

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**EMERGÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
MANEJO DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA
GLIFOSATO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Rodrigo Tascheto Machado

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

EMERGÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E MANEJO DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO

Rodrigo Tascheto Machado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de concentração em Mecanização Agrícola, Linha de Pesquisa em Tecnologia de Aplicação de Insumos na Agricultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestre em Engenharia Agrícola**.

Orientador: Prof. Jerson Vanderlei Carús Guedes

Santa Maria, RS, Brasil.

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Machado, Rodrigo Tascheto
Emergência, distribuição espacial e manejo de burva
resistente ao herbicida glifosato / Rodrigo Tascheto
Machado.-2014.
56 p.; 30cm

Orientador: Jerson Vanderlei Carús Guedes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, RS, 2014

1. Planta daninha 2. Agricultura de precisão 3. Mapas
de emergência I. Guedes, Jerson Vanderlei Carús II.
Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Rodrigo Tascheto Machado. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: rodrigotm@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

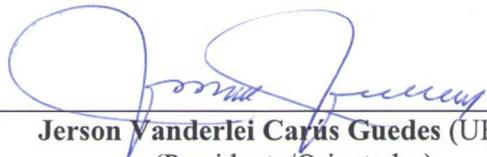
A Comissão examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EMERGÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E MANEJO DE BUVA
RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO**

Elaborada por
Rodrigo Tascheto Machado

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Agrícola

COMISSÃO EXAMINADORA:



Jerson Vanderlei Carús Guedes (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Elder Dal Prá, Dr. (Emater/RS-Ascar)



Valmir Aita, Dr. (Colégio Politécnico- UFSM)

Santa Maria, 31 de Janeiro de 2014.

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Enilton e Jurema, e à Carla, minha namorada, pelo exemplo de dedicação, respeito, carinho, compreensão e paciência. Sem vocês este sonho não teria se realizado, essa vitória é nossa.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela realização deste curso.

Ao Prof. Dr. Jerson Vanderlei Carús Guedes, pelo desafio, pela orientação, pelo incentivo, mas, acima de tudo, pela amizade e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional a mim prestados.

Ao Prof. Dr. Sérgio Luiz de Oliveira Machado, pela coorientação, pela pronta disponibilidade em ajudar quando solicitado e pela amizade criada com o passar do tempo.

Aos Funcionários do Departamento de Defesa Fitossanitária Angelita Martins e Marizete Pozzobon e à secretária do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola Luciana Nunes pelo apoio prestado.

Aos colegas Elder Dal Prá, Maicon Machado, Bruno Sari e Deivid Magano pela ajuda concedida a mim nos trabalhos de campo, na elaboração dos mapas na análise estatística e na confecção dos artigos; sem a ajuda de vocês este trabalho não seria possível.

Aos amigos e produtores Antônio Colpo e Rodrigo Longhi pela disponibilidade das áreas para realização dos ensaios.

Aos amigos Adilson Jauer, Nelton Brandão e Rubens Fiorin pelos produtos e equipamentos fornecidos para a aplicação dos tratamentos.

Aos meus pais, Enilton e Jurema, pela paciência, compreensão, incentivo, dedicação e carinho disponibilizado neste período.

À minha namorada Carla pelo amor, incentivo e ajuda nos momentos difíceis.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho o meu muito obrigado.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

EMERGÊNCIA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E MANEJO DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO

AUTOR: RODRIGO TASCHETO MACHADO

ORIENTADOR: JERSON VANDERLEI CARÚS GUEDES

Data e local da defesa: Santa Maria, 31 de Janeiro de 2014

O conhecimento da distribuição espacial das populações daninhas permite ações de manejo localizado, que podem ocasionar o benefício da economia de insumos e da preservação da qualidade do ambiente. O objetivo do estudo foi avaliar o fluxo de emergência, a distribuição espacial com a utilização de mapas e o manejo químico e mecânico para o controle de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) resistente ao herbicida glifosato. O primeiro capítulo apresenta amostragens realizadas na entressafra da cultura da soja, nos municípios de Cruz Alta e São Gabriel, RS, Brasil, em área de 9,47 ha e de 4,98 ha, respectivamente. As amostragens de buva foram realizadas em cada ponto amostral através da contagem de plantas de buva no interior do quadro amostral com dimensões de 0,50 x 0,50m. A análise da variabilidade espacial foi feita com semivariogramas nos diferentes fluxos de emergência de buva, os mapas foram gerados com o programa computacional ArcGis 9.3, e a dependência espacial estimada pela classificação de Cambardella et al. (1994). A distribuição espacial de buva apresenta dependência espacial nas duas áreas analisadas em seus respectivos fluxos de emergência. Os grides amostrais utilizados foram apropriados para caracterizar a distribuição espacial de buva. No segundo capítulo, o ensaio foi constituído por seis tratamentos; dois manejos mecânicos (aração seguida de gradagem e gradagem em sentido único) e três manejos químicos (associações entre glifosato + 2,4 - D, glifosato + saflufenacil e glifosato isolado), além de uma testemunha (sem controle). As plantas daninhas presentes na área de experimento foram *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* em fase reprodutiva, com altura média de 75cm, e com 80% de cobertura do solo. As avaliações de controle foram realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT). O tratamento do herbicida glifosato isolado não obteve êxito, confirmando assim, a suspeita de resistência da planta daninha alvo. As combinações entre os herbicidas 2,4-D e saflufenacil associados ao glifosato propiciaram incremento significativo no controle de plantas de buva. O manejo mecânico (aração + gradagem) obteve controle total. Estes tratamentos, com excessão do glifosato aplicado isolado, podem ser recomendados para o manejo de buva em pré-semeadura da cultura da soja.

Palavras-chave: Planta daninha. Agricultura de precisão. Mapas de emergência.

ABSTRACT

Master's Dissertation
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Santa Maria

EMERGENCE, SPATIAL DISTRIBUTION, AND MANAGEMENT OF HORSEWEED RESISTANT TO HERBICIDE GLYPHOSATE

AUTHOR: RODRIGO TASCHETO MACHADO
ADVISER: JERSON VANDERLEI CARUS GUEDES
Date and place of examination: Santa Maria, January 31, 2014

The knowledge of spatial distribution in weed populations allows site specific management that can entail economic benefits of materials, and preservation of the environment. The objective of this study is to evaluate the emergence flow, spatial distribution with utilization of maps, and chemical and mechanical management on horseweed (*Conyza bonariensis* and *Conyza Canadensis*) resistant to herbicide glyphosate. The first analysis has samples from previously harvested soybean sites in the municipality of Cruz Alta and São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brazil; with an area of 9.47 and of 4.98 ha, respectively. The samples were taken from each sample point of 0.50 x 0.50m by counting the number of horseweed presented. The analysis of the spatial distribution was done with semivariograms in different emergence flows of horseweed with a map generated by the software program ArcGis 9.3, and spatial dependence was estimated by classification of Cambardella et al. (1994). The second analysis consisted of six treatments: two mechanical managements (plowing followed by harrowing and harrowing one-way); three chemical managements (glyphosate + 2,4-D[®], glyphosate + saflufenacil, and glyphosate alone), and a control without management. The weeds *Conyza bonariensis* and *Conyza canadensis* presented in the experimental area were in the reproductive phase with an average height of 75cm and 80% soil coverage. The evaluation of the experiment was performed in 7, 14 and 28 days after application of treatment (DAT). The treatment of glyphosate alone was unsuccessful, thus confirming that the weeds have developed a resistance to the chemical. The combinations between the herbicides of 2,4-D[®] and saflufenacil with glyphosate propitiated significant increases in the control of horseweed. The mechanical management (plowing followed by harrowing) obtained total control of horseweed. The chemical treatments, with exception to glyphosate, can be recommended for the management of horseweed in pre-sowed soybeans.

