



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA BATATA

LUCIANO FERREIRA DA FONSECA

UBERLÂNDIA-MG
2016

LUCIANO FERREIRA DA FONSECA

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA BATATA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA-MG
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

F676s
2016 Fonseca, Luciano Ferreira da, 1984
 Seletividade de herbicidas na cultura da batata / Luciano Ferreira da
 Fonseca. - 2016.
 51 f.

 Orientador: José Magno Queiroz Luz.
 Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
 Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
 Inclui bibliografia.

 1. Agronomia - Teses. 2. Batata - Doenças e pragas - Controle -
 Teses. 3. Herbicidas - Teses. I. Luz, José Magno Queiroz, 1967-. II.
 Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
 Agronomia. III. Título.

CDU: 631

LUCIANO FERREIRA DA FONSECA

SELETIVIDADE DE HERBICIDAS NA CULTURA DA BATATA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Mestrado, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 01 de Fevereiro de 2016.

Prof. Dr. Cesio Humberto de BritoUFU

Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha.....UFU

Prof^a. Dr^a. Dalcimar Regina Batista Wangen.....IFGoiano/Urutaí

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
ICIAG-UFU
(Orientador)

UBERLÂNDIA-MG
2016

À minha esposa, Ivaniele Nahas Duarte,
ao meu pai, João Pinto da Fonseca,
à minha mãe Gasparina L. Ferreira da Fonseca,
às minhas irmãs, Lidia e Leila,
e a todos aqueles que, de uma forma ou de outra, fazem parte da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter-me dado saúde e força para concluir mais uma etapa tão importante, e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho, em especial:

Ao meu orientador, Dr. José Magno Queiroz Luz, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelos ensinamentos.

Ao professor Prof. Dr. Cesio Humberto de Brito, ao Prof. Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha, e à Prof^a Dr^a Dalcimar Regina Batista Wangen, membros da Banca Examinadora, pela leitura e considerações.

Ao Grupo Rochedo, que cedem toda a infraestrutura disponível para a instalação e condução dos experimentos, em especial ao Engenheiro Agrônomo Israel Nardi, que contribuiu com ideias fundamentais para execução deste trabalho.

À empresa FMC Química do Brasil LTDA, pelo incentivo e apoio integral para realização desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, pelo conhecimento compartilhado.

Ao pessoal da Secretaria da Pós-Graduação, pelo bom atendimento.

Muito obrigado!

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista”
(ALDO NOVAK).

LISTA DE ABREVIATURAS E DE SIGLAS

ABBA	Associação Brasileira da Batata
Ca	Cálcio
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
CENAGSP	Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo
DBC	Delineamento de blocos casualizados
LVD	Latossolo Vermelho distrófico (LVD)
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
Mg	Magnésio
pH	Potencial Hidrogeniônico

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área cultivada, produtividade e produção de batata nas diferentes regiões e estados do Brasil em 2014 (IBGE, 2015).	3
Tabela 2. Principais herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para cultura da batata (Agrofit, 2016).....	11
Tabela 3. Análise textural das amostras de solo coletadas no local do experimento.	20
Tabela 4. Análise química das amostras de solo coletadas no local do experimento	20
Tabela 5. Herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da batata variedade Innovator para avaliação de seletividade, Perdizes-MG, agosto de 2014.	21
Tabela 6. Condições edafoclimáticas, registradas por ocasião da aplicação dos herbicidas. Perdizes-MG, agosto de 2014.	22
Tabela 7. Classificação de tubérculos de batata de acordo com o padrão do CEAGESP (Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo).....	24
Tabela 8. Número de hastes da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, agosto de 2014.	25
Tabela 9. Comprimento (cm) da maior haste da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, agosto de 2014.....	26
Tabela 10. Fitotoxicidade proporcionada pela aplicação de herbicidas pré-emergentes na cultura da batata, Perdizes-MG, agosto de 2014.	27
Tabela 11. Controle de <i>Commelina benghalensis</i> , <i>Euphorbia heterophylla</i> e <i>Raphanus raphanistrum</i> na cultura da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, setembro de 2014.....	29
Tabela 12. Teor de sólidos solúveis na batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, dezembro de 2014.....	30
Tabela 13. Produtividade e classificação comercial da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, dezembro de 2014.	32
Tabela 14. Análise textural das amostras de solo coletadas no local do experimento.	40
Tabela 15. Análise química das amostras de solo coletadas no local do experimento.....	40
Tabela 16. Herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da batata variedade Innovator para avaliação de seletividade, Perdizes-MG, agosto de 2014.	41
Tabela 17. Condições edafoclimáticas, registradas por ocasião da aplicação dos herbicidas. Perdizes-MG, março de 2015.....	42

Tabela 18. Classificação de tubérculos de batata de acordo com o padrão do CEAGESP (Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo).....	43
Tabela 19. Número de hastes de batata por metro linear aos 10 e 30 dias após emergência em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março de 2015, Perdizes-MG.	44
Tabela 20. Comprimento de hastes da batata aos 10 e 30 dias após emergência em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.....	45
Tabela 21. Fitotoxicidade na cultura da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.	45
Tabela 22. Controle de plantas infestantes na cultra da batata aos 10 e 30 dias após emergência da cultura em função da aplicação de herbicidas em pré- emergência em março 2015, Perdizes-MG.....	47
Tabela 23. Teor de sólidos solúveis na batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.	47
Tabela 24. Produtividade e classificação comercial da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março de 2015, Perdizes-MG.....	48

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1. Cultura da Batata.....	3
1.2 Fenologia da batata	3
1.3 Período de interferência e o período crítico de competição	4
1.4 Métodos de controle das plantas infestantes	6
1.4.1 Controle preventivo.....	7
1.4.2 Controle cultural.....	7
1.4.3 Controle mecânico	8
1.4.4 Controle biológico.....	9
1.4.5 Controle químico.....	9
1.5 Principais herbicidas utilizados na cultura da batata.....	10
1.6 Mecanismo de ação dos principais herbicidas utilizados na cultura da batata	12
REFERÊNCIAS.....	14
CAPÍTULO 1	17
TOLERÂNCIA DA BATATA CV. INNOVATOR A DIFERENTES	
HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA	17
Resumo	17
Abstract.....	18
Introdução	19
2. Material e métodos.....	20
2.1 Localização do experimento	20
2.2 Instalação do experimento	20
2.3. Avaliações realizadas no experimento	22
3 Resultados e discussão.....	24
3.1 Avaliação do desenvolvimento da batata após aplicação dos herbicidas	24
3.2 Fitotoxicidade dos herbicidas para cultura da batata	26
3.3 Controle de plantas infestantes.....	28
3.4 Teor de sólidos solúveis na batata.....	30
3.5 Produtividade	31

Conclusões	33
Referências.....	34
CAPÍTULO 2	36
CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES NA CULTURA DA BATATA CV.	
INNOVATOR COM UTILIZAÇÃO DOS HERBICIDAS CLOMAZONE,	
METRIBUZIN E LINURON.....	36
Resumo	36
Abstract.....	37
1. Introdução.....	38
2 Material e métodos.....	40
2.1 Localização do experimento	40
2.2 Instalação do experimento.....	40
2.3 Avaliações realizadas no experimento	42
3. Resultados.....	44
3.1 Avaliações de desenvolvimento da batata após aplicação dos herbicidas	44
3.2 Fitotoxicidade dos herbicidas para cultura da batata	45
3.3 Controle de Plantas Infestantes	46
3.4 Teor de sólidos solúveis na batata.....	47
3.5 Produtividade	48
Conclusões	49
Referências.....	50

RESUMO

FONSECA, LUCIANO FERREIRA. Seletividade de herbicidas na cultura da batata. 2016.51f. Dissertação(Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Uberlândia.¹

Durante a implantação e o desenvolvimento da cultura da batata ocorre competição por plantas infestantes, exigindo aplicações de herbicidas específicos, principalmente pré-emergentes. Existem poucos herbicidas registrados para esta cultura e as cultivares apresentam diferentes níveis de seletividade a esses herbicidas. Por tanto, o estudo da seletividade e o manejo das plantas infestantes são fundamentais para obtenção de elevadas produtividades. O objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade e o controle de plantas infestantes com a utilização de herbicidas pré-emergentes na cultura da batata. Para isto, foram instalados dois experimentos em Perdizes-MG utilizando a cultivar Innovator. O primeiro foi instalado em agosto de 2014 com o objetivo de avaliar a seletividade dos herbicidas pré-emergentes na cultura da batata. Os tratamentos consistiram em testemunha, testemunha capinada, metribuzin (240 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (450 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), diclosulan (25,2 g ha⁻¹), imazetapir (700 g ha⁻¹), prometrina (1000 g ha⁻¹), clomazone (360 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (300 + 7,5 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) e sulfentrazone (125 g ha⁻¹). O segundo experimento foi instalado em março de 2015 utilizando os herbicidas pré-emergentes com objetivo de avaliar o controle de plantas infestantes. Os tratamentos consistiram em testemunha, testemunha capinada, clomazone (360 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), clomazone + metribuzin (360 + 480 g ha⁻¹), clomazone + linuron (360 + 990 g ha⁻¹). Os dois experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Foram realizadas avaliações de desenvolvimento vegetativo, fitotoxicidade e controle de plantas infestantes aos 10 e 30 dias após emergência das hastes (DAE), teor de sólidos solúveis, produtividade e classificação após a colheita. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Com relação à seletividade avaliada no primeiro ensaio, os herbicidas não afetaram desenvolvimento das plantas. Os herbicidas metribuzin, diclosulan e imazetapir apresentaram elevada fitotoxicidade, menor teor de sólidos solúveis e menor produtividade, sendo assim considerados menos seletivos. Ao passo que linuron e clomazone, não proporcionaram fitotoxicidade, não afetaram o teor de sólidos solúveis e não proporcionaram redução de produtividade, sendo dessa forma considerados mais seletivos para esta cultivar. Já no segundo ensaio, no qual objetivou-se avaliar o manejo de plantas infestantes, os herbicidas tanto isolados como em associação apresentaram controle de 100% para as espécies *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*. Para o controle de *Commelina benghalensis*, clomazone isolado ou em associação com metribuzin ou linuron proporcionaram melhor controle. Parcelas tratadas com clomazone apresentaram sintomas de fitotoxicidade aos 10 DAE, porém as plantas se recuperaram aos 30 DAE. Os maiores níveis de produtividade foram observados nos tratamentos com clomazone e metribuzin aplicados isolados. No entanto, metribuzin reduziu o teor de sólidos solúveis, o que afeta o rendimento industrial. Dessa forma, para esta cultivar os herbicidas considerados mais seletivos foram clomazone e linuron, aplicados isolados ou em associação.

Palavras-chaves: plantas infestantes, pré-emergentes, *Solanum tuberosum*.

¹Professor orientador: José Magno Queiroz Luz – UFU

ABSTRACT

FONSECA, LUCIANO FERREIRA. Herbicide selectivity and weed control in potatoes. 2016. 51 f. Dissertation (Masters in Agronomy / Crop Science) - Federal University of Uberlândia.²

Weed competition occurs during potato planting and development, demanding for the application of specific herbicides, especially pre-emergent ones. There are few herbicides registered for this crop and the cultivars present different selectivity levels to them. Thus, the study of selectivity and weed management are fundamental for obtaining high yields. This study evaluated the selectivity and weed control with the use of pre-emergent herbicides on potatoes. Two experiments were done in Perdizes-MG, using the cultivar Innovator. The first one was installed on August 2014 to evaluate pre-emergent herbicide selectivity to potatoes. Treatments consisted of a control, a hoed control, metribuzin (240 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (450 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), diclosulan (25.2 g ha⁻¹), imazetapir (700 g ha⁻¹), prometryn (1000 g ha⁻¹), clomazone (360 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (300 + 7.5 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) and sulfentrazone (125 g ha⁻¹). The second experiment was installed on March 2015 using pre-emergent herbicides to evaluate the control of weeds. Treatments consisted of a control, a hoed control, clomazone (360 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), clomazone + metribuzin (360 + 480 g ha⁻¹), and clomazone + linuron (360 + 990 g ha⁻¹). Both experiments were done as randomized blocks with four replications. Plant vegetative development, phytotoxicity and weed control were evaluated 10 and 30 days after shoot emergence (DAE), while total soluble solids, yield and classification were evaluated after harvest. Averages were compared by the Tukey test at 5% significance. The herbicides evaluated for selectivity, in the first trial, did not affect plant development. The herbicides metribuzin, diclosulan and imazetapir presented high phytotoxicity, low soluble solids contents and lower yield, and were considered as less selective. In contrast, the herbicides linuron and clomazone were not phytotoxic, did not affect soluble solids contents and did not cause crop yield reduction, and were considered more selective to this potato cultivar. The herbicides evaluated for weed control, in the second experiment, alone or in association, provided 100% control for the species *Eleusine indica* and *Digitaria horizontalis*. The best control of *Commelina benghalensis*, was obtained with clomazone alone or in association with metribuzin or linuron. Plots treated with clomazone presented phytotoxicity at 10 DAE; however, plants recovered from it at the 30 DAE evaluation. . The greatest yields were observed in treatments with clomazone and metribuzin applied by themselves. However, metribuzin reduced total solids contents, which affects potato industrial yield. Therefore, for this potato cultivar, the herbicides conserved more selective were clomazone and linuron, applied alone or in association.

Keywords: weed, pre-emergent herbicides, *Solanum tuberosum*.

²Adviser: José Magno Queiroz Luz – UFU

INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum*) é considerada a principal hortalica tanto em área cultivada quanto em preferência alimentar, ocupando o terceiro lugar entre os alimentos mais consumidos no mundo, juntamente com arroz e trigo. Cultivada em mais de 130 países, os principais países produtores são China, Rússia, Índia, Polônia, Estados Unidos e Brasil.

No Brasil, os principais estados produtores são Minas Gerais, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Santa Catarina (IBGE, 2015), que apresentam regiões com características edafoclimáticas, socioeconômicas e logísticas que atendem as necessidades da cultura.

Sua complexa cadeia de produção tem importância econômica e social, demandando elevado investimento e retorno financeiro, além de gerar vários empregos diretos e indiretos, impulsionando desenvolvimento econômico nas regiões produtoras.

Suas características agronômicas (exigências e complexidades) fazem com que a cultura seja um desafio aos profissionais da área de produção de alimentos (FILGUEIRA, 2008), exigindo mão de obra qualificada, conhecimento técnico e maquinários específicos.

Durante a implantação e o desenvolvimento da cultura ocorre o ataque de pragas e doenças e competição por plantas infestantes, exigindo intervenções de manejo com aplicações de defensivos específicos. Nesse contexto, as plantas infestantes são alguns dos principais problemas que interferem na produção da cultura da batata, pois afetam diretamente todas as etapas de produção, desde a implantação até a colheita.

O período de maior emergência de plantas infestantes vai do plantio até o início do crescimento vegetativo. Pois nesta fase o solo exposto e bem preparado, adubações pesadas e as irrigações frequentes favorecem o desenvolvimento das mesmas. Após a amontoa, a cultura tende a desenvolver rapidamente, promovendo o fechamento das entrelinhas e, com isso, suprime o crescimento das plantas infestantes. Dependendo da variedade e época do ano, esse período vai de 35 até 80 dias após o plantio, sendo o período de menor ocorrência de plantas infestantes na lavoura. No final do ciclo da cultura ocorre redução da área foliar da batata, com isso, o solo volta a ficar exposto, o residual dos herbicidas pré-emergentes já não exerce controle e as plantas infestantes se desenvolvem novamente.

