). Jaboticabal.

Tratamentos	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Épocas (A)						
Estádio V3	0,689 b ¹	0,630 b	0,779 a	0,763 a	0,782 a	0,744 a
Estádio V6	0,771 a	0,773 a	0,778 a	0,752 a	0,762 a	0,719 a
DMS	0,070	0,032	0,016	0,029	0,026	0,036
Redução de área foliar (B)						
Enlist Duo	0,743 a	0,724 a	0,786 a	0,773 a	0,769 a	0,729 a
RAF 0%	0,718 a	0,707 a	0,770 a	0,741 a	0,759 a	0,722 a
RAF 2%	-	0,698 a	0,777 a	0,752 a	0,767 a	0,710 a
RAF 4%	-	0,723 a	0,789 a	0,771 a	0,786 a	0,760 a
RAF 8%	-	0,686 a	0,771 a	0,740 a	0,764 a	0,722 a
RAF 16%	-	0,687 a	0,784 a	0,745 a	0,768 a	0,724 a
RAF 32%	-	0,683 a	0,770 a	0,780 a	0,787 a	0,756 a
DMS	0,070	0,093	0,046	0,083	0,075	0,103
F (A)	6,85 *	78,75 **	0,02 ^{ns}	0,60 ^{ns}	2,23 ^{ns}	2,01 ^{ns}
F (B)	0,61 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,63 ^{ns}
F (AxB)	1,27 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,24 ^{ns}
CV (%)	8,57	8,59	3,81	7,12	6,31	9,10

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação, DAA = Dias após a aplicação.

Magalhães et al. (2008) mostraram em seu trabalho que um Fv/Fm maior ou igual a 0,684 é o ideal para cultura do milho. Os valores apresentados nesse trabalho, embora tenham apresentado diferenças significativas, indicam

que as plantas de milho estavam em boas condições. A eficiência quântica do fotossistema não apresentou resultados que indicasse algum nível de estresse nas plantas de PWE ocasionados pelo herbicida. Plantas em condições de estresse apresentam um decréscimo na eficiência fotoquímica, que pode ser detectado por uma queda na relação Fv/Fm (Krause e Weis, 1991).

4.1.4. Rendimento de grãos

No primeiro ano (Tabela 15), não houve diferença entre os diferentes estádios de aplicação para as avaliações de massa seca de colmos e folhas. Porém, foi observada diferença entre a massa seca de espigas em 4, 16 e 32% de redução de área foliar.

Tabela 15. Massa seca (g) de colmos, folhas e espigas de PWE em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ e com redução de área foliar no ano 1 (2018). Jaboticabal.

Tratamentos	MS Colmos	MS Folhas	MS Espigas	Produtividade (kg/ha)
Época de aplicação (A)				
Estádio V3	65,55 a ¹	66,12 a	143,13 a	8529,48 a
Estádio V6	68,56 a	65,30 a	142,58 a	8621,64 a
DMS	9,15	5,18	17,75	
Redução de área foliar (B)				
Enlist Duo (4 L p.c./ ha)	73,57 a	62,98 a	158,08 a	9162,60 ab
RAF ³ 0%	66,48 a	68,01 a	150,27 a	9445,47 ab
RAF 2%	59,46 a	67,57 a	167,50 a	10107,90 a
RAF 4%	67,37 a	65,95 a	141,61 ab	8168,80 ab
RAF 8%	74,43 a	73,31 a	150,74 a	9096,53 ab
RAF 16%	61,39 a	59,92 a	133,13 ab	8033,55 ab
RAF 32%	66,71 a	62,23 a	98,66 b	6014,05 b
DMS	26,31	14,91	51,03	3671,54
F (A)	0,44 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
F (B)	0,87 ^{ns}	1,73 ^{ns}	3,71 ^{**}	2,56 [*]
F (AxB)	0,99 ^{ns}	1,83 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,03 ^{ns}
CV (%)	25,25	14,60	22,99	27,55

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

A produtividade foi diferente nos tratamentos de reduções foliares, sendo que a parcela com a aplicação do herbicida foi estatisticamente igual a testemunha (0% de desfolha). Estes dados mostram que o produto não influenciou na produtividade do milho. Contudo, a redução de área foliar de 32% ocasionou uma perda em produtividade de 34% em relação a testemunha.

No segundo ano (Tabela 16), diferente do observado na safra anterior, houve diferença para os estádios de aplicação (V3 e V6), somente para massa de colmos. As reduções de área foliar neste ano também não interferiram em nenhum dos parâmetros avaliados.

Tabela 16. Massa seca (g) de colmos, folhas e espigas e produtividade de PWE em duas épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ e com redução de área foliar no ano 2 (2019) Jaboticabal.

Tratamentos	MS Colmos	MS Folhas	MS Espigas	Produtividade (kg/ha)
Época de aplicação (A)				
Estádio V3	119,38 a ¹	62,37 a	245,61 a	8147,82 a
Estádio V6	109,68 b	62,59 a	247,62 a	8111,45 a
DMS	8,94	4,46	23,74	1363,85
Redução de área foliar (B)				
Enlist Duo (4 L p.c./ ha)	115,88 a	63,53 a	271,18 a	8230,55 a
RAF 0%	124,06 a	62,58 a	246,65 a	7719,25 a
RAF 2%	114,10 a	56,98 a	238,20 a	8768,96 a
RAF 4%	118,04 a	64,96 a	244,44 a	7518,29 a
RAF 8%	111,57 a	68,99 a	263,26 a	9034,95 a
RAF 16%	113,80 a	62,48 a	222,69 a	7753,95 a
RAF 32%	104,27 a	57,85 a	239,89 a	7881,48 a
DMS	25,69	12,84	68,24	3919,5968
F (A)	4,81 *	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}
F (B)	1,07 ^{ns}	1,98 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,42 ^{ns}
F (AxB)	2,01 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV (%)	14,44	13,22	17,81	31,03

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Segundo Ruen et al. (2017), o milho Enlist apresentou excelente tolerância a aplicação de 2,4-D + glifosato após o estágio de crescimento V4 da cultura; após 7 DAA o milho apresentou injúrias de 2 a 8 %, permitindo a aplicação uma a duas vezes a dose recomendada de concentração de 2,4-D + glifosato, apresentando injúrias mínimas e sem influência na produtividade.