Keywords: Weeds. Precision farming. Emergence maps.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quadro amostral utilizado para o levantamento de buva.....	17
Figura 2 – Semivariogramas ajustados em 12/10/2012 (a), em 26/10/2012 (b) e em 09/11/2012 (c) para densidade total de buva, para o gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS, 2012.....	20
Figura 3 – Semivariogramas ajustados em 25/05/2013 (a), em 08/06/2013 (b) e em 22/06/2013 (c) para densidade total de buva, para o gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS, 2013.....	21
Figura 4 – Semivariogramas ajustados em 01/06/2013 (a), em 16/06/2013 (b) e em 30/06/2013 (c) para densidade total de buva, para o gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS, 2013.....	22
Figura 5 – Mapa da distribuição espacial de buva em 12/10/2012, resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.....	23
Figura 6 – Mapa da distribuição espacial de buva em 26/10/2012 resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.....	24
Figura 7 – Mapa da distribuição espacial de buva em 09/11/2012 resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.....	25
Figura 8 – Mapa da distribuição espacial de buva em 25/05/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS.....	26
Figura 9 – Mapa da distribuição espacial de buva em 08/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS.....	27
Figura 10 – Mapa da distribuição espacial de buva em 22/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS.....	28
Figura 11 – Mapa da distribuição espacial de buva em 01/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS.....	29
Figura 12 – Mapa da distribuição espacial de buva em 16/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS.....	30
Figura 13 – Mapa da distribuição espacial de buva em 30/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS.....	31

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Parâmetros dos semivariogramas relativos à emergência de buva na cultura da soja. Cruz Alta e São Gabriel RS, 2012/13.....	19
--	-----------

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Tratamentos, nome comercial, concentração, dose e manejos empregados em pré-semeadura na cultura da soja para o controle de buva. Santa Maria, RS, 2012/13.....	43
Tabela 2 – Eficiência dos manejos químicos e mecânicos associados em pré-semeadura na cultura da soja para controle de buva. Santa Maria, RS, 2012/13.....	44
Tabela 3 – Contrastes ortogonais aos 7 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.....	45
Tabela 4 – Contrastes ortogonais aos 14 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.....	46
Tabela 5 – Contrastes ortogonais aos 28 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 CAPÍTULO I - EMERGÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO	12
Resumo	12
Abstract.....	13
2.1 Introdução.....	14
2.2 Material e métodos	16
2.3 Resultados e discussão	18
2.4 Conclusão	32
2.5 Referências	33
3 CAPÍTULO II - MANEJO DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO	37
Resumo	37
Abstract.....	38
3.1 Introdução.....	39
3.2 Material e métodos	42
3.3 Resultados e discussão	44
3.4 Conclusão	49
3.5 Referências	50
4 DISCUSSÃO GERAL	54
5 CONCLUSÃO GERAL	55
REFERÊNCIAS GERAIS	56

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Estado do Rio Grande do Sul cultivou, na safra 2012/2013, uma área de 4,6 milhões de hectares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com uma produção de 12,1 milhões de toneladas (CONAB, 2013). Por sua vez, as plantas daninhas, quando mal manejadas, podem acarretar sérios prejuízos econômicos às culturas de uma maneira geral. Neste caso, ocorre a competição por água, luz e nutrientes, reduzindo o potencial produtivo das culturas. Entretanto, aplicações excessivas de herbicidas também resultam em prejuízos ao meio ambiente, evidenciando a necessidade de conhecimento sobre métodos de controle (químicos e/ou mecânicos) e também sobre a distribuição espacial das plantas daninhas, visando o aumento na eficiência das medidas de controle e o uso racional dos herbicidas empregados para o manejo destas invasoras.