Para condução da cultura no limpo, várias medidas devem ser adotadas visando a prevenção e controle das diferentes espécies de plantas infestantes. O levantamento populacional é uma medida que visa identificar as principais espécies que ocorrem na área. O correto preparo de solo é importante para reduzir ao máximo a quantidade de torrões, que dificultam a ação dos herbicidas

pré-emergentes. Favorecer ao máximo o desenvolvimento da cultura, promovendo o controle cultural. Monitoramento frequente da área, visando o controle das plantas infestantes que surgem durante o desenvolvimento da cultura. Utilização dos herbicidas específicos e seletivos à cultura em dessecação, em pré e pós-emergência e dessecação para colheita.

Existem 39 marcas comerciais de herbicidas registrados no MAPA para cultura da batata no Brasil, distribuídos em 17 ingredientes ativos. Dentre esses ingredientes ativos, apenas três são seletivos em pós emergência, como exemplo os graminicidas fenoxaprop, cletodin e fluazifop e apenas seis são seletivos à cultura da batata quando aplicados em pré-emergência. Os demais são dessecantes, ou seja, não seletivos à cultura da batata (AGROFIT, 2016).

Como a maioria dos herbicidas registrados são dessecantes ou controlam apenas gramíneas em pós-emergência, os herbicidas pré-emergentes são extremamente importantes no manejo de plantas infestantes na cultura da batata, pois permitem que a cultura se desenvolva na fase inicial livre de plantas infestantes. O metribuzin é o principal herbicida pré-emergente utilizado na cultura da batata, mesmo apresentando fitotoxicidade em algumas variedades e apresentando baixo controle de algumas plantas infestantes importantes como maria preta (*Solanum americanum*). Por isso, o estudo de herbicidas pré-emergentes é importante para fornecer opções para o manejo de plantas infestantes na cultura da batata.

Partindo das considerações acima relatadas, verifica-se que o uso de herbicidas pré-emergentes é fundamental para o controle de plantas infestantes na cultura da batata. Dessa forma, objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade e o controle de plantas infestantes na cultura da batata, com a utilização de herbicidas pré-emergentes, visando a condução da cultura no limpo sem afetar a produtividade.

REVISÃO DE LITERATURA

1. Cultura da Batata

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente ao gênero *Solanum*, da família *Solanaceae*, o qual contém mais de 2.000 espécies, embora somente cerca de 150 produzam tubérculos. A batata cultivada no Brasil pertence à espécie tetraploide *Solanum tuberosum* susp. *tuberosum*. Uma planta normal de batata é composta de tantas hastes quantos forem os brotos que emergirem da batata-semente, de folhas compostas, flores, raízes, estolões e tubérculos (FILGUEIRA, 2008).

Segundo dados do IBGE (2015), a área cultivada com a cultura da batata em 2014 foi de 131.538 há com uma produção de 3.741.591 t e rendimento médio de 28.445 kg ha⁻¹. Na tabela 01 estão os dados de área cultivada, produtividade e produção de batata por região de produção de batata.

Tabela 1. Área cultivada, produtividade e produção de batata nas diferentes regiões e estados do Brasil em 2014 (IBGE, 2015).

Região	Área (ha)	Produtividade (t ha ⁻¹)	Produção (t)
Sudeste	66.675	29,586	1.972.658
MG	38.151	31,463	1.200.359
SP	28.109	27,195	764.424
ES	415	18,976	7.875
Sul	53.287	24,606	1.311.160
PR	29.704	28,216	838.140
SC	5.348	21,650	115.784
RS	18.235	19,591	357.236
Nordeste	6.770	41,449	280.609
BA	6.646	42,119	279.920
PB	124	5,556	689
Centro-oeste	4.806	36,863	177.164
GO	4.375	36,832	174.400
DF	71	38,930	2.764
Brasil	131.538	28,445	3.741.951

1.2 Fenologia da batata

A batateira é dividida em quatro estádios de desenvolvimento. A fase I tem início no plantio da batata-semente e vai até a emergência; a fase II compreende o intervalo entre a emergência e o início da tuberização; a fase III vai do início da tuberização até o enchimento dos tubérculos; e a

fase IV compreende o período da maturação ou senescência. O ciclo completo, do plantio da batata-semente brotada até a secagem da planta varia de 14 a 16 semanas, dependendo da cultivar, bem como de outros fatores. Fatores bióticos e abióticos podem afetar o ciclo da batata, interferindo na formação e enchimento de tubérculos (FILGUEIRA, 2008).

Nos pontos de venda, o consumidor escolhe tubérculos prioritariamente pelo formato, por características visuais como cor e brilho da pele, e pelo preço de aquisição, não se interessando pelas características de qualidade e composição interna. Contudo, as características bromatológicas dos tubérculos são essenciais para se classificar a batata em relação à sua aptidão de uso, seja para fritura, cozimento ou massa (BREGAGNOLI, 2006). A composição química da batata varia em função de fatores como condições climáticas, práticas culturais, condições do solo, estágio de maturação, efeito do armazenamento, sobretudo da adubação e da cultivar (PEREIRA; COSTA, 1997).

Os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa, os quais são constituídos principalmente por açúcares. As cultivares Atlantic e Markies apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis, quando comparadas às demais, evidenciando que essas duas cultivares possuem um maior acúmulo de açúcares na polpa dos tubérculos (FERNANDES et al., 2009).

1.3 Período de interferência e o período crítico de competição

As plantas daninhas influenciam o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade das culturas (FELIPE et al., 2006). Estudo realizado por Silva et al. (2007) demonstrou que as plantas daninhas competem pelos recursos naturais do meio ambiente como luz, água, espaço e nutrientes, além de exercerem inibição química em outras plantas por meio da liberação de substâncias tóxicas.

Em seu trabalho, Boydston (2010) verificou que os impactos negativos gerados pelas plantas daninhas acarretam perdas na colheita, na qualidade e na produtividade final das batatas, além de aumentar o custo de produção ao requerer medidas de controle.

No cultivo da batata, deve-se dar importância ao controle das plantas daninhas, durante determinado período, até que a cultura cubra suficientemente a superfície do solo e não sofra mais interferência (SILVA et al. 2011).

De acordo com Blanco (2008), uma característica própria da cultura da batata é o plantio de tubérculos, os quais demoram mais para germinar, quando comparados às sementes. Em função disto, há atraso no fechamento e sombreamento das entrelinhas, favorecendo assim, no período inicial da cultura, o primeiro fluxo de germinação das plantas daninhas, que devem ser controladas.

A partir do estágio de enchimento dos tubérculos, devido ao declínio natural da cultura e ataque de insetos-praga e doenças, há desfolha das ramas e conseqüentemente uma maior entrada de luz nas entrelinhas da cultura ocorrendo um fluxo de emergência tardio o que não afeta a cultura, não havendo necessidade de qualquer intervenção de controle.

O conhecimento da capacidade de interferência de plantas daninhas sobre as culturas é importante na tomada de decisão para realização do controle (VIDAL et al., 2004). Entretanto, o balanço competitivo entre as comunidades infestantes e as culturas agrícolas depende de fatores ligados à própria comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), à cultura (espécie ou variedade, espaçamento e densidade de plantio) e à época de extensão do período de convivência, os quais podem ser alterados pelas condições edafoclimáticas e pelos tratos culturais.

Nesse contexto, a densidade de plantas, a época e extensão do período de convivência destacam-se em importância, uma vez que estarão diretamente envolvidas nas tomadas de decisões quanto à utilização de herbicidas (PITELLI, 1985; LOCKE et al., 2002).

O período em que a cultura da batata pode permanecer em convivência com uma comunidade de plantas daninhas sem que haja interferência negativa em sua produção final é denominado PAI (Período Anterior à Interferência), já o período a partir do plantio em que a cultura deve permanecer livre da presença das plantas daninhas para que não ocorram perdas de produção é denominado PTPI (Período Total de Prevenção da Interferência). A partir do estudo desses dois períodos, pode-se determinar também o período em que efetivamente os métodos de controle devem ser realizados para minimizar as perdas de produtividade, que é o PCPI (Período Crítico de Prevenção da Interferência) (COSTA, et al., 2008).

Vários pesquisadores verificaram que a convivência da comunidade de plantas daninhas com a cultura da batata pode reduzir a produção de tubérculos em cerca de 6,4 a 65% (JAISWAL, 1992; BELTRANO ; CALDIZ, 1993; MUHAMMAD, 1993; LIEBMAN et al., 1996; CIUBERKIS et al., 2007).

Vangessel e Renner (1990) ressaltam que a interferência das plantas daninhas na cultura da batata pode influenciar a qualidade dos tubérculos, tornando-os menores e alterando sua densidade, além de causar deformações, diminuindo o seu valor de mercado. O controle das plantas daninhas destaca-se como um essencial componente da produção agrícola (ZOSCHKE ; QUADRANTI, 2002). Assim, o estudo da integração de diferentes estratégias de manejo de plantas daninhas torna-se importante no desenvolvimento de um sistema de produção sustentável e eficiente.

Costa et al. (2008) estudaram o período de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata, utilizando a cultivar Atlantic, considerando a perda de 5% na produtividade como aceitável, determinaram o período anterior à interferência (PAI), que foi de 20

dias; o período total de prevenção à interferência (PTPI), de 21 dias; e o período crítico de prevenção da interferência (PCPI), de apenas de um dia, dos 20 aos 21 dias após o plantio.

Entretanto, de acordo com Jaiswal (1992), para a cultura da batata o PCPI está compreendido entre 25 e 35 DAP; após esse período, a convivência da comunidade de plantas daninhas com a cultura pode promover redução da produção de tubérculos na ordem de 31%.

Portanto, constata-se que o efeito da interação da competição entre a comunidade de plantas daninhas e a cultura da batata pode apresentar-se extremamente variável. Essa interação está correlacionada com as espécies de plantas daninhas presentes na comunidade infestante, com o tipo de cultivar e também com as características do meio. Segundo Aldrich (1987), a relação entre a comunidade de plantas daninhas e as culturas pode variar de ano para ano e de local para local.

1.4 Métodos de controle das plantas infestantes

Os métodos de controle das plantas daninhas na cultura da batata envolvem uma série de opções potencialmente eficazes e abrangem desde o arranque manual das plantas daninhas até o uso de aparelhos de última geração, como micro-ondas para eliminar as sementes no solo (DEUBER, 1997).

Para determinar o método de controle ideal é importante conhecer as principais espécies de plantas daninhas presentes na área de plantio. De acordo com Blanco (2008) dentre as principais plantas infestantes que ocorrem na cultura da batata, estão as monocotiledôneas capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), capim-pé-degalinha (*Eleusine indica*), capim-arroz (*Echinochloa* sp.), capim-braquiaria (*Brachiaria decumbens*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*), e também as dicotiledôneas, como mentrasto (*Ageratum conyzoides*), picão-preto (*Bidens pilosa*), falsa-serralha (*Emilia fosbergii*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), macela (*Gnaphallium spicatum*), mentruz (*Lepidium virginicum*), maria-pretinha (*Solanum americanum*), poáia-branca (*Richardia bransiliensis*), beldroega (*Portulaca oleraceae*); guanxuma (*Sida* sp.), mastruço (*Coronopus didymus*), serralha (*Sonchus oleraceus*) e caruru (*Amaranthus* sp.).

Em sua revisão, Boydston (2010) relatou que os métodos de controle são divididos em categorias e dentre eles estão o controle cultural, o mecânico, o biológico, o químico e o preventivo. Boas estratégias de manejo das plantas daninhas incluem a combinação desses métodos de controle e de seu conhecimento, a fim de promover o equilíbrio com as medidas de manejo do solo, da água, além do controle de pragas e doenças (CONNELL et al., 1999).

1.4.1 Controle preventivo

O controle preventivo nada mais é do que o uso de procedimentos com o intuito de prevenir a entrada e a disseminação de plantas daninhas na área de cultivo, fazendo com que estas espécies indesejáveis não provoquem prejuízos futuros.

Várias medidas podem ser tomadas para evitar a introdução das plantas daninhas, tais como: limpar os equipamentos e os implementos agrícolas antes de iniciar o preparo da área; inspecionar os sapatos e as roupas dos trabalhadores; usar sementes de alta pureza, que sejam idôneas e sem terra aderida, evitando-se a contaminação com sementes das plantas infestantes; erradicar as plantas daninhas nos canais de irrigação, nas margens das estradas e realizar a quarentena de animais introduzidos na propriedade (SILVA et al., 2007).

1.4.2 Controle cultural

O controle cultural consiste no manejo correto da lavoura e do ambiente ao seu redor para obter eficiente redução das plantas infestantes. Inúmeras práticas podem ser usadas, dentre elas, a correta densidade de plantas, a rotação de culturas, a cobertura verde e morta, o bom manejo do solo, da água e da fertilização da cultura (DEUBER, 2003).

Das práticas utilizadas no controle cultural, a rotação de cultura é uma prática que ajuda a prevenir, principalmente, os patógenos de solo e as pragas agrícolas (LIEBMAN et al., 1996), bem como a prevenir que certas espécies de plantas daninhas se tornem dominantes na área de cultivo, devido à alternância da época de plantio na mesma área agrícola (BOYDSTON, 2010). Dessa forma, um bom planejamento do plantio, sendo realizado com culturas de verão, inverno ou plantas de cobertura, em sistema de rotação de cultura, reduz significativamente as plantas daninhas (CHRISTOFFOLETI et al., 2003). Além disso, a redução do ciclo da cultura faz com que algumas plantas daninhas não produzam sementes devido ao ciclo curto da batata.

De acordo com Filgueira (2008), a batateira pode utilizar espaçamentos de 0,80 m entre sulcos e 0,35 m entre plantas, o que influencia o tamanho do tubérculo. Plantios com espaçamentos menores e variedades de crescimento mais rápido ocasionam sombreamento precoce nas entrelinhas de cultivo, dificultando a germinação e o desenvolvimento das plantas daninhas.

Além de contribuir com o controle das plantas daninhas devido à redução do espaçamento, a cultura da batata contribui também com a redução das aplicações de herbicidas (CONNELL et al., 1999).

Os cultivares de batata apresentam diferenças no crescimento e no desenvolvimento da parte aérea, o que são características úteis para ajudar a tolerar ou a eliminar as plantas daninhas presentes na área de cultivo (CONNELL et al., 1999; COLQUHOUN et al., 2009), sendo que, com quatro semanas após atingir a máxima altura, impedem o desenvolvimento das plantas daninhas (CONNELL et al., 1999).

1.4.3 Controle mecânico

O método de controle mecânico das plantas daninhas é muito utilizado em sistemas orgânicos, mas também pode ser empregado em sistemas convencionais. Esse método tem como exemplo a roçada, a capina manual utilizando enxada, o arranquio usando implementos a tração animal e mecanizado.