4.2. SOJA CE3

4.2.1. Fitointoxicação

No primeiro ano (Figura 3 – A e Tabela 17), as plantas que receberam aplicação do herbicida no estágio V3 apresentaram as maiores taxas de intoxicação nas avaliações de 3 a 30 DAA, apresentando pontos necróticos e clorose foliar, diferindo dos estádios V6 e R2. Para todas as épocas de avaliação, a aplicação em V3 foi a que proporcionou as maiores notas de fitotoxicidade (Tabela 17). As notas de fitotoxicidade foram similares quando o herbicida foi aplicado nos estádios de V6 e R2.

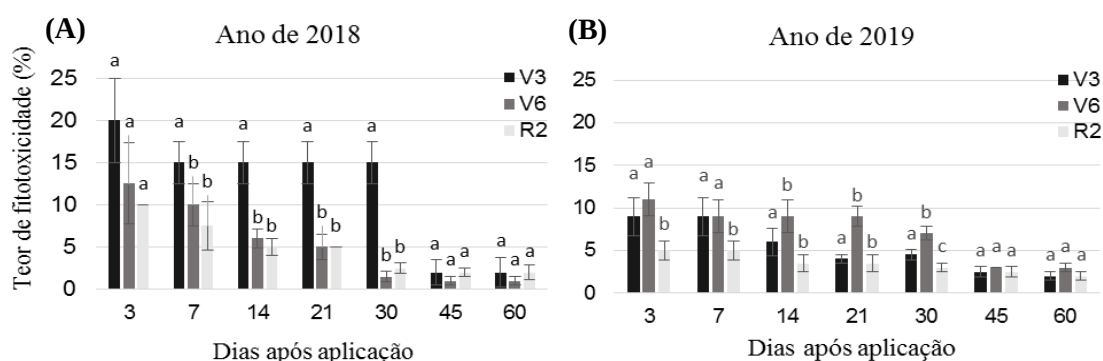


Figura 3. Valor médio de fitotoxicidade (0 – 100%) em CE3 nos estádios V3 e V6 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹), no primeiro ano (A) e no segundo (B).

A maior taxa de intoxicação no estágio V3 pode estar relacionada ao fato das folhas ainda estarem jovens e, assim, serem mais propícias a toxicidade do herbicida. Após os 45 DAA, notou-se que a taxa de fitotoxidez nos três estádios ficam semelhantes e não diferiram entre si, mostrando que a planta se recupera da injúria causada pela aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™.

Tabela 17. Notas de fitotoxicidade (0 – 100%) em soja CE3 nos estádios V3, V6 e R2 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹), Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	3D AA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60DAA
Aplicação em V3	17,50 a	16,25 a	13,75 a	13,75 a	13,75 a	2,75 a	2,50 a
Aplicação em V6	11,25 a	8,75 b	6,00 b	5,00 b	2,50 b	2,25 a	2,00 a
Aplicação em R2	10,00 a	7,50 b	5,50 b	4,25 b	1,50 b	1,25 a	1,25 a
DMS	7,89	5,20	3,33	3,32	2,99	1,89	2,25
F ¹	4,04 ^{ns}	12,90 ^{**}	29,91 ^{**}	39,38 *	80,28 ^{**}	2,55 ^{ns}	1,21 ^{ns}
CV (%)	30,94	24,32	20,09	21,95	25,66	45,95	59,61

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; DAA: dias após aplicação; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação. DAA = dias após a aplicação.

No segundo ano (Figura 3 – B e Tabela 18), houve diferença no teor de fitotoxicidade nas avaliações de 3 a 30 DAA, as duas avaliações finais (45 e 60 DAA) não apresentaram diferença estatística. Os maiores teores de intoxicação foram notados no estágio V6. As avaliações realizadas em V3 foram estatisticamente iguais as realizadas em V6 aos 3 e 7 DAA, após isso, apresentaram uma recuperação da intoxicação causada pelo herbicida.

Frene et al. (2018) constataram que quando aplicados 2,4-D sal colina com glifosato em dosagens de 1440-2280 g e.a. ha⁻¹ em soja no estágio V3 as

injúrias foram de 11 a 23%, aos 3 DAA, mas, aos 21 DAA, os sintomas não ultrapassaram 5% e não prejudicaram a produção. Em campos de teste, a aplicação de 2,4-D na concentração de 1.120 a 2.240 g e.a. ha⁻¹ em V5 e R2 causou 3% de injúria em todas as avaliações (Robinson et al., 2015). As injúrias observadas na cultura da soja não foram problemáticas, assim como visto por outros autores, indicando uma alta tolerância da cultura a aplicação de 2,4-D, glifosato e glufosinato (Miller e Norsworthy, 2016).