A agricultura de precisão tem ocupado espaço no setor agrícola, pela aplicação de insumos em locais minuciosamente estudados e conseqüentemente mapeados e nas quantidades requeridas em cada ponto analisado, constituindo-se assim, como alternativa importante para redução dos custos de produção das propriedades, diminuição dos problemas ambientais e aumento da produtividade das culturas. A adoção do manejo preciso de plantas daninhas constitui-se como uma inovação à agricultura tradicional, que provoca impactos ambientais e custos desnecessários ao produtor. Para que o manejo preciso destas invasoras possa ser utilizado com sucesso, é necessário desenvolver metodologias eficientes de localização destas ervas, e por conseqüência, a redução dos custos de implantação das culturas (MORAES et al., 2008).

O objetivo do estudo foi avaliar o fluxo de emergência, a distribuição espacial com a utilização de mapas e o manejo químico e mecânico para o controle de buva resistente ao herbicida glifosato.

2 CAPÍTULO I

EMERGÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO

Resumo

Plantas daninhas acarretam danos e prejuízos econômicos para as culturas de uma maneira geral, quando o seu controle é deficiente, estudos referentes a distribuição de plantas daninhas permitem o seu mapeamento e, inclusive a adoção de práticas de manejo localizado. Assim, o objetivo do trabalho foi estimar o fluxo de emergência e a distribuição espacial de buva resistente ao herbicida glifosato em lavouras de soja Roundup Ready (RR) para a geração de mapas de distribuição. As amostragens foram realizadas no município de Cruz Alta e São Gabriel, RS, Brasil, na entressafra da cultura da soja, em áreas de 9,47 ha e 4,98 ha respectivamente. O perímetro das áreas foi demarcado com GPS de posicionamento por ponto absoluto, com interface para computador de mão. Para a confecção dos grides amostrais foi utilizado o programa computacional CR-Campeiro. A densidade populacional foi realizada pela contagem das plantas de buva encontradas no interior do quadro amostral, com dimensões de 0,50 x 0,50m (comprimento x largura), respectivamente, em cada um dos pontos amostrais demarcados. A análise da variabilidade espacial nos diferentes fluxos de emergência de buva, foram feitas através de semivariogramas, gerado com o programa computacional ArcGis 9.3. Os mapas foram confeccionados com os dados da contagem de plantas de buva e, para a análise da dependência espacial, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994). Os grides amostrais utilizados foram apropriados para a caracterização da distribuição espacial nos diferentes fluxos de emergência de buva. Os mapas da distribuição espacial demonstram o comportamento agregado da planta daninha estudada.

Palavras-chave: Agricultura de precisão. *Conyza* spp.. Mapas de emergência.

EMERGENCE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF HORSEWEED RESISTANT TO HERBICIDE GLYPHOSATE

Abstract

Weeds, in general, cause damage and economic losses to crops, when the management is poor. The purpose of this study, we estimated the emergence flow and spatial distribution of horseweed resistant to herbicide glyphosate in Roundup Ready® (RR) soybean crops, and generated a distribution map. The samples sites are from the municipalities of Cruz Alta and São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brazil, in off-season soybeans in areas of 9.47 and 4.98 ha, respectively. The perimeter of the area was determined by a Global Positioning System by absolute point with interface to the handheld. In order to produce the sample sites, we used the CR-Campeiro software. The population density was made by counting the number of horseweed plants within the sample points, with dimensions of 0.50 x 0.50m (length and width), respectively. The analysis of spatial variability in different emergence flows of horseweed, were done through semivariograms with the software program ArcGis 9.3. The maps were generated after the count of horseweed presented, and, for the analysis of spatial dependence, it was utilized by classification of Cambardella et al. (1994). The sample points were appropriated by the characterization of spatial distribution in different emergence flows of horseweed. The maps of spatial distribution demonstrated an aggregated behavior of weeds studied in this experiment.

Keywords: Precision agriculture; *Conyza* spp.; Emergence maps.