O manejo mecânico manual é desconfortável, tem baixo rendimento, os custos são relativamente elevados e pode provocar danos ao sistema radicular da cultura, podendo haver possibilidade de pegamento das plantas arrancadas, quando as raízes ficam em contato com a terra, mas possui a vantagem da ocupação da mão-de-obra regional, sendo um trabalho de fácil realização (DEUBER, 2003).

Na cultura da batata é realizada a operação da amontoa, caracterizando um controle mecânico das plantas daninhas. Geralmente, este é realizado de 20 a 30 dias após o plantio, quando as plantas apresentam de 20 a 30 cm de altura. No planejamento do programa de manejo integrado das plantas daninhas deve-se levar em conta esta prática, que, por si só, se constitui em uma capina, devendo ser harmonizada e complementada com os outros métodos de controle (BLANCO, 2008).

Durante a realização da amontoa o implemento trabalha removendo terra da entrelinha da cultura e colocando na linha de desenvolvimento da cultura, exercendo também o controle das plantas infestantes nas entrelinhas da cultura. Com isso, a operação de amontoa também contribui para o manejo de plantas infestantes.

1.4.4 Controle biológico

É o método de controle que utiliza os microorganismos com o objetivo de eliminar as plantas daninhas. Segundo os relatos de Boydston (2010), o controle biológico não tem sido amplamente utilizado para o controle das plantas daninhas, devido à falta de produtos eficazes e à dificuldade de manuseio por parte dos produtores. Além disso, estes microorganismos são sensíveis à humidade, à temperatura e a outros organismos presentes no ambiente.

A grande desvantagem do controle biológico é que as populações de plantas que infestam a cultura da batata são constituídas de inúmeras espécies, bastante diferentes umas das outras. Dessa forma, tem-se a dificuldade de encontrar agentes com a capacidade de controlar todas as espécies de plantas infestantes e que não seja um risco para a lavoura de batata e para o meio ambiente.

1.4.5 Controle químico

O uso de herbicidas pode prevenir a interferência das plantas daninhas, principalmente no início do ciclo da cultura, período no qual estas normalmente causam as maiores perdas de produtividade. Èepl e Kasal (2010) relataram que as plantas daninhas são agentes prejudiciais para o cultivo de batata, podendo ocasionar redução de até 60% na produtividade. Por outro lado, Kunz et al. (1997) relataram que a produtividade das lavouras de batata aumentou 39% devido ao uso de herbicidas.

Os herbicidas podem ser aplicados em pré ou pós-emergência, em substituição ao controle mecânico. Apesar de exercer um controle rápido e eficiente, atualmente existe grande preocupação com seu uso, em razão dos aspectos ambientais e econômicos (KLINGMAN et al., 1992).

O método químico é hoje muito utilizado na cultura da batata, principalmente quando se tem grandes áreas de cultivo comercial. Atualmente, este método é combinado com os métodos preventivo e cultural. Em muitas outras culturas é o método mais eficiente e econômico (DEUBER, 2003).

A classificação quanto à época de aplicação reflete a eficiência de absorção por diferentes estruturas das plantas. Os herbicidas aplicados ao solo após a semeadura ou plantio, mas antes da emergência da cultura e das plantas daninhas (herbicidas pré-emergentes) são normalmente absorvidos pelas raízes ou pelas estruturas subterrâneas, antes, durante ou imediatamente após a emergência das mesmas (DEUBER, 2003). Para que estes herbicidas atuem é necessário umidade no solo. Mas, para os herbicidas aplicados à parte aérea das plantas (herbicidas pós-emergentes), a

absorção se dá preferencialmente pelas folhas, entretanto, é necessário que a cultura tenha tolerância à exposição direta ao produto.

Os herbicidas devem ser escolhidos por meio de análise criteriosa considerando-se a eficiência, a segurança, os aspectos econômicos, o programa de rotação de culturas e outras recomendações técnicas para o cultivo. Tanto a escolha quanto o uso dos herbicidas deve fazer parte de um programa de manejo integrado, além de haver a supervisão por um engenheiro agrônomo responsável pelo programa.

O método de controle químico possui várias vantagens em relação aos outros métodos como: reduzida dependência de mão-de-obra; controle eficiente em período com elevada umidade relativa do ar, eficácia no controle das plantas daninhas na linha de plantio, permite-se o cultivo mínimo e controle das plantas infestantes que se propagam vegetativamente (CHRISTOFFOLETI et al., 2003).

Em relação às desvantagens tem-se: possibilidade de ficar resíduos no solo, enquanto que na água exige-se muita atenção e precisão do aplicador, com riscos de intoxicação humana e animal, podendo ocorrer deriva e contaminação das lavouras vizinhas, e as embalagens vazias devem ser adequadamente descartadas.

1.5 Principais herbicidas utilizados na cultura da batata

Os principais herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para cultura da batata (AGROFIT, 2016) estão descritos na tabela 02.

Na escolha do herbicida alguns aspectos precisam ser considerados. Primeiramente, o herbicida deve conter registro junto ao MAPA para o uso na cultura da batata; é necessário saber o estágio de desenvolvimento das plantas daninhas antes de aplicá-lo; também é necessário verificar o seu modo de ação, se é herbicida de contato ou sistêmico; deve-se dar preferência ao herbicida que apresente menor toxicidade para o homem e para o meio ambiente, bem como ao que apresente menor efeito residual; os equipamentos disponíveis para a aplicação devem estar em perfeito estado de conservação e o herbicida escolhido preferencialmente deve ter baixo custo (CHRISTOFFOLETI et al., 2003).

Tabela 2. Principais herbicidas registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para cultura da batata (Agrofit, 2016).

Ingrediente ativo	Produto comercial*	Dose (kg.ha ⁻¹ / L.ha ⁻¹)	Época de aplicação	Controle
amônio-glufosinato	Finale	2,0	Pós	Dessecante
carfentrazone	Aurora 400 CE	0,1 a 0,125	Pós	Dessecante
cletodin	Select 240 CE	0,35 a 0,45	Pós	Gramíneas
cletodin + fenoxaprop	Podium S	1,0	Pós	Gramíneas
clomazone	Gamit 360 CS	1,0	Pré	Gramíneas/Dicotiledôneas
diquat	Reglone	1,5 a 2,5	Pós	Dessecante
fenoxaprop	Podium EW	0,75	Pós	Gramíneas
	Rapsode	1,0	Pós	Gramíneas
fluazifop	Fusilade 250 EW	0,5 a 0,75	Pós	Gramíneas
flumioxazina	Flumyzin 500	0,07	Pré	Dicotiledôneas
isoxaflutol	Provence 750 WG	0,1	Pré	Gramíneas/Dicotiledôneas
linuron	Afalon SC	2,2 a 4,4	Pré	Dicotiledôneas/COMBE
metribuzin	Sencor 480	0,75 a 1,5	Pré	Dicotiledôneas
paraquat	Gramoxone	1,5 a 2,5	Pós	Dessecante
pendimetalina	Herbadox 500 CE	2,0 a 3,0	Pré	Gramíneas
saflufenacil	Heat	0,1	Pós	Dessecante

*Ler a instrução de uso na bula do produto comercial; Pré = pré emergência das plantas infestantes; Pós = pós emergência das plantas infestantes; COMBE = *Commelina benghalensis*.

O metribuzin é um dos principais herbicidas utilizados na cultura da batata, para controle de plantas infestantes mono e dicotiledôneas, pertence ao grupo químico das triazinonas, atua na

inibição do fotossistema II, podendo ser absorvido pelas raízes e folhas. O principal sintoma nas plantas infestantes suscetíveis após a emergência do solo é clorose e necrose (Rodrigues; ALMEIDA, 2005).

Munzert e Kees (1990) concluíram que de um total de 72 cultivares de batata, 45 foram tolerantes ao metribuzin, 23 foram moderadamente sensíveis e quatro foram altamente sensíveis. No caso de bentazon, 56 foram totalmente tolerantes, 15 moderadamente sensíveis e uma altamente sensível.

Rapparini et al. (1991) também demonstraram que pendimethalin e metribuzin, apesar de causarem injúrias foliares em batatas, não afetaram negativamente a produção nas cultivares testadas. Da mesma forma, Bremer (1966), Cohick (1973) e Lutman (1992) não verificaram prejuízos na produção, quando compararam os métodos químicos e mecânicos no controle de plantas daninhas na cultura da batata. Os trabalhos de Selleck (1978) e Munzert e Kees (1990), nos quais demonstraram que as injúrias causadas em uma espécie por um determinado herbicida podem variar com a cultivar.

1.6 Mecanismo de ação dos principais herbicidas utilizados na cultura da batata

Os principais herbicidas pré-emergentes utilizados na cultura da batata são metribuzin, prometrina e linuron. Esses herbicidas pertencem ao grupo herbicidas cujo mecanismo de ação é a Inibição do Fotossistema II. O modo de ação desses herbicidas se dá interrupção do fluxo de elétrons no fotossistema II, pela ligação do herbicida ao sítio de ligação da Q_B na proteína D1 do fotossistema II, localizado na membrana dos tilacoides dos cloroplastos, bloqueando o fluxo de elétrons da Q_A para Q_B , interrompendo a fixação do CO_2 e a produção do $NADPH_2$ e ATP, que são essenciais para o crescimento das plantas. No entanto, a morte das plantas se dá por outros fatores. A interrupção do fluxo de elétrons no fotossistema II, gera um estado energético tão elevado da clorofila (clorofila triplet) que sobrecarrega o efeito atenuante de energia promovido pelos pigmentos carotenoides. O excesso de clorofila triplet pode causar peroxidação dos lipídeos. Essas reações promovem a destruição das membranas e a perda da clorofila (BARTELS, 1985).

Outro grupo de herbicidas pré-emergentes importantes é o grupo dos Inibidores de crescimento inicial, em especial o subgrupo dos Inibidores da formação dos microtúbulos (dinitroanilinas), tendo como principal representante o herbicida pendimetalina. O modo de ação ocorre pela ligação do herbicida à tubulina, proteína mais importante na formação dos

microtubulos, impedindo a formação dos microtúbulos. Com isso, não ocorre a formação de parede celular, causando a paralização do crescimento da planta (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

O grupo dos Inibidores da Biossíntese de Carotenóides também é importante para a cultura da batata. Os dois principais herbicidas deste grupo são o clomazone e isoxaflutole. O clomazone foi o primeiro herbicida importante deste grupo, foi descoberto pela FMC em 1984. O isoxaflutole é considerado um pré-herbicida, cuja ação depende da conversão em diquetonitrila. O modo de ação destes herbicidas se dá pela inibição da síntese dos pigmentos carotenoides, que são importantes na proteção da clorofila, sem esses pigmentos a clorofila sofre fotooxidação. O sintoma característico nas plantas é o branqueamento das folhas denominado albinismo (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

O grupo dos Inibidores da PROTOX (Protoporfirinogênio oxidase) é importante na cultura da batata, principalmente para dessecação das ramas para a colheita, tendo como representantes os herbicidas carfentrazone, flumioxazina e saflufenacil. A ligação dos herbicidas à enzima PROTOX, impede a oxidação do protoporfirinogênio à protoporfirina IX, precursores da clorofila. Com isso, o protoporfirinogênio acumula-se no cloroplasto, saindo para fora do centro de reação, que reage com oxigênio, formando oxigênio singlet, responsável pela peroxidação de lipídeos observada nas membranas celulares. Essas reações resultam na dessecação das plantas. Dentro deste grupo, o herbicida sulfentrazone é muito utilizado em pré-emergência das culturas da cana de açúcar e soja, porém, pouco se sabe sobre a ação deste herbicida sobre a cultura da batata (OLIVEIRA JUNIOR, 2011).

Estudos com os herbicidas inibidores da enzima ALS (acetolactato sintase) são constantes, tendo em vista que tais moléculas permanecem no solo por um longo período, podendo afetar o desenvolvimento de espécies sensíveis. Os produtos desse grupo têm meia-vida de 30 a 120 dias no solo (TREZZI; VIDAL, 2001). A inibição da enzima ALS impede a síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina (MAZUR; FALCO, 1989), a redução dos níveis destes na célula pode promover a paralização do crescimento da planta (FLECK; VIDAL, 1993). Os herbicidas imazetapir e diclosulan, que são inibidores da ALS, são recomendados para cultura da soja e pouco se sabe sobre os efeitos destes herbicidas sobre a cultura da batata.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. Sistema de de agrotóxicos fitossanitários. **Consulta de produtos formulados**. Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 15 janeiro 2016.
- ALDRICH, R. J. Predicting crop yield reductions from weeds. **Weed Technology**, Champaign. v. 1, n. 3, p. 199-206, 1987.
- BARTELS, P. G. Effects of herbicides on chloroplast and cellular development. In: Dukes, S. O. *Weed Physiology*. Boca Raton, EUA. CRC Press, v. 11, p. 64-91, 1985.
- BELTRANO, J.; CALDIZ, D. O. Effects of johnsongrass (*Sorghum halepense* L. Per.) densities on potato (*Solanum tuberosum* L.) yield. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 21-24, 1993.
- BLANCO, F. M. G. Manejo das plantas daninhas na cultura de batata. **Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 1, p. 19-24, jan./jun., 2008.
- BOYDSTON, R. A. Managing weeds in potato rotations without herbicides. **American Journal Potato Research**, Orono, v. 87, p. 420-427, 2010.
- BREGAGNOLI M. **Qualidade e produtividade de cultivares de batata para indústria sob diferentes adubações**. 2006. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo (USP-ESALQ), Piracicaba, 2006.
- BREMER, P. M. The effect of cultivation on yield of the potato crop. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE WEED, 8., 1966, Brighton- Potato crop. **Proceedings...** Brighton, U.K: BCPC, 1966. p. 12-17.
- CHRISTOFFOLETI, P. J.; NICOLAI, M.; BARELA, J. F. Manejo de plantas daninhas e dessecação na cultura de batata. **Revista Batata Show**, Itapetitinga, Ano 3, nº 7, p. 5-10, 2003.
- CIUBERKIS, S. et al. Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. **Weed Technology**, Champaign, v. 21, n. 1, p. 213-218, 2007.
- COHICK, A. D. Sencor herbicide for the control of weeds in potatoes. **Pflanzenschutz-nachr**, Leverkusen, v. 26, n. 1, p. 23-24, 1973.
- COLQUHOUN, J. B.; KONIECZKA, C. M.; RITTMAYER, R. A. Ability of potato cultivars to tolerate and suppress weeds. **Weed Technology**, Champaign, v. 23, p. 287-291, 2009.
- CONNELL, T. R.; BINNING, L. K.; SCHMITT, W. G. A canopy development model for potatoes. **American Journal of Potato Research**, Orono, v. 76, p. 153-159, 1999.
- COSTA, N. V. , CARDOSO, L. A., RODRIGUES, A. C. P. e MARTINS, D. Períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2008.

- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 452p.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas infestantes: manejo**. Campinas, 1997. 283p. v. 2.
- FELIPE, J.M.; MARTINS, D.; COSTA, N.V. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre cultivares de batata. **Bragantia**, Campinas v.65, n.4, p.615-621, 2006.
- FERNANDES AM; SORATTO RP; EVANGELISTA RM; NARDIN I. Características físico-químicas de tubérculos de cultivares de batata produzidos na safra de “inverno”. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, p.1398-1404, 2009.
- FILGUEIRA, F. A. R; **Novo manual de Olericultura**, 3. ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2008, 421p.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatística/indicadores/agropecuária/lspa/>> Acesso em: 15 janeiro 2016.
- JAISWAL, V. P. Crop weed competition studies in potato. **Journal of Indian Potato Association**., Jipa v. 18, n. 3, p. 131-134, 1992.
- KUNZ.R.P.; ZAGONEL, J.; REGHIN, M.Y. et al. Avaliação da eficiência e seletividade demetribuzin + metolachlor e metribuzin + afametolachlorono controle de plantas daninhas em cultivares de batata (*Solanumtuberosum*L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 37., 1997, Manaus. **Resumos...** Manaus, SBO, 1997. p.132.
- LIEBMAN, M. et al. Tillage and rotation crop effects on weed dynamics in potato production systems. **Agronomy Journal**., Madison. v. 88, n. 1, p. 18-26, 1996.
- LOCKE, M. A.; REDDY, K. N.; ZABLOTOWICZ, R. M. Weed management in conservation crop production systems. **Weed Biology and Management**., Tokyo, v. 2, n. 1, p. 123-132, 2002.
- LORENZI, H. **Manual de indentificação e de controle de plantas daninhas plantio direto e convencional**., 7. ed., Nova Odesa-SP: Instituto Plantarum, 340p., 2012.
- LUTMAN, P. J. W. Weeds in potatoes. In: HARRIS, P. M. The potatoes crop: the scientific basis for improvement. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1992. p. 373-379.
- MUHAMMAD, B. Impact of weed competition on potato production. **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Council, v. 14, n. 1, p. 64-71, 1993.
- MUNZERT, M.; KEES, H. Further results for herbicide tolerance of potato cultivars. **Kartoffelbau**, Ribbesbüttel, v.41, n.4, p. 126-9, 1990.
- OLIVEIRA, JUNIOR. R.S. Mecanismo de Ação dos Herbicidas. In: OLIVEIRA, Jr. R.S.; CONSTANTIN, J.; INOE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Ominipax, 2011, p.141-184.
- PEREIRA AS; COSTA DM. Qualidade e estabilidade de “chips” de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p. 62-65, 1997.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **InformeAgropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-17, 1985.

RAPPARINI, G.; BARTOLINE, D.; FABBRI, M. Selectivity and degradation time of potato herbicides. **InformativoAgropecuário**, Belo Horizonte, v.47, n.29, p.49-57, 1991

SELLECK, G. W. Environmental factors and herbicidal performance in potatoes on Long Island. In: MEETING WEED SCIENCE SOCIETY OF AMÉRICA, 1978, Norfolk. **Abstracts...** Norfolk: WSSA, p. 28-29., 1978.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. p. 17-62.

SILVA, M. C. de C.; BRAUN, H.; COELHO, F. S.. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da batata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa. 1, n. 1, 2011.

VANGESSEL. M. J.; RENNER. K. A. Effect of soil type, hilling time and weed interference on potato (*Solanum tuberosum*) development and yield. **Weed Technology**.,Champaign, v. 4 n. 2, p. 299-305, 1990.

VIDAL, R. A. et al. Nível de dano econômico de Brachiariaplantagineana cultura de milho irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.

ZOSCHKE, A.; QUADRANTI, M. Integrated weed management: Quo vadis? **Weed Biology Management**,Tokyo, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2002.

CAPÍTULO 1

TOLERÂNCIA DA BATATA CV. INNOVATOR A DIFERENTES HERBICIDAS APLICADOS EM PRÉ-EMERGÊNCIA

Resumo

A seletividade de herbicidas é a base para o sucesso do controle químico de plantas infestantes na produção agrícola. Existem poucos herbicidas pré-emergentes registrados para a cultura da batata e as variedades apresentam resposta diferente em relação à tolerância aos herbicidas. Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar a seletividade de herbicidas pré-emergentes na cultura da batata Cv. Inovator. Os tratamentos consistiram em testemunha, testemunha capinada, metribuzin (240 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (450 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), diclosulan (25,2 g ha⁻¹), imazetapir (700 g ha⁻¹), prometrina (1000 g ha⁻¹), clomazone (360 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (300 + 7,5 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) e sulfentrazone (125 g ha⁻¹). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, instalado em março de 2015 em área de pivô central na região de Perdizes-MG. Foram realizadas avaliações de desenvolvimento vegetativo (Número de hastes por metro e comprimento da maior haste), fitotoxicidade (%) e controle (%) de plantas infestantes aos 10 e 30 dias após emergência das hastes (DAE), que correspondem ao período antes e após da operação de amontoa, respectivamente. As plantas infestantes avaliadas foram *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) e *Raphanus raphanistrum* (nabo). Após a colheita foram avaliados o teor de sólidos solúveis, produtividade e classificação. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variâncias e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. A ocorrência de plantas infestantes proporcionou redução de produtividade. Os herbicidas avaliados não afetaram desenvolvimento das plantas quanto as características número de hastes por metro e comprimento da maior haste. No controle de plantas infestantes, os herbicidas clomazone (360 g ha⁻¹) e clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) apresentaram bom controle de *C. benghalensis*, *E. heterophylla* e *R. raphanistrum*, se destacando frente aos demais, que apresentaram baixo controle das espécies *E. heterophylla* e *R. raphanistrum*. Os sintomas de fitotoxicidade mais elevados foram observados nas parcelas tratadas com metribuzin, diclosulan e imazetapir, que também apresentaram menor teor de sólidos solúveis, produtividade total e produtividade de tubérculos classe “especial”, sendo assim considerados menos seletivos. Ao passo que linuron e clomazone, não proporcionaram fitotoxicidade, não afetaram o teor de sólidos solúveis e não proporcionaram redução de produtividade total e de tubérculos classe “especial”, sendo dessa forma considerados mais seletivos para esta cultivar.

Palavras-chave: herbicidas, seletividade, batata.

Abstract

TOLERANCE OF POTATO CV. INNOVATOR TO DIFFERENT HERBICIDES APPLIED AS PRE-EMERGENTS

Herbicide selectivity is the basis for weed chemical control in agricultural production. There are few pre-emergent herbicides registered for potatoes and the varieties present different responses in terms of herbicide tolerance. Thus, this study evaluated the selectivity of pre-emergent herbicides in potato cv. Inovator. Treatments consisted of a control, a hoed control, metribuzin (240 g ha⁻¹), metribuzin (480 g ha⁻¹), linuron (450 g ha⁻¹), linuron (990 g ha⁻¹), diclosulan (25.2 g ha⁻¹), imazetapir (700 g ha⁻¹), prometrina (1000 g ha⁻¹), clomazone (360 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (300 + 7.5 g ha⁻¹), clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) and sulfentrazone (125 g ha⁻¹). The experimental design was randomized blocks, with four replications, installed on March 2015, in a central pivot area in Perdizes-MG. Evaluations of vegetative development (number of shoots per meter and length of the longest shoot), phytotoxicity and weed control were done at 10 and 30 days after shoot emergence (DAE), corresponding to the periods before and after hilling, respectively. Weeds evaluated were *Commelina benghalensis* (Benghal dayflower), *Euphorbia heterophylla* (milk weed) and *Raphanus raphanistrum* (wild radish). Soluble solids contents, potato yield and classification were evaluated after harvest. The results were submitted to analysis of variance and the averages compared by the Tukey test at 5% significance. The presence of weeds reduced yield. The herbicides evaluated did not affect potato development, for the characteristics number of shoots per meter and the length of the longest shoot. The herbicides clomazone (360 g ha⁻¹) and clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) presented good control of *C. benghalensis*, *E. heterophylla* and *R. raphanistrum* and were better than the others, which had poor control of *E. heterophylla* and *R. raphanistrum*. The most persisting symptoms of phytotoxicity were observed in plots treated with metribuzin, diclosulan and imazetapir, which also presented the lower soluble solids contents, total yield and yield of “special” class tubers, thus, being considered as less selective. In contrast, linuron and clomazone did not cause phytotoxicity, did not affect soluble solids contents and did not reduce total and “special” class tuber yield, and were considered as more selective for this cultivar

Keywords: herbicides, selectivity, potato.

Introdução

A seletividade de herbicidas é fundamental para o sucesso do controle químico de plantas infestantes na produção agrícola, sendo considerada como uma medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida. Um herbicida seletivo é aquele que é muito mais tóxico para algumas plantas do que para outras dentro dos limites de uma faixa específica de doses; método de aplicação e condições ambientais que precedem e sucedem a aplicação (OLIVEIRA JUNIOR, 2001).

Na cultura da batata, os métodos de manejo de plantas infestantes são o manual, que pode ser utilizado para retirada de plantas em reboleiras, touceiras e escapes; o mecânico, com auxílio de cultivadores e o químico, por meio da aplicação de herbicida. Contudo, o químico é o que prevalece nas propriedades com produção comercial. O processo de amontoa consiste em um modo de controle mecânico de plantas daninhas e utilizado na maioria das áreas de produção da cultura (FELIPE et al, 2006).

As variedades de batata apresentam resposta diferente em relação à tolerância aos herbicidas. Uma das variedades mais importantes para mercado de consumo *in natura* é a Agata, que apresenta boa tolerância ao herbicida metribuzin, que é um dos principais herbicidas utilizados na cultura da batata. No entanto, algumas variedades introduzidas para utilização na indústria, como a cultivar Innovator, apresentam baixa tolerância ao metribuzin que é o herbicida pré-emergente mais utilizado na cultura da batata.

A Innovator é uma variedade já muito conhecida e utilizada nas indústrias de batata pré-frita ao redor do mundo, tanto por sua aptidão para o processamento quanto por seu excelente sabor. Seus tubérculos são grandes, de ovais para ovais alongados, com forma regular. Sua pele é do tipo “Russet”, ou seja, tendendo para o marrom e bastante “cascuda”. A cor da polpa é de creme para amarela clara. A maturação é bem precoce, com uma tuberização também precoce. Innovator é muito resistente à Requeima na folhagem, porém um pouco suscetível à Requeima no tubérculo. Essa variedade é bem suscetível a viroses. Sensibilidade média à sarna comum (ABBA, 2016).

Neste contexto, foi realizado um ensaio para determinar os efeitos da aplicação de herbicidas pré-emergentes no desenvolvimento vegetativo, na produtividade e classificação comercial da batata Cv. Innovator, com o objetivo de identificar os herbicidas mais seletivos para esta cultivar, além de identificar herbicidas alternativos com potencial para utilização na cultura da batata.

2. Material e métodos

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de batata, situada no município de Perdizes-MG, coordenadas geográficas de Latitude 19°19'43''S e Longitude 47°23'44'' W, situada a 1054 m de altitude. A cultivar utilizada nesse estudo foi a Innovator, cujo ciclo é de 120 dias, destinada para processamento industrial. O plantio foi realizado no dia 13 de agosto 2014, em sistema de pivô central, de forma mecanizada, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre linhas e profundidade de 0,12 m.

O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) e de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). As características físicas e químicas do solo da área experimental estão descritas nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Análise textural das amostras de solo coletadas no local do experimento.

Solo	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila	Textura
Camada	--- g kg ⁻¹ ---			--- % ---			
0-20cm	275	200	525	27,5	20,0	52,5	Argilosa

Análise física (método da pipeta) conforme Embrapa (1999).

Tabela 4. Análise química das amostras de solo coletadas no local do experimento .

Solo	pH	P	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	V
		r esina									
Camada	CaCl ₂	-mg dm ⁻³ --				cmol _c dm ⁻³					%
0-20cm	5,6	164	8,0	0,18	3,5	0,7	0,0	2,50	4,41	6,91	64

pH CaCl₂ ; Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹; P; K - Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); SB -Soma de bases; H+Al- acidez potencial conforme Embrapa (1999).

2.2 Instalação do experimento

O solo foi preparado segundo o sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. Em seguida, procedeu-se à abertura dos sulcos de plantio a uma profundidade de 30 cm, utilizando-se um sulcador tratorizado. De acordo com a análise de solo, não foi necessário o uso de calcário, sendo realizado somente a adubação de plantio com 50-300-80 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O respectivamente.

Os demais tratos culturais pertinentes à cultura, como adubação de cobertura, amontoa e tratamentos fitossanitários, foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e cronograma da fazenda, com exceção do manejo de plantas infestantes, que foi realizado de acordo com o cronograma do ensaio.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados. Foram testados 13 tratamentos (TABELA 05) em quatro repetições totalizando 52 parcelas. Os herbicidas Spider, Vezir, Profit e Boral 500 SC não são registrados para a cultura da batata, porém são utilizados na cultura da soja, que em muitas situações antecede a cultura da batata em áreas irrigadas, e pouco se sabe sobre o efeito destes herbicidas na cultura da batata.

Tabela 5. Herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da batata variedade Innovator para avaliação de seletividade, Perdizes-MG, agosto de 2014.

Tratamento	Ingrediente ativo (i.a.)	Dose p.c. (L ou kg ha ⁻¹)	Dose i.a. (g ha ⁻¹)
1 Testemunha	-	-	-
2 Testemunha capinada	-	-	-
3 Sencor 480	metribuzin	0,5	240
4 Sencor 480	metribuzin	1,0	480
5 Afalon SC	linuron	1,0	450
6 Afalon SC	linuron	2,0	900
7 Spider	diclosulan	0,03	25,2
8 Vezir	imazethapyr	1,0	700
9 Gesagard	prometrina	2,0	1000
10 Gamit 360 CS	clomazone	1,0	360
11 Profit	clomazone + carfentrazone	0,5	300 + 7,5
12 Profit	clomazone + carfentrazone	1,0	600 + 15
13 Boral 500 SC	sulfentrazone	0,25	125

p.c.= Produto Comercial; i.a= Ingrediente ativo.

Cada parcela experimental foi de 30 m² (3 x 10 m) e os tratamentos foram aplicados em pré-emergência da cultura e das plantas infestantes. A testemunha representa sem controle de plantas infestantes. A capina representa a parcela no limpo devido a retirada das plantas infestantes de forma manual com auxílio da enxada.

A aplicação dos herbicidas foi realizada um dia após o plantio, em pré-emergência da cultura, e das plantas infestantes, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, na pressão de 2,5 bar, acoplado a uma barra de 6 bicos contendo pontas de jato plano tipo XR110.02, espaçados de 0,5 m (barra de 3 m), o que proporcionou um consumo de calda de 200 L ha⁻¹. O horário de aplicação e a condição de algumas características edafoclimáticas durante esse período estão descritos na tabela 6.

Tabela 6. Condições edafoclimáticas, registradas por ocasião da aplicação dos herbicidas. Perdizes-MG, agosto de 2014.

Características	Início	Término
Horário da aplicação	7:10	8:35
Condição do solo	Úmido	Úmido
Temperatura do ar	23 °C	25 °C
Temperatura do solo	18 °C	21 °C
Umidade relativa do ar	54%	48%
Velocidade do vento	6,2 km/h	9,2 km/h

A emergência das hastes ocorreu 10 dias após aplicação dos herbicidas e aos 20 dias após a emergência das hastes foi realizada a operação de amontoa. O pleno desenvolvimento da cultura, que correspondeu a cobertura do solo pelas hastes da batata ocorreu próximo aos 35 dias após emergência, ou seja, cerca de 45 dias após o plantio.