Tabela 18. Notas de fitotoxicidade (0 – 100%) em soja CE3 nos estádios V3, V6 e R2 aos 3, 7, 14, 21, 30, 45 e 60 dias após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹). Jaboticabal, 2019.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60DAA
Aplicação em V3	9,25 a	9,25 a	6,00 b	4,25 b	4,50 b	2,50 a	2,25 a
Aplicação em V6	10,50 a	9,50 a	9,50 a	9,00 a	7,00 a	3,00 a	2,75 a
Aplicação em R2	5,00 b	5,00 b	3,25 b	3,25 b	2,75 c	2,50 a	2,25 a
DMS	3,58	3,58	3,06	1,80	1,27	0,93	0,98
F ¹	10,06 **	7,74 *	16,24 **	45,30 **	43,80 **	1,50 ^{ns}	1,33 ^{ns}
CV (%)	22,03	22,96	24,87	16,59	13,58	17,67	20,68

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; DAA: dias após aplicação; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação. DAA = dias após a aplicação

4.2.2. Teor relativo de clorofila total

No primeiro ano, houve diferença comparando os diferentes estádios de aplicação (V3, V6 e R2) em todas as avaliações. Aos 45 DAA, nota-se que o maior teor de clorofila foi observado no estádio V6 e aos 60 DAA no estádio V3 (Tabela 19). Esse resultado pode estar relacionado ao desenvolvimento da

cultura, no qual plantas mais velhas possuem uma maior área foliar e, assim, uma maior capacidade fotossintética; ou seja, após aplicação do Enlist Duo™ Colex-D™ a planta se recuperou, restabelecendo o teor de clorofila total no decorrer do seu desenvolvimento.

Tabela 19. Teor relativo de clorofila total em folhas da soja em três épocas de aplicação do herbicida ENLISTDUO™ COLEX-D™ (4L p.c. ha⁻¹) e com reduções de área foliar. Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Época de aplicação (A)							
Estádio V3	31,35 b	30,98 b	35,14 b	39,75 b	37,41 b	43,92 b	47,73 a
Estádio V6	33,16 ab	43,07 a	37,76 b	34,85 a	40,08 b	47,54 a	43,04 b
Estádio R2	37,05 a	38,93 a	42,22 a	44,41 c	43,61 a	43,71 b	33,50 c
DMS	5,54	4,38	2,79	2,75	3,01	2,42	3,13
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	33,25 a	37,56 a	41,13 a	40,16 a	39,21 a	44,75 a	42,08 a
RAF 0%	34,46 a	37,76 a	37,52 a	38,85 a	40,07 a	44,94 a	41,35 a
RAF 2%	-	-	37,23 a	39,51 a	39,92 a	44,00 a	40,36 a
RAF 4%	-	-	38,91 a	40,15 a	41,14 a	46,31 a	39,97 a
RAF 8%	-	-	36,53 a	39,42 a	42,22 a	45,07 a	43,70 a
RAF 16%	-	-	38,13 a	40,68 a	40,48 a	45,56 a	40,41 a
RAF 32%	-	-	39,16 a	38,93 a	39,54 a	44,78 a	42,10 a
DMS	3,71	2,93	5,42	5,35	5,83	4,70	6,08
F (A)	3,72 *	26,58 **	18,86**	34,69**	12,34**	9,11**	61,75**
F (B)	0,48 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,87 ^{ns}
F (AxB)	0,35 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,13 ^{ns}
CV (%)	12,60	8,95	11,35	10,83	11,61	8,38	11,78

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

No segundo ano (Tabela 20), houve diferença entre os diferentes estádios de aplicação somente nas avaliações de 3, 7 e 14 DAA, sendo que após essas avaliações não foi observada diferença entre os estádios V3, V6 e R2, mostrando que a soja CE3 se recuperou da aplicação de Enlist Duo™ Colex-D™, mesmo apresentando diferença estatística nas avaliações iniciais. As plantas que tiveram redução da área foliar não apresentaram diferenças

significativas nos teores de clorofila em nenhum dos períodos de avaliação, para os dois anos.

Tabela 20. Teor relativo de clorofila total em folhas da soja em três épocas de aplicação do herbicida ENLISTDUO™ COLEX-D™ (4L p.c. ha⁻¹) e com reduções de área foliar. Jaboticabal, 2019.

Tratamentos	3 DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Época de aplicação (A)							
Estádio V3	34,79 ab	32,39 b	31,43 b	41,05 a	41,25 a	41,85 a	41,11 a
Estádio V6	34,11 b	38,54 a	42,06 a	41,39 a	42,71 a	41,76 a	40,12 a
Estádio R2	39,45 a	43,69 a	41,09 a	41,36 a	40,69 a	41,48 a	39,89 a
DMS	4,79	5,45	3,00	1,09	2,23	0,44	2,19
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	35,86 a	37,25 a	36,43 a	40,53 a	40,63 a	41,78 a	40,24 a
RAF 0%	36,37 a	39,16 a	38,85 a	41,36 a	41,92 a	41,69 a	39,00 a
RAF 2%	-	-	37,81 a	41,45 a	40,75 a	41,41 a	39,69 a
RAF 4%	-	-	38,80 a	41,30 a	42,11 a	42,09 a	42,21 a
RAF 8%	-	-	39,51 a	41,48 a	41,95 a	41,49 a	41,12 a
RAF 16%	-	-	37,71 a	41,44 a	41,39 a	41,87 a	40,21 a
RAF 32%	-	-	38,23 a	41,29 a	42,09 a	41,57 a	40,04 a
DMS	3,19	3,65	5,83	2,13	4,32	0,85	4,25
F (A)	5,02 *	14,52 **	44,08 **	0,33 ^{ns}	2,53 ^{ns}	2,21 ^{ns}	1,00 ^{ns}
F (B)	0,11 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,40 ^{ns}	1,39 ^{ns}	1,09 ^{ns}
F (AxB)	0,04 ^{ns}	3,63 ^{ns}	0,38 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,26 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,66 ^{ns}
CV (%)	10,15	10,98	12,26	4,14	8,36	1,64	8,46

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Silva et al (2018) constataram em seu trabalho que a soja CE3 em comparação com a soja Liberty Link não apresentou diferença nos teores de clorofila e desempenho agrônômico em diferentes estádios de desenvolvimento, corroborando os resultados deste trabalho.