2.1 Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a oleaginosa mais cultivada no mundo, desempenhando papel de grande importância na economia agrícola brasileira. No ano agrícola de 2012/2013 estima-se que, no país, foram cultivados aproximadamente 27 milhões de hectares de soja com produção aproximada de 81 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2013).

Apesar de ser uma cultura muito explorada, a soja ainda apresenta perdas em produtividade por diversos fatores, dentre eles, a interferência de plantas daninhas (CÂMARA, 1991; SALVADOR, 2006; SEDIYAMA, 2009).

Dependendo da espécie, da densidade e da distribuição das plantas daninhas na lavoura, as interferências podem acarretar reduções na produtividade agrícola entre 40 e 80% (GAZZIERO et al., 2004). Esta redução está associada à competição interespecífica que as invasoras exercem por luz, água e nutrientes, além de dificultarem o procedimento de colheita, e serem hospedeiras de pragas e doenças (NEPOMUCENO et al., 2007). Porém, a redução na produtividade não ocorre somente à medida que se aumenta o período de convivência, acontece quando a competição da cultura com as invasoras se dá em determinado período fenológico da cultura (CARVALHO; VELINI, 2001).

A buva é uma espécie da família *Asteraceae*, a qual se dissemina com muita facilidade, por intermédio unicamente de sementes, que são muito pequenas e leves, denominadas de aquênios, facilmente veiculadas pelas correntes de ar. Trata-se de uma planta anual, com fluxos de emergência em diferentes períodos durante o ano. A germinação ocorre com maior intensidade no final do outono/inverno, encerrando o ciclo na primavera/verão (KISSMANN; GROTH, 1999).

Inúmeras causas são responsáveis pelo aumento das infestações de espécies de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*) em áreas agrícolas, especialmente na cultura da soja. Estão inclusas a não adoção da rotação de culturas, o uso continuado de manejo reduzido do solo, o desenvolvimento da resistência aos herbicidas devido às aplicações contínuas e frequentes de um mesmo produto (como glifosato, por exemplo), a utilização de herbicidas com o mesmo mecanismo de ação e a não adoção de medidas para controlar infestações durante períodos em que as áreas estão em pousio (LAZAROTO et al., 2008).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade inerente e herdável de determinados biótipos, dentro de uma população, de sobreviver e se reproduzir

após a exposição a doses de herbicidas que seriam letais a indivíduos normais (suscetíveis) da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI, 2008). Trata-se de um fenômeno natural que ocorre espontaneamente nas populações, não sendo, portanto, o herbicida o agente causador, e sim selecionador dos indivíduos resistentes que se encontram em baixa frequência inicial (CHRISTOFFOLETI et al., 1994; LÓPEZ-OVEJERO et al., 2006).

Estudos voltados à distribuição espacial de plantas daninhas, permitiram o mapeamento e a definição de estratégias de manejo, como por exemplo, a aplicação de herbicidas a taxas variáveis, reduzindo os níveis (doses) de herbicidas utilizados (CARDINA et al., 1995; SHIRATSUCHI, 2001). Além de aspectos ambientais, o mapeamento da distribuição espacial possibilita também o manejo mecânico-cultural de forma localizada.

Atualmente variações espaciais podem ser analisadas através de técnicas geoestatísticas que permitem confeccionar mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (FARIAS et al., 2002). Libardi (1986) relata que na geoestatística os pontos de amostragem são pré-definidos. O autor descreve que neste tipo de análise, pode-se calcular a média e a variância, e somente por meio da geoestatística considera-se a dependência espacial.

A geoestatística é fundamentada na teoria segundo a qual os valores medidos em um determinado local estão de alguma forma em concordância com a sua distribuição espacial, logo, as observações tomadas a curtas distâncias devem ser mais semelhantes do que aquelas tomadas a distâncias maiores (VIEIRA et al., 2002).