Aos 105 dias após emergência foi realizada uma dessecação das ramas da batata com a utilização de um herbicida de contato não seletivo (paraquat, formulação comercial Gramoxone (2,0 L ha⁻¹), a colheita foi realizada aos 120 dias após emergência da cultura.

2.3. Avaliações realizadas no experimento

As variáveis analisadas foram: o número de haste da batata por metro, comprimento da maior haste, fitotoxicidade dos herbicidas, controle de plantas infestantes, teor de sólidos solúveis da batata e produtividade dos tubérculos.

As avaliações de desenvolvimento vegetativo e controle de plantas infestantes foram realizadas aos 10 e 30 dias após emergência (DAE), que correspondem 20 e 40 dias após o plantio da cultura. Considerando que a amontoa foi realizada aos 20 dias após emergência (30 dias após o plantio), foi realizada uma avaliação antes da amontoa (10 DAE) e uma após a amontoa antes do fechamento das entrelinhas (30 DAE). A partir do fechamento das entrelinhas o controle cultural deve ser considerado dentro do manejo de plantas infestantes.

No final do ciclo da cultura foi realizada a colheita, classificação comercial e avaliação de sólidos solúveis. Os detalhes das avaliações estão abaixo descritos:

Número de hastes por metro: aos 10 e 30 DAE realizou-se a contagem do número de hastes por 10 metros lineares (2 linhas x 5 metros de comprimento), contando todas as hastes emergidas e posteriormente transformando os dados para hastes m^{-1} .

Comprimento de hastes: aos 10 e 30 DAE mediu-se com auxílio de uma trena (1 m) o comprimento das hastes da batata, desde o solo até o último nó em 10 plantas por parcela escolhidas aleatoriamente.

Fitotoxicidade dos herbicidas: aos 10 e 30 DAE avaliou-se a fitotoxicidade dos herbicidas quanto à identificação de sintomas (clorose, necrose, descoloração, redução do porte, atrofia e deformações) e escalas de notas de zero a 100, onde zero significa nenhum sintoma de dano à culutra e 100 significa a morte das cultura.

Controle de plantas infestantes: aos 10 e 30 DAE atribui-se notas de controle de plantas infestantes de zero a 100, onde zero significa nenhum controle da planta infestante e 100 significa morte total da planta infestante. As plantas infestantes que ocorreram de forma uniforme em todas as parcelas da testemunha foram *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro) e *Raphanus raphanistrum* (nabo).

Teor de sólidos solúveis da batata: os tubérculos da classe II – Especial, são considerados os tubérculos mais valorizados comercialmente. Uma amostra dessa classe (3,630 kg) foi direcionada para análise de sólidos solúveis, medida que indica o maior teor de carboidratos acumulados nos tubérculos. Essa análise é essencial para tubérculos que serão processados na indústria de batata pré-frita congelada. Ela é realizada em uma balança densimétrica, onde a amostra é colocada imersa em um tanque com água e determina-se o peso dessa amostra dentro do tanque, com o volume deslocado e depois é feita a conversão em porcentagem de sólidos.

Produtividade: A colheita foi realizada de forma manual, colhendo-se 5 metros nas duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 10 metros lineares. Foi determinada a produtividade pesando-se a produção de cada parcela, a classificação por calibre (Tabela 07), com auxílio de peneiras de classificação. Os tubérculos inviáveis para comercialização por danos mecânicos, ataque de pragas e doenças foram descartados.

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variâncias, empregando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008), e quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 7. Classificação de tubérculos de batata de acordo com o padrão do CEAGESP (Companhia de Entrepósito e Armazéns Gerais de São Paulo).

Nome atribuído	Classe	Calibre
Florão	I	> 70 mm de diâmetro
Especial	II	> 42 até 70 mm de diâmetro
Primeira	III	> 33 até 42 mm de diâmetro
Segunda	IV	> 28 a 33 mm de diâmetro
Pirulito	V	Até 28 mm de diâmetro

Fonte: modificado de CEAGESP

3 Resultados e discussão

3.1 Avaliação do desenvolvimento da batata após aplicação dos herbicidas

Considerando a testemunha capinada como padrão (isenta de aplicação de herbicidas e interferência da matocompetição), os herbicidas que afetaram o número de hastes por metro aos 10 DAE foram metribuzin, sufentrazone, clomazone, clomazone + carfentrazone, imazetapir, prometrina e diclosulan, sendo este último o herbicida que apresentou menor número de hastes por metro. Entretanto, na avaliação realizada aos 30 DAE, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos quanto ao número de hastes por metro (TABELA 8). Isso demonstra que há um efeito dos herbicidas sobre o número de hastes no início do ciclo da cultura, porém ao longo do desenvolvimento da cultura esse efeito desaparece. Esta característica também pode ser afetada por fatores ligados diretamente a fatores fisiológicos do tubérculo semente.

Segundo Souza (2003), o número de hastes por planta está diretamente relacionado com o tamanho do tubérculo semente utilizado, bem como com a sua condição de brotação no momento do plantio. Apesar do número de hastes por planta ser uma característica influenciada principalmente pela característica do tubérculo semente, essa avaliação é importante. Pois de acordo com Oliveira Junior (2001) um herbicida seletivo é aquele que controla as plantas infestantes, sem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura.

Zaag (1993) relata que outros fatores interferem diretamente na produção de haste principais na batata, como a idade fisiológica dos tubérculos-semente utilizados, a densidade de plantio, as características do solo da área de cultivo e as condições climáticas ocorrentes durante o ciclo da cultura no campo.

Tabela 8. Número de hastes da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, agosto de 2014.

Nº	Tratamentos (dose em g i.a. ha ⁻¹)	Nº hastes m ⁻¹	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	11,3 ab	12,9 a
2	Testemunha capinada	10,6 abc	11,1 a
3	metribuzin (240)	9,9 abcd	11,3 a
4	metribuzin (480)	10,3 abcd	11,8 a
5	linuron (450)	11,3 abc	12,0 a
6	linuron (900)	12,2 a	12,0 a
7	diclosulan (25,2)	8,2 d	10,2 a
8	imazetapir (700)	9,8 abcd	12,3 a
9	prometrina (1000)	9,9 abcd	12,3 a
10	clomazone (360)	9,5 bcd	11,9 a
11	clomazone + carfentrazone (300 + 7,5)	8,8 cd	11,1 a
12	clomazone + carfentrazone (600 + 15)	9,1 bcd	11,4 a
13	sulfentrazone (125)	10,2 abcd	12,7 a
DMS		2,5	5,2
CV (%)		8,1	14,7

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Com relação ao comprimento da maior haste da batata (TABELA 9), todos o herbicidas apresentaram efeito sobre o comprimento da maior haste, inclusive a competição por plantas infestantes afetou o comprimento da maior haste. O produto que mais limitou o crescimento das hastes foi o diclosulan, onde o comprimento da maior haste foi de 7,6 cm, enquanto da testemunha capinada foi de 15 cm. Já os produtos que apresentaram menor efeito sobre o comprimento da maior haste foram linuron, nas duas doses avaliadas, seguido de clomazone e clomazone + carfentrazone nas duas doses avaliadas, sendo considerados mais seletivo no início do desenvolvimento da cultura da batata. Na avaliação realizada aos 30 DAE, não ocorreu diferença significativa entre o comprimento da maior haste das parcelas tratadas com herbicidas em relação à testemunha capinada e sem capina, demonstrando que ao longo do desenvolvimento da cultura, os herbicidas não afetaram essa característica.

Esta característica pode ser usada como uma representação da altura de plantas até o período em que ocorre o máximo desenvolvimento vegetativo do dossel, a partir do qual a planta passa naturalmente a se acamar e perder a verticalidade. O comportamento desta característica pode ser explicado por Khurana e McLaren (1982), os quais relatam que a redução do comprimento da haste

está relacionado com uma menor competição por fatores ambientais, especialmente luminosidade entre as plantas mais próximas.

Dessa mesma forma, as parcelas tratadas com diclosulan apresentaram menor número de hastes por metro aos 10 DAE e também apresentaram menor comprimento da maior haste. Já na avaliação de 30 DAE, não ocorreu diferença entre o número de hastes por metro e o comprimento da maior haste também não apresentou diferença estatística, concordando com Khurana e McLaren (1982).

De fato alguns herbicidas afetam o desenvolvimento inicial da cultura, como visto nas avaliações de número de hastes por metro e comprimento da maior haste. No entanto, a cultura supera o efeito dos herbicidas e na medida em que se desenvolve passa a ser influenciada por outros fatores como relatado por Khurana e McLaren (1982).

Tabela 9. Comprimento (cm) da maior haste da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, agosto de 2014.

Nº	Tratamentos (dose em g i.a. ha ⁻¹)	Comprimento da maior haste (cm)	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	11,9 bc	25,2 a
2	Testemunha capinada	15,0 a	28,4 a
3	metribuzin (240)	11,3 bc	22,7 a
4	metribuzin (480)	9,5 cd	21,1 a
5	linuron (450)	13,5 ab	20,5 a
6	linuron (900)	13,5 ab	27,0 a
7	diclosulan (25,2)	7,6 d	17,5 a
8	imazetapir (700)	11,3 bc	22,7 a
9	prometrina (1000)	12,0 bc	25,3 a
10	clomazone (360)	12,2 abc	25,9 a
11	clomazone + carfentrazone (300 + 7,5)	12,2 abc	24,9 a
12	clomazone + carfentrazone (600 + 15)	12,3 abc	27,7 a
13	sulfentrazone (125)	12,1 bc	25,1 a
DMS		2,8	12,2
CV (%)		7,9	16,9

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

3.2 Fitotoxicidade dos herbicidas para cultura da batata

De acordo com a Tabela 10, que representa os dados da avaliação de fitotoxicidade, os herbicidas que proporcionaram maior dano visual à cultura da batata aos 10 DAE foram o metribuzin nas duas doses avaliadas, diclosulan, imazetapir e prometrina, sendo que o herbicida com

sintomas de injúria mais expressivos foi diclosulan. Já aos 30 DAE os produtos que proporcionaram maior dano à cultura foram diclosulan, seguido de metribuzin na dose de 480 g ha⁻¹, ou seja, os sintomas de diclosulan e metribuzin persistiram desde o início do desenvolvimento da cultura até 30 DAE. As parcelas tratadas com o herbicida metribuzin na dose de 240 g ha⁻¹ não apresentaram sintomas de injúria na avaliação realizada aos 30 DAE, demonstrando que há diferença de seletividade para esta cultivar (Inovator) em relação a dose de metribuzin utilizada, sendo que na dose de 240 g ha⁻¹ as plantas de batata se recuperam ao longo do desenvolvimento.

Tabela 10. Fitotoxicidade proporcionada pela aplicação de herbicidas pré-emergêntes na cultura da batata, Perdizes-MG, agosto de 2014.

Nº	Tratamentos (dose em g i.a. ha ⁻¹)	Fitotoxicidade (%)	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	0,0 d	0,0 c
2	Testemunha capinada	0,0 d	0,0 c
3	metribuzin (240)	4,3 c	0,0 c
4	metribuzin (480)	10,8 b	4,3 b
5	linuron (450)	0,0 d	0,0 c
6	linuron (900)	0,0 d	0,0 c
7	diclosulan (25,2)	21,6 a	11,7 a
8	imazetapir (700)	5,8 c	0,0 c
9	prometrina (1000)	5,8 c	0,0 c
10	clomazone (360)	0,0 d	0,0 c
11	clomazone + carfentrazone (300 + 7,5)	0,0 d	0,0 c
12	clomazone + carfentrazone (600 + 15)	0,0 d	0,0 c
13	sulfentrazone (125)	0,0 d	0,0 c
DMS		3,1	2,5
CV (%)		15,3	69,1

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Borges (2014) trabalhando com o herbicida chlorimuron ethyl, que é do grupo dos inibidores da ALS (Aceto Lactato Sintase), aplicado sobre as folhas da batata, verificou que o mesmo afetou o crescimento das hastes, mesmo em baixas concentrações. Com base nos resultados no tratamento com diclosulan e imazetapir (inibidores da ALS), é possível identificar efeito típico de fitointoxicação por herbicidas inibidores da enzima ALS. Quando a ALS é inibida a divisão celular cessa, o crescimento da planta é paralisado e esta morre lentamente. A enzima ALS é a primeira enzima requerida para catalizar reações de síntese dos aminoácidos valina, leucina e isoleucina (MAZUR; FALCO, 1989), a redução dos níveis destes aminoácidos na célula pode promover a paralização do crescimento (FLECK; VIDAL, 1993). Quando aplicados em pós-

emergência, os sintomas iniciais se fazem presentes de uma a três semanas após a aplicação, causando amarelecimento das estruturas novas e paralisando o crescimento. As plantas ficam marrons e morrem (HUTHINSON et al, 2006). Nesse caso, em virtude de terem sido aplicados em pré-emergência das hastes as plantas não chegaram a morrer, porem tiveram seu crescimento e desenvolvimento inicial afetados.

Os herbicidas que não apresentaram nenhum tipo de injúria à cultura da batata foram linuron nas duas doses avaliadas, clomazone, clomazone + carfentrazone nas duas doses avaliadas e sulfentrazone, sendo considerados mais seletivos para esta cultivar nas doses avaliadas (TABELA 10).

3.3 Controle de plantas infestantes

As plantas infestantes que ocorreram de forma uniforme em todas as repetições da testemunha foram trapoeraba (*Commelina benghalensis*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) e nabo (*Raphanus raphanistrum*).

Os dados da Tabela 11 apresentam os resultados de controle de plantas infestantes com a utilização dos herbicidas pré-emergentes. Para controle de trapoeraba (*Commelina benghalensis*), o herbicida imazetapir (700 g ha^{-1}) apresentou menor eficácia de controle em relação aos demais produtos, seguido de linuron (450 g ha^{-1}). Os demais produtos proporcionaram eficácia de controle de 100% para esta espécie.

Para controle de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) os produtos que proporcionaram maior eficácia de controle foram diclosulan, imazetapir e clomazone + carfentrazone ($600 + 15 \text{ g ha}^{-1}$). Clomazone e prometrina apresentaram eficácia intermediária nas duas avaliações. Os demais produtos apresentaram baixa eficácia (TABELA 11).

Nenhum produto proporcionou eficácia de 100% de controle de nabo (*Raphanus raphanistrum*). A maior eficácia de controle foi observada nos tratamentos com clomazone + carfentrazone ($600 + 15 \text{ g ha}^{-1}$) e clomazone (360 g ha^{-1}). Os demais produtos apresentaram baixa eficácia de controle (TABELA 11).

Scariot et al. (2013) estudaram herbicidas pré-emergentes na cultura da mandioca e verificaram que flumioxazin (60 g ha^{-1}), sulfentrazone (600 g ha^{-1}), S-metolachlor (1.920 g ha^{-1}) e as misturas clomazone + flumioxazin ($900 + 50 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + sulfentrazone ($900 + 500 \text{ g ha}^{-1}$) e clomazone + S-metolachlor ($900 + 1.440 \text{ g ha}^{-1}$), mostrou-se eficiente no controle das espécies *C. benghalensis* e *E. heterophylla*.