Segundo Bullock e Anderson (1998), diversos fatores podem alterar os teores de clorofila. Os principais fatores que interferem nesse teor são as condições edafoclimáticas, diferentes cultivares e teores de nitrogênio, porém são níveis muito variáveis, o que dificulta o estabelecimento de um valor crítico. O teor ideal de clorofila da soja geralmente é próximo ao intervalo de 30,9 a

44,30 (Magalhães, 2008). Portanto, os dados encontrados nesse estudo demonstram que os níveis de clorofila observados estavam dentro do ideal para cultura (Tabelas 19 e 20).

4.2.3. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm)

No primeiro ano, houve uma variação significativa da fluorescência das plantas de CE3 no decorrer dos períodos de avaliação nos estádios V3, V6 e R2 (Tabela 21). Apenas aos 60 DAA não foram observadas diferenças significativas entre os três estádios avaliados.

Tabela 21. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm) da cultura da soja CE3 em três épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹) e com reduções de área foliar. Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	3DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Épocas (A)							
Estádio V3	0,776 a ¹	0,843 a	0,650 b	0,820 a	0,740 ab	0,770 a	0,710 a
Estádio V6	0,783 a	0,832 a	0,770 a	0,780 b	0,780 a	0,710 b	0,720 a
Estádio R2	0,743 a	0,704 b	0,770 a	0,710 c	0,710 b	0,720 ab	0,710 a
DMS	0,093	0,069	0,06	0,03	0,06	0,04	0,03
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	0,771 a	0,783 a	0,750 a	0,760 a	0,770 a	0,760 a	0,730 a
RAF 0%	0,763 a	0,803 a	0,740 a	0,780 a	0,760 a	0,720 a	0,710 a
RAF 2%	-	-	0,660 a	0,750 a	0,700 a	0,730 a	0,720 a
RAF 4%	-	-	0,760 a	0,770 a	0,730 a	0,710 a	0,710 a
RAF 8%	-	-	0,700 a	0,780 a	0,740 a	0,730 a	0,730 a
RAF 16%	-	-	0,780 a	0,760 a	0,750 a	0,760 a	0,730 a
RAF 32%	-	-	0,740 a	0,770 a	0,770 a	0,720 a	0,690 a
DMS	0,062	0,046	0,12	0,06	0,11	0,09	0,06
F (A)	0,73 ^{ns}	16,95 ^{**}	12,95 ^{**}	26,39 ^{**}	3,85 [*]	4,48 [*]	0,26 ^{ns}
F (B)	0,07 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,71 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,77 ^{ns}	0,83 ^{ns}
F (AxB)	1,05 ^{ns}	1,77 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,09 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,88 ^{ns}
CV (%)	9,36	6,72	14,06	6,89	12,76	10,24	7,68

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; MS: Massa seca; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Para as avaliações nas plantas com redução de área foliar, não foram observadas diferenças em nenhum dos períodos, indicando que a aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ não afeta na fluorescência das clorofilas das plantas de soja, ou seja, este produto pode ser utilizado para o manejo de plantas daninhas na cultura da soja CE3, sem que afete seus parâmetros fisiológicos relacionados à fotossíntese. Mesmo com diferenças estatísticas entre os 3 a 45 DAA, no primeiro ano (Tabela 21) e 3 a 30 DAA no segundo ano (Tabela 22), após esses intervalos os valores de Fv/Fm se igualaram estatisticamente, mostrando a recuperação da cultura.

Tabela 22. Eficiência fotoquímica (Fv/Fm) da cultura da soja CE3 em três épocas de aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹) e com reduções de área foliar. Jaboticabal, 2019.

Tratamentos	3DAA	7 DAA	14 DAA	21 DAA	30 DAA	45 DAA	60 DAA
Épocas (A)							
Estádio V3	0,699 b ¹	0,705 b	0,687 b	0,670 c	0,747 a	0,745 a	0,763 a
Estádio V6	0,711 b	0,711 ab	0,740 a	0,812 a	0,759 a	0,762 a	0,743 a
Estádio R2	0,816 a	0,766 a	0,765 a	0,763 b	0,762 a	0,754 a	0,743 a
DMS	0,096	0,059	0,030	0,039	0,027	0,024	0,021
Redução de área foliar (B)							
Enlist Duo	0,745 a	0,719 a	0,716 a	0,751 a	0,744 a	0,756 a	0,739 a
RAF 0%	0,739 a	0,736 a	0,740 a	0,749 a	0,777 a	0,768 a	0,746 a
RAF 2%	-	-	0,760 a	0,758 a	0,761 a	0,747 a	0,756 a
RAF 4%	-	-	0,732 a	0,757 a	0,760 a	0,756 a	0,746 a
RAF 8%	-	-	0,711 a	0,739 a	0,742 a	0,744 a	0,764 a
RAF 16%	-	-	0,723 a	0,753 a	0,760 a	0,765 a	0,751 a
RAF 32%	-	-	0,730 a	0,735 a	0,749 a	0,741 a	0,745 a
DMS	0,064	0,039	0,059	0,076	0,052	0,046	0,040
F (A)	6,03 *	4,37 *	19,27 **	38,81 **	0,97 ^{ns}	1,38 ^{ns}	3,44 *
F (B)	0,05 ^{ns}	0,87 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,74 ^{ns}
F (AxB)	1,41 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,53 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,27 ^{ns}
CV (%)	10,01	6,24	6,53	8,18	5,56	4,97	4,36

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; MS: Massa seca; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Na maioria das espécies, valores de F_v/F_m entre 0,750 a 0,850 são considerados como normais, valores inferiores a esses indicam estresse (Maxweel e Johnson, 2000). Os valores obtidos em ambas safras indiciam que a cultura não sofreu estresse durante os períodos avaliados.