A geoestatística teve seu início na África do Sul quando Krige (1951), trabalhando com dados relacionados à concentração de ouro, não constatava sentido nas variâncias calculadas se não levasse em conta também a distância existente entre as amostras (VIEIRA, 2000). A estimativa da dependência entre amostras vizinhas no espaço pode ser realizada através de uma autocorrelação que é de grande utilidade quando se está fazendo amostragem em uma direção. Quando a amostragem envolve duas direções (x,y) o instrumento mais indicado na estimativa da dependência entre amostras é o semivariograma (SILVA, 1988).

O semivariograma avalia o grau de dependência espacial entre amostras dentro de um campo experimental, além de definir parâmetros necessários para a estimativa de valores para locais não amostrados, através da técnica de krigagem (SALVIANO, 1996).

Conhecido o semivariograma da variável, e havendo dependência espacial entre as amostras, pode-se interpolar valores em qualquer posição no campo de estudo, sem tendência e com variância mínima (VIEIRA, 2000). O método de interpolação é denominado de krigagem e tem como base os dados amostrais da variável regionalizada e as propriedades

estruturais do semivariograma obtido a partir destes dados o que permite visualizar o comportamento da variável na região através de um mapa de isolinhas ou de superfície.

A geoestatística está sendo utilizada para a determinação de variações espaciais de plantas, pragas e solo, no qual se fundamenta o princípio de que a diferença no valor de uma determinada variável em dois pontos é dependente da distância entre os mesmos (VARELLA; SENA, 2008).

Para determinação do padrão de arranjo espacial de uma espécie, é necessário que se tenham dados de contagem de indivíduos, realizados por amostragens (FERNANDES et al., 2002), que define-se como o processo de se tomar amostras para fazer inferências sobre a população em estudo (PEDIGO, 1994). A amostragem pode ser do tipo: Aleatória, quando a distribuição dos pontos coletados é casual; agregada, quando ocorrem grupos de pontos mais próximos entre si; e regular, quando os pontos estão espaçados de forma equidistante (LANDIM et al., 2002).

Atualmente, a tomada de decisão de controle de plantas daninhas, baseia-se em avaliações visuais da necessidade de controle (VOLL et al., 2003). Porém, sua subjetividade impede uma precisa recomendação de controle das plantas daninhas. A habilidade em descrever e mapear a distribuição espacial de plantas daninhas é o primeiro passo para a determinação da melhor metodologia para a aplicação localizada e racional de herbicidas (BALASTREIRE; BAIO, 2001).

Desse modo, o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao aperfeiçoamento do tipo de amostragem sobre espécies invasoras, sua bioecologia em diferentes situações de ambiente, a distribuição espacial e a confecção de mapas, são extremamente importantes para o manejo integrado de plantas daninhas. O objetivo deste trabalho foi analisar o fluxo de emergência de buva, estimando a densidade populacional e, por consequência confeccionar mapas que pudessem expressar a distribuição espacial desta invasora em áreas de cultivo de soja.

2.2 Material e métodos

O estudo foi realizado nos anos de 2012 e 2013 em áreas cultivadas com soja, sob o sistema de semeadura direta. Durante o verão, é feito o cultivo de grãos, e durante o inverno, é destinada ao pastoreio. A primeira área encontra-se no município de Cruz Alta, RS, possui altitude de 432m, latitude de 28°46'05,43"S e longitude de 53°41'39,14"O. A segunda área

está localizada no município de São Gabriel, RS, apresenta altitude de 92m, latitude de 30°19'03,92"S e longitude de 54°17'53,40"O. A escolha destas áreas se deu em função do histórico local de presença de buva resistente ao herbicida glifosato.

O perímetro das áreas foi demarcado com auxílio de um GPS de posicionamento por ponto absoluto, marca Garmin, modelo GPS 10, com interface para computador de mão (Pocket PC). Utilizou-se o programa CR-CAMPEIRO (GIOTTO, 2006), tecnologia móvel, para dividir as áreas experimentais em grades regulares de amostragem e para demarcação dos pontos amostrais utilizou-se o auxílio de estacas fixadas em cada ponto, devidamente identificadas.