Silva et al. (2011) relatam que no cultivo da batata, deve-se dar importância ao controle das plantas daninhas durante determinado período, até que a cultura cubra suficientemente a superfície do solo e não sofra mais interferência.

Costa et al. (2008) estudaram o período de interferência de plantas daninhas na cultura da batata determinaram o período anterior à interferência (PAI) de 20 dias e o período total de prevenção à interferência (PTPI) de 21 dias. Por isso, o controle de plantas infestantes foi avaliado até os 30 dias após emergência, fase imediatamente posterior ao fechamento da cultura, que engloba o PTPI.

Tabela 11. Controle de *Commelina benghalensis*, *Euphorbia heterophylla* e *Raphanus raphanistrum* na cultura da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, setembro de 2014.

Nº	Tratamentos (dose g i.a. ha ⁻¹)	<i>C. benghalensis</i>		<i>E. heterophylla</i>		<i>R. raphanistrum</i>	
		Controle (%)					
		10 DAE	30 DAE	10 DAE	30 DAE	10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	0,0 d	0,0 d	0,0 e	0,0 g	0,0 g	0,0 g
2	Testemunha capinada	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a
3	metribuzin (240)	100,0 a	100,0 a	63,3 bcd	56,7 de	53,3 cde	56,7 bc
4	metribuzin (480)	100,0 a	100,0 a	56,7 cd	53,3 de	53,3 cde	50,0 cd
5	linuron (450)	87,0 b	80,0 b	46,7 d	40,0 f	30,0 f	30,0 ef
6	linuron (900)	100,0 a	100,0 a	53,3 d	46,7 ef	60,0 cd	56,7 bc
7	diclosulan (25,2)	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	23,3 f	26,7 ef
8	imazetapir (700)	66,7 c	63,3 c	100,0 a	100,0 a	18,3 fg	16,7 f
9	prometrina (1000)	100,0 a	100,0 a	76,7 b	73,3 bc	40,0 def	36,7 de
10	clomazone (360)	100,0 a	100,0 a	73,3 bc	80,0 b	83,3 ab	86,7 a
11	clomazone+carfentrazone (300+7,5)	100,0 a	100,0 a	60,0 bcd	63,3 cd	70,0 bc	66,7 b
12	clomazone+carfentrazone (600+15)	100,0 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a	93,3 a	93,3 a
13	sulfentrazone (125)	100,0 a	100,0 a	53,3 d	46,7 ef	33,3 ef	40,0 de
Plantas por m ² na testemunha		6,8	12,2	3,4	7,1	2,3	5,2
DMS		4,7	4,8	17,3	11,2	22,5	15,36
CV (%)		2,0	1,8	8,5	5,7	14,9	10,12

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Outro ponto importante no manejo integrado de plantas infestantes na cultura da batata é a operação da amontoa, que caracteriza um controle mecânico das plantas infestantes, geralmente este é realizado de 20 a 30 dias após o plantio. De acordo com Blanco (2008), no planejamento do programa de manejo integrado das plantas daninhas deve-se levar em conta esta prática, que, por si

só, se constitui em uma capina, devendo ser harmonizada e complementada com os outros métodos de controle.

O uso de herbicidas pré-emergentes é importante para manter a cultura livre de plantas infestantes no período que compreende o plantio até o momento em que a cultura cubra a superfície do solo, exercendo controle cultural.

3.4 Teor de sólidos solúveis na batata

Os herbicidas que influenciaram o teor de sólidos solúveis na batata foram metribuzin, nas duas doses avaliadas, imazetapir, prometrina e diclosulan, sendo este último o herbicida que apresentou maior redução de sólidos solúveis para esta cultivar. Já os herbicidas linuron, clomazone, clomazone + carfentrazone nas duas doses avaliadas não apresentaram influência sobre o teor de sólidos solúveis (TABELA 12).

Tabela 12. Teor de sólidos solúveis na batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, dezembro de 2014.

Nº	Tratamentos (dose em g i.a. ha ⁻¹)	Sólidos solúveis (%)
1	Testemunha	18,23 a
2	Testemunha capinada	18,23 a
3	metribuzin (240)	18,17 ab
4	metribuzin (480)	18,10 ab
5	linuron (450)	18,23 a
6	linuron (900)	18,23 a
7	diclosulan (25,2)	18,03 b
8	imazetapir (700)	18,17 ab
9	prometrina (1000)	18,17 ab
10	clomazone (360)	18,20 a
11	clomazone + carfentrazone (300 + 7,5)	18,23 a
12	clomazone + carfentrazone (600 + 15)	18,20 a
13	sulfentrazone (125)	18,23 a
DMS		0,117
CV (%)		0,15

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Bregagnoli (2006) relatou que as características bromatológicas dos tubérculos são essenciais para se classificar a batata em relação a sua aptidão de uso seja para fritura, cozimento ou massa. A composição química da batata varia em função de fatores como condições climáticas,

práticas culturais, condições do solo, estágio de maturação, efeito do armazenamento, sobretudo da adubação e da cultivar (PEREIRA ; COSTA, 1997).

Segundo Fernandes et al. (2009), os sólidos solúveis indicam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa, os quais são constituídos principalmente por açúcares. Cultivares normalmente destinadas ao processamento industrial apresentam maior teor de sólidos solúveis. Dessa forma, é fundamental que os herbicidas aplicados para controle de plantas infestantes não afetem o teor de sólidos solúveis da batata.

3.5 Produtividade

As plantas infestantes acarretam perdas na colheita, na qualidade e na produtividade final das batatas, além de aumentar o custo de produção ao requerer medidas de controle (BOYDSTON, 2010).

A ocorrência de plantas infestantes afetou a produtividade total da batata. Em relação à testemunha capinada (livre de plantas infestantes), a produtividade das parcelas da testemunha (sem capina ou aplicação de herbicidas) foi reduzida em 1.572,9 kg ha⁻¹ (TABELA 13). Esse resultado esta de acordo com Boydston (2010), o qual verificou que os impactos negativos gerados pelas plantas daninhas acarretam perdas na colheita, na qualidade e na produtividade final das batatas, além de aumentar o custo de produção ao requerer medidas de controle.

Os herbicidas que apresentaram maior redução de produtividade em relação à testemunha capinada foram diclosulan, seguido de metribuzin, nas duas doses avaliadas e imazetapir. Já os herbicidas que não reduziram a produtividade foram linuron, nas duas doses avaliadas, prometrina, clomazone, clomazone + carfentrazone e sulfentrazone. A maior produtividade foi observada no tratamento com linuron (900 g ha⁻¹) (TABELA 13). Velini et al. (2000) definem seletividade como a capacidade de um determinado herbicida em eliminar as plantas daninhas encontradas em uma cultura sem reduzir-lhe a produtividade.

Com relação à classificação comercial, os herbicidas metribuzin (480 g ha⁻¹), diclosulan (25,2 g ha⁻¹) proporcionaram menor produtividade de batata classe “Especial”, seguido de imazetapir (700 g ha⁻¹). Os herbicidas que não afetaram a produtividade de batata classe “Especial” foram clomazone + carfentrazone (300 + 7,5 g ha⁻¹), seguido de linuron (900 g ha⁻¹) e clomazone (360 g ha⁻¹), que inclusive apresentaram a melhor produtividade de tubérculos desta classe de maior valor comercial. Os herbicidas linuron (450 g ha⁻¹), prometrina, clomazone + carfentrazone (600 + 15 g ha⁻¹) e sulfentrazone (125 g ha⁻¹) não afetaram a produtividade de tubérculos desta classe.

Os herbicidas diclosulan e metribuzin proporcionaram menor número de hastes por metro linear e menor comprimento da maior haste aos 10 DAE, maior fitotoxicidade, menor teor de sólidos solúveis e em consequência desses fatores apresentaram menor produtividade total e classificação comercial. Demonstrando que esses herbicidas são pouco seletivos para esta cultivar.

O herbicida imazetapir também proporcionou baixa produtividade e classificação comercial (TABELA 13). De acordo com Trezzi e Vidal (2001), os herbicidas inibidores da ALS permanecem no solo por um longo período, podendo afetar culturas sensíveis, reduzindo o crescimento das plantas pela inibição da síntese de aminoácidos essenciais (valina, leucina e isoleucina). Os herbicidas inibidores da ALS como imazetapir e diclosulan, são recomendados para a cultura da soja e pouco se sabe sobre seus efeitos na cultura da batata. De posse desses resultados, pode-se concluir que herbicidas deste grupo podem afetar a produtividade da cultura da batata.

Tabela 13. Produtividade e classificação comercial da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência, Perdizes-MG, dezembro de 2014.

Nº	Tratamentos (dose em g i.a. ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
		Especial	Primeira	Segunda	Total
1	Testemunha	17500,0 D	6229,2 d	3166,7 bcd	26895,8 def
2	Testemunha capinada	19020,8 bcd	7208,3 bc	2250,0 de	28479,2 cde
3	metribuzin (240)	18645,8 Cd	6104,2 d	1031,3 fg	25781,3 f
4	metribuzin (480)	14875,0 E	7687,5 ab	3416,7 bc	25979,2 ef
5	linuron (450)	19666,7 bcd	7364,6 bc	3114,6 bcd	30145,9 bc
6	linuron (900)	21135,4 Ab	8354,2 a	5000,0 a	34489,6 a
7	diclosulan (25,2)	12708,3 E	7468,8 abc	781,3 g	20958,4 g
8	imazetapir (700)	17385,4 D	7187,5 bc	656,3 g	25229,2 f
9	prometrina (1000)	19000,0 bcd	7812,5 ab	3843,8 b	30656,3 bc
10	clomazone (360)	20208,3 abc	6718,8 cd	2604,2 cde	29531,3 bc
11	clomazone + carfentrazone (300 + 7,5)	22593,8 A	7604,2 abc	1906,3 ef	32104,2 ab
12	clomazone + carfentrazone (600 + 15)	19708,4 bcd	6739,6 cd	2916,7 bcd	29364,6 cd
13	sulfentrazone (125)	19625,0 bcd	7916,7 ab	2187,5 de	29729,2 bc
	DMS	2414,7	913,8	1009,4	2630,4
	CV (%)	4,3	4,2	13,4	3,1

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

Os herbicidas linuron, prometrina, clomazone, clomazone + carfentrazone e sulfentrazone apresentaram baixa fitotoxicidade, não afetaram o teor de sólidos solúveis, assim como não afetaram negativamente a produtividade e classificação comercial da cultura da batata, demonstrando maior seletividade para esta cultura. Destes herbicidas, destaca-se linuron e

clomazone, que além de possuírem registro para cultura da batata, não afetaram o teor de sólidos solúveis, produtividade e classificação comercial.

Esses dados confirmam que há resposta negativa em produtividade e classificação comercial com a utilização do metribuzin, independente da dose utilizada para esta cultivar, ressaltando a importância da identificação de herbicidas alternativos.

Ainda com relação ao metribuzin, é o herbicida pré-emergente mais utilizado na cultura da batata, sendo seletivo para outras cultivares, mesmo apresentando sintomas de danos à cultura. Rapparini et al. (1991) demonstraram que pendimethalin e metribuzin, apesar de causarem injúrias foliares em batatas, não afetaram negativamente a produção nas cultivares testadas.

Os herbicidas diclosulan (Spider®), sulfentrazone (Boral®) e clomazone + carfentrazone (Profit®), não são registrados para a cultura da batata, porém são comumente aplicados em pré-emergência na cultura da soja e apresetam controle de plantas infestantes de difícil controle como trapoeraba (*C. benghalensis*), podendo ser opções no manejo de plantas infestantes de várias culturas. No entanto, é importante ressaltar que deve-se utilizar apenas produtos registrados na cultura da batata, sendo este presente estudo realizado para fins de pesquisa exploratória.

Conclusões

- A ocorrência de plantas infestantes proporcionou redução de produtividade.
- Os herbicidas avaliados não afetaram desenvolvimento das plantas quanto as características número de hastes por metro e comprimento da maior haste.
- No controle de plantas infestantes, os herbicidas clomazone (360 g ha^{-1}) e clomazone + carfentrazone ($600 + 15 \text{ g ha}^{-1}$) apresentaram bom controle de *C. benghalensis*, *E. heterophylla* e *R. raphanistrum*, se destacando frente aos demais, que apresentaram baixo controle das espécies *E. heterophylla* e *R. raphanistrum*.
- Os sintomas de fitotoxicidade mais elevados foram observados nas parcelas tratadas com metribuzin, diclosulan e imazetapir, que também apresentaram menor teor de sólidos solúveis, produtividade total e produtividade de tubérculos classe “especial”, sendo assim considerados menos seletivos. Ao passo que linuron e clomazone, não proporcionaram fitotoxicidade, não afetaram o teor de sólidos solúveis e não proporcionaram redução de produtividade total e de tubérculos classe “especial”, sendo dessa forma considerados mais seletivos para esta cultivar.

REFERÊNCIAS

- ABBA: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA BATATA. **Variedades – Innovator**. 2016. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/variedades/innovator.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2016.
- BORGES, M. **Fitotoxicidade de causada por deriva simulada dos herbicidas *chlorimuron ethyl* e *tembotrione* na cultura da batata**. 2014. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- BOYDSTON, R.A. Managing weeds in potato rotations without herbicides. **American Journal Potato Research**, v.87, p.420–427, 2010.
- CEAGESP. **Classificação da batata in natura**. Disponível em: <WWW.ceagesp.gov.br/produtor/tecnicas/classific/fc_batata> .Acesso: 10 Janeiro 2016.
- COSTA, N.V. , CARDOSO, L.A., RODRIGUES, A.C.P. e MARTINS, D. Períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2008
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Rio de Janeiro, 1999, 212p.
- FELIPE, J.M.; MARTINS, D.; COSTA, N.V. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência sobre cultivares de batata. **Bragantia**, Campinas v.65, n.4, p.615-621, 2006.
- FERREIRA, D.F.; SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.
- FLECK, N.G. ; VIDAL, R.A. Injúria potencial de herbicidas de solo ao girassol. II-Chlorimuron-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v.11, n.12 p. 44-48, 1993.
- HUTCHINSON, P.J.S.; MORISHITA, D. W.; PRICE, W.J.; Season-long dose –response of potato sulfometuron. **Weed Science**, Miami. v.55, n.5, p. 521-527, 2007.
- KHURANA, S.C.; McLAREN, J.S. The influence of leaf area, light interception and season on potato growth and yield. **Potato Research**, Orono, v.25, n.4, p.329-342, 1982.
- MAZUR, B.J.; FALCO, S.C. The development of herbicide resistant crops. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.40, s/n, p.441-470, 1989.
- OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN , J. (org.) **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba : Agropecuária, 2001. p. 291-314.

SILVA, M. C. de C.; BRAUN, H.; COELHO, F. S.. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da batata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 1, n. 1, 2011.

RAPPARINI, G.; BARTOLINE, D.; FABBRI, M. Selectivity and degradation time of potato herbicides. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.47, n.29, p.49-57, 1991

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL, L. A.; MATSUOKA S.; TRAVAIN, J. C.; CARVALHO, J. C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, Viçosa, v.18, n. 1, p.123-134, 2000.