4.2.4. Rendimento de grãos

A aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™, no primeiro ano, nos diferentes estádios da soja CE3 causou pequeno efeito na altura média das plantas quando aplicado no estágio reprodutivo R2. Neste estágio, a cultura apresentou o menor porte das plantas. Porém, o herbicida não interferiu na altura da 1ª inserção de vagem, número de ramos médios e nem na produção final de grãos (Tabela 23).

Também não foram observadas diferenças quanto a aplicação do Enlist Duo™ Colex-D™ e redução da área foliar fotossintética ativa das plantas de soja CE3, sendo que os maiores valores de produtividade foram observados em até 8% de redução da área foliar das plantas. Estes resultados evidenciam que o herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ pode ser aplicado nos estádios avaliados sem interferir negativamente na produtividade final da soja CE3.

Houve interação entre os estádios de aplicação e a redução de área foliar para a altura média final das plantas de soja (Tabela 24). As plantas de CE3 apresentaram uma menor altura quando o herbicida foi aplicado no estágio R2 (47,76) e quando houve uma redução de área foliar de 32% (47,61).

Tabela 23. Parâmetros biométricos e produtividade da soja após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹) os estádios V3, V6 e R2. Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	Altura (cm)	1º Inserção da vagem (cm)	Nº de Ramos	Produtividade (Kg/ha)
Épocas (A)				
Estádio V3	55,37a	13,27 a	57,55 a	3885,62 a
Estádio V6	54,17ab	14,53 a	53,70 a	3440,03 a
Estádio R2	51,61b	12,71 a	50,91 a	3262,76 a
DMS	2,8	3,18	9,80	863,67
Redução de área foliar (B)				
Enlist Duo	52,80 a	13,25 a	55,37 a	3941,73 a
RAF 0%	52,80 a	15,46 a	60,49 a	3932,50 a
RAF 2%	53,86 a	13,53 a	55,85 a	3741,54 a
RAF 4%	54,67 a	13,50 a	52,85 a	3873,36 a
RAF 8%	54,90 a	13,16 a	56,41 a	3465,90 a
RAF 16%	53,08 a	12,94 a	49,64 a	2748,67 a
RAF 32%	52,03 a	12,68 a	47,79 a	3002,57 a
DMS	5,61	6,16	19,00	1674,64
F (A)	5,07**	0,99 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,59 ^{ns}
F (B)	0,72 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,53 ^{ns}
F (AxB)	2,24*	0,83 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,59 ^{ns}
CV (%)	8,39	36,65	28,22	38,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; MS: Massa seca; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

Tabela 24. Desdobramento referente à altura da soja após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹) em três épocas e redução de área foliar. Jaboticabal, 2018.

Tratamentos	Épocas			F
	V3	V6	R2	
Enlist Duo	58,45 a	52,45 ab	47,76 b	5,67**
RAF 0%	53,18	59,16	51,75	3,04 ^{ns}
RAF 2%	55,85	53,25	52,50	0,61 ^{ns}
RAF 4%	57,10	52,90	54,01	0,93 ^{ns}
RAF 8%	59,10	52,65	52,95	2,60 ^{ns}
RAF 16%	53,10	51,41	54,73	0,54 ^{ns}
RAF 32%	50,86 ab	57,63 a	47,61 b	5,14**
F	1,86 ^{ns}	1,74 ^{ns}	1,60 ^{ns}	-----

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade, ^{ns} não significativo.

No segundo ano (Tabela 25), houve diferença em diferentes estádios de aplicação somente para número de ramos, mas não afetou negativamente a produtividade. As demais avaliações e em reduções de área foliar não apresentaram diferença estatística entre si. Dessa forma, estes resultados e os demais evidenciam que o herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ pode ser aplicado nos estádios avaliados sem interferir negativamente no quesito de produtividade final da soja CE3.

Tabela 25. Parâmetros biométricos e produtividade da soja após aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ (4 L p.c. ha⁻¹) nos estádios V3, V6 e R2. Jaboticabal, 2019.

Tratamentos	Altura (cm)	1º Inserção da vagem (cm)	Nº de Ramos	Produtividade (kg/ha)
Épocas (A)				
Estádio V3	61,2 a	16,96 a	2,25 b	2263,34 a
Estádio V6	61,33 a	16,92 a	2,8 a	2479,59 a
Estádio R2	59,33 a	16,70 a	2,6 ab	2263,1475 a
DMS	6,01	2,98	0,499	460,84
Redução de área foliar (B)				
Enlist Duo	54,95 a	16,37 a	2,36 a	1933,14 a
RAF 0%	61,22 a	16,37 a	2,40 a	2241,75 a
RAF 2%	66,16 a	14,92 a	2,84 a	2483,97 a
RAF 4%	58,32 a	16,23 a	2,77 a	2455,28 a
RAF 8%	64,32 a	17,16 a	2,46 a	2506,71 a
RAF 16%	60,05 a	18,35 a	2,4 a	2399,11 a
RAF 32%	59,30 a	18,60 a	2,59 a	2327,53 a
DMS	11,65	5,79	0,968	893,58
F (A)	0,40 ^{ns}	0,03 ^{ns}	3,58 *	0,85 ^{ns}
F (B)	1,92 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,93 ^{ns}
F (AxB)	0,86 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,48 ^{ns}
CV (%)	15,43	27,59	30,48	30,72

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Pelo teste F, ** significativo a 1% probabilidade, ^{ns} não significativo; MS: Massa seca; RAF: Redução de área foliar; DMS: diferença mínima significativa; CV (%): coeficiente de variação.

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a aplicação do herbicida Enlist Duo™ Colex-D™ nas culturas do milho Power Core Enlist™, nos estádios V3 e V6, e na cultura da soja Conkesta™ Enlist E3™, nos estádios V3, V6 e R2, apesar de causar sintomas de intoxicação (lesões foliares) não afetou os parâmetros fisiológicos das culturas e, conseqüentemente, não interferiu negativamente no rendimento de grãos do milho e da soja, indicando que são seletivos para a cultura do milho e da soja. A redução foliar de até 32% da área não afetou o rendimento de grãos da soja Conkesta™ Enlist E3™. No milho PowerCore Enlist™ a redução de área foliar de 32% afetou em 34% a produtividade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 30. mai. 2020.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Informe Agropecuário. Embrapa Milho e Soja, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.
- ALVES, H.C.R.; AMARAL, R.F. do. Produção, área colhida e produtividade do milho no Nordeste. Fortaleza: Banco do Nordeste, n. 16, 2011. Disponível em: https://bnb.gov.br/documents/88765/89729/ire_ano5_n16.pdf/bea61fe8-4c6d-4f02-ade4-21dcfd901fdf. Acesso em: 22 mai. 2020.
- ARGENTA, GILBER. Monitoramento do nível de nitrogênio na planta como indicador da adubação nitrogenada em milho, 42 f, Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

- ARTUZI, J. P.; CONTIERO, R. L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 7, p. 1119-1123, 2006.
- ARTUZO, F. D et al. O Potencial Produtivo Brasileiro: Uma Análise Histórica da Produção de Milho. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 12, n. 2, p. 515- 540, 2019.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; DE OLIVEIRA PROCÓPIO, S.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, 2015.
- BALBINOT JUNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. *Ciência Rural*, v. 35, n. 1, p. 245–252, 2004.
- BERGAMASCHI, H; MATZENAUER, R. O Milho e o Clima. Porto Alegre, RS: Ascar, 2014. Brasil. (2016) – Projeções do agronegócio. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. Julho de 2016.
- BLANCO, H.G., OLIVEIRA, D.A.; ARAUJO, G.B.M; et al. Observações sobre o período em que as plantas daninhas competem com a soja (*Glycine Max* (L) Merril). *O Biológico*, São Paulo, nº 38, p.31-35, 1973.
- BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. *O Biológico*, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.
- BLEASDALE, J. K. Studies on plant competition. In: HARPER, J. L. (Ed.). *The biology of weeds*. Oxford: Blackwell Scientific, p. 133-142, 1960.
- BRASIL – Projeções do agronegócio. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília. Julho de 2016
- BULLOCK DG, ANDERSON DS. Evaluation of the minolta SPAD - 502 chlorophyll meter for nitrogen management in corn. *Journal of Plant Nutrition*, Philadelphia, 1998; v.21: n.4: p.741-755.
- CÂMARA, G. M. S. Introdução ao Agronegócio Soja. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal. Piracicaba – SP, nov. 2015.

- CATANEO, A. C. et al. Mefenpyr-diethyl action on fenoxaprop-p-ethyl detoxification in wheat varieties. *Planta Daninha*, v. 31, n. 2, p. 387-393, 2013.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 02 de jan. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento (2018). Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2017/2018 - décimo segundo levantamento. Brasília, DF: CONAB. Conselho de Informações sobre Biotecnologia (CIB) (2018). Em 20 anos de transgênicos, agricultores são os mais beneficiados. Disponível em: <https://cib.org.br/20-anos-de-transgenicos/>. Acessado em 20, ago.2020
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2019. Indicador do Milho Esalq/BM&FBovespa. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/milho.aspx>. Acesso em: 26 mai. 2020
- CHEN, Kuan-i et al. Soyfoods and soybean products: from traditional use to modern applications. *Applied Microbiology And Biotechnology*. Springer Science and Business Media LLC. v. 96, n. 1, p.9-22, 8 ago. 2012
- CIB. Conselho de Informações Sobre Biotecnologia. Produtos Transgênicos Aprovados. 2018. Disponível em: <https://cib.org.br/produtos-aprovados/>. Acesso em: 01 jul. 2020.
- CIUBERKIS, S. et al. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. *Weed Technol.*, v. 21, n. 1, p. 213-218, 2007
- CORREA, MARIA JP, PEDRO LCA. Efeitos da aplicação de herbicidas sobre a eficiência fotoquímica em plantas de soja convencional e geneticamente modificada. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 34: n. 5: p. 1136-1145, Oct. 2010.
- CORTEVA, 2019. Produtos e Serviços, Proteção de Cultivos, EnlistDuo Colex-D. Disponível em: <https://www.corteva.com.br/produtos-e-servicos/protecao-de-cultivos/enlist-duo-collex-d.html> Acesso em: 10/09/2020.

- COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. *Química Nova*, v.23 ,p. 4, 2000.
- DÉLYE C, JASIENIUK M, LE CORRE V. Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends in Genetics*, v. 29: n. 11: p. 649–658, 2013.
- ESPINOSA NC, SILVA JF, SEDIYAMA T, CONDÉ AR. Tolerância da soja (*Glycinemax* (l.) merrill) ao herbicida lactofen. *Revista Ceres*, v.42: n.239: p.10-24, 1995.
- FAVARIN, JOSÉ LAÉRCIO et al., Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v. 37, n. 6, p. 769-773, Jun. 2002. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X200200600005&lng=en&nrm=iso. access on 27 julho 2020.
- FLECK NG. Interferência de papuã (*Brachiaria plantaginea*) com a soja e ganho de produtividade obtido através de seu controle. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, n. 2: p. 63-68, 1996.
- FORD, G. T.; PLEASANT, J. M. T. Competitive abilities of six corn (*Zea mays*) hybrids with four weed control practices. *Weed Technol.*, v. 8, p. 124-128, 1994.
- FRENE RL, SIMPSON DM, BUCHANAN MB, VEGA ET, RAVOTTI ME, VALVERDE PP. Enlist E3™ Soybean Sensitivity and Enlist™ Herbicide-Based Program Control of Sumatran Fleabane (*Conyza sumatrensis*). *Weed Technology*. Cambridge University Press, 32, 416–23, 2018.
- GALLON M, BUZZELLO GL, TREZZI MM, DIESEL F, DA SILVA HL. Ação de herbicidas inibidores da protox sobre o desenvolvimento, acamamento e produtividade da soja. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.15: n. 3: 232-240, 2016.
- HAAN, R. L. et al. Simulation of spring-seeded smother plants for weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Sci.*, v. 42, p. 35-43, 1994
- HEAP I. Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*, v. 70: n. 9: p.1306–1315, 2014.

- IMEA. Custo de Produção do Milho – Safra 2018/19, Março de 2018. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/24042018195433.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.
- HEROUE-GUICHENEY, C., ROUQUIE, D., FREYSSINET, M., CURRIER, T., MARTONE, A., ZHOU, J., ROUAN, D. Safety evaluation of the double mutant 5-enol pyruvylshikimate-3-phosphate synthase (2mEPSPS) from maize that confers tolerance to glyphosate herbicide in transgenic plants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 54, 143-153, 2009.
- HEROUE, C., ESDAILE, D.J., MALLYON, B.A., DEBRUYNE, E., SCHULTZ, A., CURRIER, T., ROUAN, D. Safety evaluation of the phosphinothricin acetyltransferase proteins encoded by the pat and bar sequences that confer tolerance to glufosinate-ammonium herbicide in transgenic plants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 41, 134-149, 2005.
- KALSING, A., LUCIO, F.R., ROSSI, C.V.S., RAMPAZZO, P.E., GONGALVES, F.P., VALERIANO, R. Tolerance of DAS-44466-6 and DAS-44466-6 x DAS-81419-2 soybeans to 2,4-D and glyphosate in the Cerrado region of Brazil. *Planta Daninha*, 2018
- KRAUSE GH, WEIS E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v.42: p.313-349, 1991.
- KRENCHINSKI, F. H. et al. Efeito do glyphosate na altura do milho e soja RR2 cultivado na safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12, 2013, Dourados. Anais... Brasília: Embrapa, 2013.
- KOLOWSKI LA. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. *Planta Daninha*, v. 20: n.3: p.365-372, 2002.
- KOZLOWSKI LA., KOEHLER HS, PITELLI RA. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). *Planta Daninha*, v. 27: n.3: p. 481-490, 2009.

- KNISS, A.R. Genetically engineered herbicide-resistant crops and herbicide-resistant weed evolution in the United States. *Weed Science*, 66, 260-273, 2018.
- LEPPING, M.D., HERMAN, R.A., & POTTS, B.L. Compositional equivalence of DAS-44406-6 (AAD-12+2mEPSPS+PAT) herbicide-tolerant soybean and nontransgenic soybean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 11180-11190, 2013.
- LOCKE, MA.; REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Weed management in conservation crop production systems. *Weed Biol. Manag.*, v. 2, n. 1, p. 123-132, 2002.
- MAGALHÃES PC. Avaliação de Características Ecofisiológicas em Linhagens de Milho Submetidas ao Estresse Hídrico, 5 f, Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2008.
- MAXWELL K, JOHNSON G. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. *Journal Experimental Botany*, Almsford, v.51: p.659-668, 2000.
- MEROTTO JR., A. et al. Aumento da população de plantas e uso de herbicidas no controle de plantas daninhas em milho. *Planta Daninha*, v. 15, n. 2, p. 141-151, 1997
- MILLER MR, NORSWORTHY JK. Evaluation of herbicide programs for use in a 2,4-d-resistant soybean technology for control of glyphosate-resistant Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*). *Weed Technology*, v. 30: n. 2: p. 366–376, 2016.
- MORTON CA, HARVEY RG. Sweet Corn (*Zea mays*) Hybrid Tolerance to Nicosulfuron. *Weed Technology*, 6, p.91–96, 1992.
- MURPHY, D. J. People, plants, and genes: the story of crops and humanity. New York: Oxford University Press, 2007.
- NEGRISOLI E, VELINI ED, TOFOLI GR, CAVENAGHI AL, MARTINS D, MORELLI JL, COSTA AGF. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. *Planta Daninha*, v. 22: p.567-575, 2004.

- NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. *Planta Daninha*, v. 25, n. 1, p. 43-50, 2007.
- OERKE, EC. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, v. 144:n. 1: p. 31–43, 2006.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, Belo Horizonte.: SBHED,15, p. 37, 1984.
- PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. *Inf. Agropec.*, v. 11, n. 129, p. 16-17, 1985.
- RADOSEVICH, S. et al. *Weed ecology: implications for management*. 2.ed. New York : Wiley, 588p, 1997.
- RAIJ, B VAN.et al. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico/Fundação IAC, 1997. B285 p.
- REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; JUNIOR, J. F. S. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 4, p. 386-391, 2013.
- ROBINSON, A. P., Simpson, D. M., & Johnson, W. G. . Response of Aryloxyalkanoate Dioxygenase-12 Transformed Soybean Yield Components to Postemergence 2,4-D. *Weed Science*, 63(01), 242–247, 2015.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. Guia de herbicidas. Londrina: IAPAR, 697 p, 2011.
- ROMAN ES. Estresses ocasionados por fitotoxicidade de herbicidas. In:BONATO, E. R. (Ed.). *Estresses em soja*. Embrapa Trigo, Passo Fundo, p. 103-143, 2000.
- RUEN DC, SCHERDER EF, DITMARSEN SC, PRASIFKA PL, ELLIS JM, SIMPSON DM, HOPKINS BW. Tolerance of corn with glyphosate resistance and the aryloxyalkanoate dioxygenase trait (AAD-1) to 2,4-D

- choline and glyphosate. *Weed Technology*, v. 31: n. 2: p. 217–224, 2017.
- SANTIN, C. O., PERIN, G. F., FORTE, C. T., FIABANE, R. C., ANDRES, A., DA SILVA, A. F., GALON, L. Eficiência e seletividade de herbicidas aplicados em sorgo sacarino. In Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: anais. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 31, 2016.
- SHRESTA, A. et al. An integrated weed management strategy for glufosinate-resistant corn (*Zea mays*). *Weed Technol.*, v. 15, n. 4, p. 517-522, 2001.
- SILVA, A. C. et al. Acúmulo de macro e micronutrientes por soja e *Brachiaria brizantha* emergica em diferentes épocas. *Planta Daninha*, v. 27, n. 1, p. 49-56, 2009.
- SCHADCHINA TM, DMITRIEVA VV. Leaf chlorophyll content as a possible diagnostic mean for the evaluation of plant nitrogen uptake from the soil. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.18: p.1427-1437, 1995.
- SILVA, André Felipe Moreira. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência da soja DAS44406-6 (Enlist E3™). 2018. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. doi:10.11606/T.11.2019.tde-07052019-164308. Acesso em: 2020-10-07.
- SILVA HL, TREZZI MM, MARCHESE JA, BUZZELLO G, MIOTTO JUNIOR E, PATEL F, DEBASTIANI F, FIORESE J. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. *Planta Daninha*, v. 27: n. 4: p. 655-663, 2009.
- SCHNEIDER, T. et al. Biologia molecular aplicada à ciência das plantas daninhas. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.17, n.1, p.12-24, 2018.
- SILVEIRA, D. C. et al. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Ciência e Tecnologia*, 1(1):1-11, 2015.
- STRIEGEL, A., LAWRENCE, N. C., KNEZEVIC, S. Z., KRUMM, J. T., HEIN, G., & JHALA, A. J. Control of glyphosate/glufosinate-resistant volunteer corn

- in corn resistant to aryloxyphenoxypropionates. *Weed Technology*, 1–27, 2020.
- SCHRYVER, M.G., Soltani, N., Hooker, D.C., Robinson, D.E., Tranel, P.J., & Sikkema, P.H.. Control of glyphosate-resistant Common Waterhemp (*Amaranthus rudis*) in three new herbicide-resistant soybean varieties in Ontario. *Weed Technology*, 2017.
- THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR BIOINDUSTRIES - EuropaBio. Culturas GM e políticas na EU. 2017. Disponível em: . Acesso em: 26 de set. de 2020.
- THEISEN, T.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.
- TREZZI, M. M. et al. Efeitos de resíduos da parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores da ALS. *Planta Daninha*, v. 24, n. 3, p. 443-450, 2006.
- USDA. United States Department of Agriculture. Custom Query. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>. Acesso em: 3 jan. 2019.
- WORLD BANK. World Bank Commodity Price Data. Disponível em: pubdocs.worldbank.org/en/561011486076393416/CMO-Historical-Data-Monthly.xlsx. Acesso em: 1º mar. 2019.
- VANGESSEL, M. J. et al. Influence of weed density and distribution on corn (*Zea mays*) yield. *Weed Sci.*, v. 43, n. 2, p. 215-218, 1995
- VELINI, E. D.; OSIPE, R.; GAZZIERO, D. L. P. Procedimentos para instalação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 21 p, 1995.
- VIDAL, R. A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. *Planta Daninha*, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.
- ZABLOTOWICZ RM, REDDY KN. Nitrogenase activity, nitrogen content, and yield responses to glyphosate in glyphosate-resistant soybean. *Crop Protection*, v.26: p.370-376, 2007.

- ZAGONEL J, FERNANDES EC. Controle de plantas daninhas e seletividade do herbicida tembotrione na cultura do milho. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.6: n.2: p.42-49, jul/dez 2007.
- WICHERT, RA, TALBERT, RE. Soybean (*Glycine max* L.) response to lactofen. *Weed Science*, v.41: n.1: p. 23-27, 1993.
- WRIGHT, T.R., SHAN, G.M., WALSH, T.A., LIRA, J.M., CUI, C., SONG, P., ZHANG, Z.Y. Robust crop resistance to broadleaf and grass herbicide provided by aryloxyalkanoate dioxygenase transgenes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 10747, 20240-20245, 2010.