ZAAG, D.E. van der. A batata e o seu cultivo nos países baixos. Haia: NIVAA, 1993. 76p.
SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS.J. **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília : Embrapa, 2003. p.80-104.

CAPÍTULO 2

CONTROLE DE PLANTAS INFESTANTES NA CULTURA DA BATATA CV. INNOVATOR COM UTILIZAÇÃO DOS HERBICIDAS CLOMAZONE, METRIBUZIN E LINURON

Resumo

As plantas infestantes prejudicam a produção comercial da cultura da batata. O controle químico das plantas infestantes é o método mais utilizado nas grandes áreas. Existem poucos herbicidas pré-emergentes registrados e seletivos à cultura da batata. Com isso, surge a necessidade do estudo de herbicidas pré-emergentes para utilização na cultura da batata. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de plantas infestantes, seletividade e a produtividade da cultura da batata Cv. Inovator com a utilização dos herbicidas clomazone, metribuzin e linuron. Os tratamentos consistiram em testemunha, testemunha capinada, clomazone (360 g ha^{-1}), metribuzin (480 g ha^{-1}), linuron (990 g ha^{-1}), clomazone + metribuzin ($360 + 480 \text{ g ha}^{-1}$), clomazone + linuron ($360 + 990 \text{ g ha}^{-1}$). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, instalado em março de 2015 em área de pivô central na região de Perdizes-MG. Foram realizadas avaliações de desenvolvimento vegetativo (Número de hastes por metro e comprimento da maior haste), fitotoxicidade (%) e controle (%) de plantas infestantes aos 10 e 30 dias após emergência das hastes (DAE), que correspondem ao período antes e após da operação de amontoa, respectivamente. As plantas infestantes avaliadas foram *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*. Após a colheita foram avaliados o teor de sólidos solúveis, produtividade e classificação. Os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os herbicidas tanto isolados como em associação apresentaram controle de 100% para as espécies *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*. Para o controle de *Commelina benghalensis*, clomazone isolado ou em associação com metribuzin ou linuron proporcionaram melhor controle. Parcelas tratadas com clomazone apresentaram sintomas de fitotoxicidade aos 10 DAE, porém as plantas se recuperaram aos 30 DAE. Os maiores níveis de produtividade foram observados nos tratamentos com clomazone e metribuzin aplicados isolados. No entanto, metribuzin reduziu o teor de sólidos solúveis, o que afeta o rendimento industrial. Dessa forma, para esta cultivar os herbicidas considerados mais seletivos foram clomazone e linuron, aplicados isolados ou em associação.

Palavras-chave: Herbicidas pré-emergentes, seletividade, produtividade, batata

Abstract

CONTROL OF WEEDS IN POTATO CV. INNOVATOR WITH THE USE OF HERBICIDES CLOMAZONE, METRIBUZIN AND LINURON

Weeds hinder commercial production of potatoes. Weed chemical control is the most used method in extensive areas. There are few pre-emergent herbicides that are selective and registered for potato crop. Thus, there is a need to study pre-emergent herbicides for use in potatoes. This study evaluated weed control, selectivity and potato yield of Cv. Inovator using the herbicides clomazone, metribuzin and linuron. Treatments consisted of a control, a hoed control, clomazone (360 g ha^{-1}), metribuzin (480 g ha^{-1}), linuron (990 g ha^{-1}), clomazone + metribuzin ($360 + 480 \text{ g ha}^{-1}$), and clomazone + linuron ($360 + 990 \text{ g ha}^{-1}$). The experimental design was randomized blocks, with four replications, installed on March 2015 in a central pivot area in Perdizes-MG. Plant vegetative development (number of shoots per meter and length of longest shoot), phytotoxicity and weed control were evaluated at 10 and 30 days after shoot emergence (DAE), corresponding to the periods before and after hilling operation, respectively. Weeds evaluated were *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica* and *Digitaria horizontalis*. Soluble solids contents, yield and classification were determined after harvest. Treatments were compared by the Tukey test at 5% significance. The herbicides, both alone as well as in association provided 100% control for the species *Eleusine indica* and *Digitaria horizontalis*. Best control of *Commelina benghalensis* was obtained with clomazone alone or in association with metribuzin or linuron. Plots treated with clomazone presented phytotoxicity symptoms at 10 DAE; however, plants recovered from it at 30 DAE. The greatest yields were observed in treatments with clomazone and metribuzin applied alone. However, metribuzin reduced soluble solids contents, which affects industrial yield. Therefore, for this cultivar, the most selective herbicides were clomazone and linuron, applied alone or in association.

Keywords: Pre-emergent herbicides, selectivity, yield, potato.

Introdução

As plantas daninhas prejudicam a produção comercial da cultura da batata. Especificamente, quando as plantas silvestres interferem com as plantas cultivadas, estas se tornam daninhas, que diferentemente de outras pragas agrícolas, têm por característica, estarem sempre presentes nos agroecossistemas e serem responsáveis direta (competição, alelopatia etc.) ou indiretamente (reservatório de patógenos, atrativas para insetos-praga etc.) pela diminuição drástica na produção econômica das culturas.

O preparo do solo para o plantio, solo exposto, irrigações frequentes e o desenvolvimento inicial lento da cultura favorecem o estabelecimento das plantas infestantes no início do ciclo da cultura, em especial do plantio até a amontoa e fechamento das entrelinhas. Silva et al. (2011) relatam que no cultivo da batata, deve-se dar importância ao controle das plantas daninhas até que a cultura cubra suficientemente a superfície do solo e não sofra mais interferência.

Costa et al. (2008) estudaram o período de interferência de plantas daninhas na cultura da batata, determinaram o período anterior à interferência (PAI), que foi de 20 dias; o período total de prevenção à interferência (PTPI), de 21 dias; e o período crítico de prevenção da interferência (PCPI), de apenas de um dia, dos 20 aos 21 dias após o plantio.

De acordo com Blanco (2008) na cultura da batata é realizada a operação de chegamento de terra das entrelinhas para o colo da planta, denominado de amontoa, caracterizando um controle mecânico das plantas daninhas. Geralmente a amontoa é realizada 30 dias após o plantio, que corresponde de 10 a 20 dias após emergência da hastes. No planejamento do programa de manejo integrado das plantas daninhas deve-se levar em conta esta prática, que, por si só, se constitui em uma capina, devendo ser harmonizada e complementada com os outros métodos de controle, como por exemplo o controle químico com utilização de herbicidas.

O controle químico das plantas infestantes é o método mais utilizado nas grandes áreas produtoras de batata, principalmente com a utilização de herbicidas pré-emergentes com boa eficácia de controle sobre mono e dicotiledôneas. Existem poucos herbicidas pré-emergentes registrados e seletivos à cultura da batata, os mais utilizados são o metribuzin, que é seletivo para grande maioria das cultivares, porém existem cultivares pouco tolerantes ao metribuzin como a Innovator. Outro herbicida bastante utilizado é o linuron, que apresenta excelente seletividade para a maioria das cultivares, porém com baixo controle de algumas espécies de plantas infestantes. Com isso, surge a necessidade do estudo de herbicidas pré-emergentes para utilização na cultura da batata. Assim, o clomazone pode ser uma opção para utilização em pré-emergência da cultura.

Clomazone é um herbicida pertencente ao grupo químico das isoxazolinonas é registrado, atualmente, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para as culturas do arroz irrigado, algodão, cana de açúcar, batata, fumo, mandioca e soja. É indicado para aplicações em pré-emergência no controle de gramíneas anuais e algumas folhas largas. Absorvido predominantemente pelo meristema apical das plântulas, pelas raízes e colo das plantas, clomazone é translocado via xilema para as folhas, causando danos no cloroplasto, que resulta na inibição da formação de pigmentos fotossintéticos e reduzindo a síntese de caroteno (DEVINE et al., 1993; RODRIGUES ; ALMEIDA, 1998).

Partindo dessas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar o controle de plantas infestantes, seletividade e a produtividade da cultura da batata com a utilização dos herbicidas clomazone, metribuzin e linuron.

2 Material e métodos

2.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em lavoura comercial de batata, situada no município de Perdizes-MG, coordenadas geográficas de Latitude 19°19'43''S e Longitude 47°23'44'' W, situada a 1054 m de altitude. A cultivar utilizada nesse estudo foi a Innovator, cujo ciclo é de 120 dias, destinada para processamento industrial.

O plantio foi realizado no dia 04 de março de 2015, em sistema de pivô central, de forma mecanizada, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,8 m entre linhas e profundidade de 0,12 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013) e de textura argilosa (Embrapa, 1999). As características físicas e químicas do solo da área experimental estão descritas nas Tabelas 14 e 15.

Tabela 14. Análise textural das amostras de solo coletadas no local do experimento.

Solo	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila	Textura
Camada	- g kg ⁻¹ ---			- % ---			
0-20cm	250	200	550	25,0	20,0	55,0	Argilosa

Análise física (método da pipeta) conforme Embrapa (1999).

Tabela 15. Análise química das amostras de solo coletadas no local do experimento.

Solo	pH	P	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	V
		r esina									
Camada	CaCl ₂	-mg dm ⁻³ --				cmol _c dm ⁻³					%
0-20cm	5,5	115,9	8,0	0,14	3,7	0,7	0,0	3,2	4,52	7,72	58,5

pH CaCl₂ ; Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹; P; K - Extrator Mehlich (HCl 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); SB -Soma de bases; H +Al- acidez potencial conforme Embrapa (1999).

2.2 Instalação do experimento

O solo foi preparado segundo o sistema convencional, com uma aração e duas gradagens. Em seguida, procedeu-se à abertura dos sulcos de plantio a uma profundidade de 30 cm, utilizando-se um sulcador tratorizado. De acordo com a análise de solo, não foi necessário o uso de calcário, sendo realizado somente a adubação de plantio com 50-300-80 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O respectivamente.

Os demais tratos culturais pertinentes à cultura, como adubação de cobertura, amontoa e tratamentos fitossanitários, foram realizados de acordo com a necessidade da cultura e cronograma

da fazenda, com exceção do manejo de plantas infestantes, que foi realizado de acordo com o cronograma do ensaio.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados. Foram testados 07 tratamentos (TABELA 16) em quatro repetições totalizando 28 parcelas.

Tabela 16. Herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da batata variedade Innovator para avaliação de seletividade, Perdizes-MG, agosto de 2014.

Tratamento	Ingrediente ativo	Dose p.c. (L ou kg ha ⁻¹)	Dose i.a (g ha ⁻¹)
1 Testemunha	-	-	-
2 Testemunha capinada	-	-	-
3 Gamit 360 CS	clomazone	1,0	360
4 Sencor	metribuzin	1,0	480
5 Afalon 450 SC	linuron	2,2	990
6 Gamit 360 CS + Sencor	clomazone + metribuzin	1,0 + 1,0	360 + 480
7 Gamit 360 CS + Afalon 450 SC	clomazone + linuron	1,0 + 2,2	360 + 990

p.c. = produto comercial; i.a. = ingrediente ativo

Cada parcela experimental foi de 30 m² (3 x 10 m) e os tratamentos foram aplicados em pré-emergência da cultura e das plantas infestantes. A testemunha representa sem controle de plantas infestantes. A capina representa a parcela no limpo devido a retirada das plantas infestantes de forma manual com auxílio da enxada.

A aplicação dos herbicidas foi realizada um dia após o plantio, em pré-emergência da cultura, e das plantas daninhas, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado a ar comprimido, na pressão de 2,5 bar, acoplado a uma barra de 6 bicos de jato plano tipo XR110.02, espaçados de 0,5 m (barra de 3 m), o que proporcionou um consumo de calda de 200 L ha⁻¹. Na Tabela 17, estão descritos o horário de aplicação e a condição de algumas características edafoclimáticas durante esse período.

A emergência das hastes ocorreu 10 dias após aplicação dos herbicidas e aos 20 dias após a emergência das hastes foi realizada a operação de amontoa. O pleno desenvolvimento da cultura, que correspondeu a cobertura do solo pelas hastes da batata ocorreu próximo aos 35 dias após emergência, ou seja, cerca de 45 dias após o plantio.

Aos 105 dias após emergência foi realizada uma dessecação das ramas da batata com a utilização de um herbicida de contato não seletivo (paraquat, formulação comercial Gramoxone (2,0 L ha⁻¹), a colheita foi realizada aos 120 dias após emergência da cultura.

Tabela 17. Condições edafoclimáticas, registradas por ocasião da aplicação dos herbicidas. Perdizes-MG, março de 2015.

Características	Início	Término
Horário da aplicação	9:00	10:35
Condição do solo	Úmido	Úmido
Temperatura do ar	29,2 °C	32,5 °C
Temperatura do solo	23 °C	23 °C
Umidade relativa do ar	68%	52%
Velocidade do vento	5,2 km/h	8,4 km/h

2.3 Avaliações realizadas no experimento

As variáveis analisadas foram: o número de haste da batata por metro, Comprimento da maior haste, fitotoxidade dos herbicidas, controle de plantas infestantes, teor de sólidos solúveis da batata e produtividade dos tubérculos. As avaliações de desenvolvimento vegetativo e controle de plantas infestantes foram realizadas aos 10 e 30 dias após emergência (DAE), que correspondem 20 e 40 dias após o plantio da cultura. Considerando que a amontoa foi realizada aos 20 dias após emergência (30 dias após o plantio), foi realizada uma avaliação antes da amontoa (10 DAE) e uma após a amontoa antes do fechamento das entrelinhas (30 DAE). A partir do fechamento das entrelinhas o controle cultural deve ser considerado dentro do manejo de plantas infestantes. No final do ciclo da cultura foi realizada a colheita, classificação comercial e avaliação de sólidos solúveis. Os detalhes das avaliações estão abaixo descritos:

Número de hastes por metro: aos 10 e 30 DAE realizou-se a contagem do número de hastes por 10 metros lineares (2 linhas x 5 metros de comprimento), contando todas as hastes emergidas e posteriormente transformando os dados para hastes m⁻¹.

Comprimento de hastes: aos 10 e 30 DAE mediu-se com auxílio de uma trena (1 m) o comprimento das hastes da batata, desde o solo até o último nó em 10 plantas por parcela escolhidas aleatoriamente.

Fitotoxidade dos herbicidas: aos 10 e 30 DAE avaliou-se a fitotoxidade dos herbicidas quanto à identificação de sintomas (clorose, necrose, descoloração, redução do porte, atrofia e

deformações) e escalas de notas de zero a 100, onde zero significa nenhum sintoma de dano à culutra e 100 significa a morte das cultura.

Controle de plantas infestantes: aos 10 e 30 DAE atribui-se notas de controle de plantas infestantes de zero a 100, onde zero significa nenhum controle da planta infestante e 100 significa morte total da planta infestante. As plantas infestantes comuns em todas as repetições da testemunha foram *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Eleusine indica* (capim pé de galinha), *Digitaria horizontalis* (capim colchão).

Teor de sólidos solúveis da batata: os tubérculos da classe II – Especial, são considerados os tubérculos mais valorizados comercialmente. Uma amostra dessa classe (3,630 kg) foi direcionada para análise de sólidos solúveis, medida que indica o maior teor de carboidratos acumulados nos tubérculos. Essa análise é essencial para tubérculos que serão processados na indústria de batata pré-frita congelada. Ela é realizada em uma balança densimétrica, onde a amostra é colocada imersa em um tanque com água e determina-se o peso dessa amostra dentro do tanque, com o volume deslocado e depois é feita a conversão em porcentagem de sólidos.

Produtividade: A colheita foi realizada de forma manual, colhendo-se 5 metros nas duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 10 metros lineares. Foi determinada a produtividade pesando-se a produção de cada parcela, a classificação por calibre (TABELA 18), com auxílio de peneiras de classificação. Os tubérculos inviáveis para comercialização por danos mecânicos, ataque de pragas e doenças foram descartados.

Tabela 18. Classificação de tubérculos de batata de acordo com o padrão do CEAGESP (Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo).

Nome atribuído	Classe	Calibre
Florão	I	> 70 de diâmetro
Especial	II	> 42 até 70 mm de diâmetro
Primeira	III	> 33 até 42 mm de diâmetro
Segunda	IV	> 28 a 33 mm de diâmetro
Pirulito	V	Até 28 mm de diâmetro

Fonte: modificado de CEAGESP

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variâncias, empregando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). e quando o teste F foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3. Resultados

3.1 Avaliações de desenvolvimento da batata após aplicação dos herbicidas

Não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos para a variável número de hastes por metro linear entre os tratamentos nos dois períodos avaliados (TABELA 19). Portanto, a aplicação dos herbicidas não afetou o número de hastes da cultura da batata. De acordo com Oliveira Junior. (2001) um herbicida seletivo é aquele que controla as plantas infestantes, sem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura.

Tabela 19. Número de hastes de batata por metro linear aos 10 e 30 dias após emergência em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março de 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	Nº hastes m ⁻¹	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	6,5 a	8,1 a
2	Testemunha capinada	5,9 a	7,5 a
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	6,4 a	7,8 a
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	5,9 a	7,7 a
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	6,5 a	7,7 a
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	6,1 a	7,0 a
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	6,9 a	8,4 a
DMS		2,1	2,6
CV (%)		14,1	14,1

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância.

Aos 10 DAE o comprimento da maior haste não foi afetado pela aplicação dos herbicidas pré-emergentes (TABELA 20). No entanto aos 30 DAE o comprimento da maior haste foi superior na testemunha capinada. Os tratamentos com herbicidas apresentaram um menor comprimento da maior haste em relação à testemunha capinada, demonstrando que os herbicidas apresentaram efeito sobre o comprimento das hastes da batata.

A testemunha apresentou desenvolvimento da maior haste inferior a todos os tratamentos com herbicidas e a testemunha capinada, concordando com Adonyran et al. (2002), os quais relatam que o manejo adequado da população de plantas daninhas assume significativa importância por interferir diretamente no desenvolvimento da cultura. As alterações no porte das plantas provocadas pela aplicação de herbicidas são extremamente prejudiciais à fisiologia das culturas, pois cada espécie necessita de uma quantidade de luz interceptada para que seu ciclo possa ser desenvolvido naturalmente, garantindo estabilidade na produção (Braz et al., 2012).

Tabela 20. Comprimento de hastes da batata aos 10 e 30 dias após emergência em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	Comprimento da maior haste (cm)	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	26,1 a	38,0 b
2	Testemunha capinada	29,1 a	43,6 a
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	26,4 a	39,6 ab
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	27,7 a	41,5 ab
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	27,7 a	41,6 ab
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	26,6 a	40,0 ab
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	25,8 a	38,8 ab
DMS		4,1	5,7
CV (%)		6,5	6,0

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância.

3.2 Fitotoxicidade dos herbicidas para cultura da batata

No início do desenvolvimento da cultura, aos 10 DAE, foram observados os maiores sintomas de fitotoxicidade nas parcelas tratadas com clomazone, tanto isolado quanto em associação. Os maiores valores de sintomas de fitotoxicidade foram observados no tratamento com associação de clomazone + linuron, seguido de clomazone + metribuzin e clomazone aplicado de forma isolada. (TABELA 21).

Tabela 21. Fitotoxicidade na cultura da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	Fitotoxicidade (%)	
		10 DAE	30 DAE
1	Testemunha	0,0 c	0,0 a
2	Testemunha capinada	0,0 c	0,0 a
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	4,0 b	0,0 a
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	0,0 c	0,0 a
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	0,0 c	0,0 a
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	4,5 b	0,0 a
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	7,8 a	0,0 a
DMS		2,0	0,0
CV (%)		37,1	0,0

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância.

Os sintomas foram típicos de inibidores de carotenoides, com branqueamento da borda dos folíolos e clorose, que resultado da inibição da formação de pigmentos fotossintéticos e redução a síntese de caroteno (DEVINE et al., 1993; RODRIGUES ; ALMEIDA, 1998).

No entanto, aos 30 DAE, não foram observados sintomas de fitotoxicidade em nenhum tratamento (TABELA 21), demonstrando que os sintomas de dano à cultura não são persistentes e as plantas conseguem se recuperar rapidamente. Rapparini et al. (1991) demonstraram que pendimethalin e metribuzin, apesar de causarem injúrias foliares em batatas, não afetaram negativamente a produção nas cultivares testadas.

A ausência do efeito tóxico as plantas as 30 DAE pode ser explicado pela maior capacidade de metabolização do herbicida pela cultura, associada à diferenciação morfológica das plantas, como espessura da cutícula (Vidal, 2002) e elevado índice de área foliar (Stone & Pereira, 1994).

3.3 Controle de Plantas Infestantes

As espécies com distribuição homogênea nas parcelas foram *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis* (TABELA 22). Blanco (2008) destacou essas espécies como algumas das principais plantas infestantes que ocorrem na cultura da batata. Os herbicidas clomazone, metribuzin e linuron apresentaram eficácia de controle de 100% para as espécies *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*, tanto isolados quanto em associação.

Já para o controle de *Commelina benghalensis*, considerando a avaliação aos 30 DAE, o melhor controle foi observado nas parcelas tratadas pela associação dos herbicidas clomazone + linuron, seguido da associação de clomazone + metribuzin. Analisando a eficácia dos produtos aplicados isolados, clomazone apresentou eficácia superior à metribuzin e linuron.

A utilização de herbicidas de diferentes mecanismos de ação é aconselhada e necessária para a manutenção em longo prazo da eficiência do manejo de daninhas (Vidal et al., 2010).

Kelly et al. (2006) concluíram que o flumioxazin (36-109 g ha⁻¹), aplicado em pré-emergência, mostrou-se eficiente em mistura com clomazone (840 g ha⁻¹), para controlar plantas daninhas de folha larga e melhorar o controle de gramíneas, em áreas de produção de tubérculos de batata-doce (*Ipomoea batatas*).

Adonyran et al (2002) também verificaram elevados níveis de controle de gramíneas com aplicação de metribuzin e isoxaflutole, outro inibidor da biosíntese de carotenóides assim como o clomazone. Para o controle de *Commelina benghalensis* foi observado os mais elevados níveis de controle (100%) apenas nas parcelas tratadas com clomazone isolado ou em associação com metribuzin ou linuron.

Tabela 22. Controle de plantas infestantes na cultra da batata aos 10 e 30 dias após emergência da cultura em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	COMBE				ELEIN				DIGHO			
		10 DAE		30 DAE		10 DAE		30 DAE		10 DAE		30 DAE	
Controle (%)													
1	Testemunha	0,0	c	0,0	e	0,0	b	0,0	b	0,0	b	0,0	b
2	Testemunha capinada	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	100,0	a	87,5	bc	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	75,0	b	72,5	d	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	75,0	b	81,3	c	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	100,0	a	93,8	ab	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	100,0	a	96,3	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a
Plantas por m² na testemunha		6,4		8,6		3,4		6,5		2,3		5,1	
DMS		0,0		8,3		0,0		0,0		0,0		0,0	
CV (%)		0,0		5,3		0,0		0,0		0,0		0,0	

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância. COMBE = *Commelina benghalensis*; ELEIN = *Eleusine indica*; DIGHO = *Digitaria horizontalis*

3.4 Teor de sólidos solúveis na batata

Em relação ao teor de sólidos solúveis, nota-se que clomazone (360 g ha⁻¹) apresentou maior teor de sólidos solúveis. Já as parcelas tratadas com metribuzin, isolado ou em associação, apresentou menor teor de sólidos solúveis (TABELA 23).

Tabela 23. Teor de sólidos solúveis na batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	Sólidos solúveis (%)
1	Testemunha	18,7 ab
2	Testemunha capinada	18,2 ab
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	18,8 a
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	18,1 b
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	18,2 ab
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	18,1 b
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	18,3 ab
	DMS	0,6
	CV (%)	1,5

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância.

A composição química da batata varia em função de fatores como condições climáticas, práticas culturais, condições do solo, estágio de maturação, efeito do armazenamento, sobretudo da adubação e da cultivar (PEREIRA ; COSTA, 1997). Principalmente em batata destinada para processamento industrial, o manejo de plantas infestantes não pode interferir no teor de sólidos solúveis da batata.

3.5 Produtividade

A cultura da batata pertence à família botânica Solanácea, e tem a produção afetada pela convivência com as plantas daninhas, quer seja pela queda na produção, ou quando estas são reservatórios de nematóides ou abrigos para insetos-praga e doenças (BLANCO, 2008).

Os herbicidas apresentam efeitos sobre a produtividade e classificação comercial da batata. Os maiores níveis de produtividade foram observados nos tratamentos com clomazone e metribuzin, aplicados isoladamente. Esses tratamentos também apresentaram maior produtividade de batata “Espacial” e “Primeira”, por tanto, esses tratamentos não afetaram a produtividade e classificação comercial.

A menor produtividade foi observada no tratamento com a associação de clomazone + metribuzin, sendo que esse tratamento também apresentou menor produtividade de batata “Especial” (TABELA 24).

Tabela 24. Produtividade e classificação comercial da batata em função da aplicação de herbicidas em pré-emergência em março de 2015, Perdizes-MG.

Nº	Tratamentos	Produtividade da Batata (kg ha ⁻¹)			
		Especial	Primeira	Segunda	Total
1	Testemunha	17963,6 b	7760,4 b	2942,7 a	28666,7 bc
2	Testemunha capinada	18072,9 b	7651,1 b	2968,8 a	28692,7 bc
3	clomazone (360 g ha ⁻¹)	20989,6 a	10869,8 a	3260,4 a	35119,8 a
4	metribuzin (480 g ha ⁻¹)	20859,4 a	11333,4 a	3276,0 a	35468,8 a
5	linuron (990 g ha ⁻¹)	17942,7 b	8750,0 b	3317,7 a	30010,4 bc
6	clomazone (360 g ha ⁻¹) + metribuzin (480 g ha ⁻¹)	14671,9 c	8692,7 b	3599,0 a	26963,6 c
7	clomazone (360 g ha ⁻¹) + linuron (990 g ha ⁻¹)	17213,5 bc	10630,2 a	3119,8 a	30963,6 b
	DMS	2554,5	1350,7	781,9	3242,1
	CV (%)	6,0	6,2	10,4	4,5

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de significância.

O clomazone apresentou sintomas leves de fitotoxicidade aos 10 DAE (TABELA 21), porém apresentou os maiores níveis de produtividade (TABELA 24). Rapparini et al. (1991) também demonstraram que pendimethalin e metribuzin, apesar de causarem injúrias foliares em batatas, não afetaram negativamente a produção nas cultivares testadas.

Considerando que para cultivares destinadas ao processamento industrial o teor de sólidos solúveis, produtividade e classificação comercial são relevantes para maior rendimento industrial, pode-se concluir que os herbicidas clomazone e linuron são considerados importantes ferramentas no manejo de plantas infestantes na cultura da batata por não afetarem a produtividade e o teor de sólidos solúveis. Já o herbicida metribuzin, apesar de não afetar a produtividade da cultura e classificação comercial, afetou o teor de sólidos solúveis nos tubérculos de batata.

Conclusões

- Os herbicidas tanto isolados como em associação apresentaram controle de 100% para as espécies *Eleusine indica* e *Digitaria horizontalis*. Para o controle de *Commelina benghalensis*, clomazone isolado ou em associação com metribuzin ou linuron proporcionaram melhor controle.
- Parcelas tratadas com clomazone apresentaram sintomas de fitotoxicidade aos 10 DAE, porém as plantas se recuperaram aos 30 DAE. Os maiores níveis de produtividade foram observados nos tratamentos com clomazone e metribuzin aplicados isolados. No entanto, metribuzin reduziu o teor de sólidos solúveis, o que afeta o rendimento industrial. Dessa forma, para esta cultivar os herbicidas considerados mais seletivos foram clomazone e linuron, aplicados isolados ou em associação.

Referências

- ADORYAN, M.L.; GELMINI, G.A; VICTÓRIAFILHO, R. Controle de plantas daninhas na cultura da batata com isoxaflutole. In: CONGRESSO BRASIL., EIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23. Gramado, RS, 2002. **Resumos ...** Londrina: SBCPD, 2002. p.538.
- BLANCO, F.M.G. Manejo das plantas daninhas na cultura de batata. **Biológico**, São Paulo, v.70, n.1, p.19-24, jan./jun., 2008.
- CEAGESP. **Classificação da batata in natura**. Disponível em: <WWW.ceagesp.gov.br0produtor)/tecnicas/classific/fc_batata> .Acesso: 10 Janeiro 2016.
- COSTA, N.V. , CARDOSO, L.A., RODRIGUES, A.C.P. e MARTINS, D. Períodos de interferência de uma comunidade de plantas daninhas na cultura da batata. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2008.
- DEVINE, M. D.; DUKE, S. O.; FEDTKE, C. Safeners for Herbicides. In: Devine, M. D.; Duke, S. O.; Fedtke, C , **Physiology of Herbicide Action**. Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall. p. 376-387. 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, 353 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Rio de Janeiro, 1999, 212p.
- FERREIRA, D.F.; SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista**
- KELLY, S. T.; SHANKLE, M. W.; MILLER, D. K. Efficacy and tolerance of flumioxazin on sweetpotato (*Ipomoea batatas*). *Weed Technology*, Champaign, v. 20, n. 2, p. 334-339, 2006.
- Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.
- OLIVEIRA Jr., R.S. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN , J. (org.) **Plantas daninhas e seu manejo**, Guaíba : Agropecuária, 2001. p. 291-314.
- PEREIRA AS; COSTA DM. Qualidade e estabilidade de “chips” de batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, n.1, p. 62-65, 1997.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. CLOMAZONE. **Guia de Herbicidas**. 4ed. Londrina, PR., p. 137-142. 1998.
- RAPPARINI, G.; BARTOLINE, D.; FABBRI, M. Selectivity and degradation time of potato herbicides. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.47, n.29, p.49-57, 1991.
- SILVA, M. C. de C.; BRAUN, H.; COELHO, F. S.. Manejo e controle de plantas daninhas na cultura da batata. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 1, n. 1, 2011.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos do espaçamento entre linhas, adubação e cultivar no crescimento, desenvolvimento radicular e consumo de água do arroz. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 29, n. 6, p. 939-954-1592, 1994.

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

VIDAL, R. A. et al. Herbicide resistant weed management using sensitivity analysis of the weed population growth curve. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. Meio Amb.**, v. 20, n. 1, p. 7-16, 2010.