Para os levantamentos em Cruz Alta, foram utilizados dois grades regulares de amostragem, o primeiro teve dimensão de 50 x 50m, que originou 37 pontos amostrais, o segundo teve dimensão de 25 x 25m, originando 156 pontos. Já no município de São Gabriel, utilizou-se um gride de 10 x 10m, resultando em 97 pontos amostrais.

As amostragens de buva foram realizadas quinzenalmente, no período de 12/10/12 a 09/11/12 para os 37 pontos e de 25/05/2013 a 22/06/2013 para os 156 pontos no município de Cruz Alta. Em São Gabriel, as avaliações foram realizadas do dia 01/06/13 até o dia 30/06/13. Em cada ponto amostral foi realizado a contagem de plantas de buva no interior do quadro amostral com dimensões de 0,50 x 0,50m (comprimento x largura) conforme a Figura 1.



Figura 1 – Quadro amostral utilizado para o levantamento de buva.

A análise da variabilidade espacial das plantas foi realizada através de semivariogramas, que demonstram o comportamento das semivariâncias em função da distância, podendo assim definir o modelo da variabilidade espacial das plantas de buva. O programa computacional ArcGis 9.3 (ESRI, 2004) utiliza a metodologia dos mínimos quadrados para os ajustes dos modelos e como critérios para seleção do modelo usa o coeficiente de determinação e a soma de quadrados de resíduos.

Os semivariogramas propiciaram a obtenção de seus parâmetros (efeito pepita, patamar e alcance). Tais parâmetros estimados nos semivariogramas, foram empregados diretamente na interpolação por krigagem ordinária no programa computacional ArcGis 9.3, para a geração dos mapas da densidade populacional de buva.

Para a análise da dependência espacial, foi utilizada a classificação de Cambardella et al. (1994), que considera de forte dependência espacial o semivariograma que têm o valor do efeito pepita < 25% do patamar, moderada quando entre 25 e 75% e de fraca quando > 75%.

Os mapas populacionais foram gerados a partir da contagem em seus respectivos pontos amostrais. Foram confeccionados mapas do número total de plantas de buva, estes foram originados com o número de classes variando de acordo com a densidade populacional, com intervalo fixo entre classes (quatro plantas por classe), com exceção da primeira classe, que identifica os pontos onde não há necessidade de aplicação de herbicidas.

2.3 Resultados e discussão

Os resultados serão descritos através da análise da Tabela 1, os quais apresentarão a caracterização geoestatística dos semivariogramas, para posterior análise dos mapas da distribuição espacial de buva.

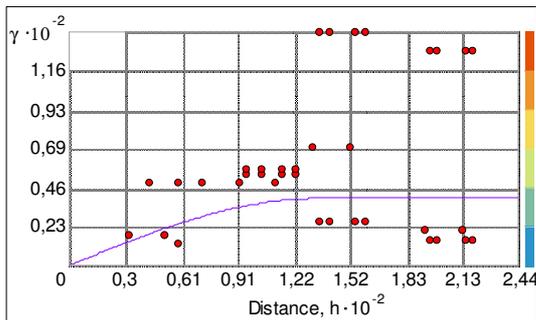
Dentre os semivariogramas gerados (Figura 2, 3 e 4) para as diferentes datas de amostragens, foram ajustados modelos matemáticos para seis destes, pois somente estes, apresentaram dependência espacial. Sendo que os modelos de distribuição espacial que melhor se ajustaram para a variável em estudo foram os modelos esférico e exponencial. Para os demais semivariogramas, não foi possível o ajuste de nenhum modelo, o que significa uma distribuição aleatória (efeito pepita puro).

Tabela 1 – Parâmetros dos semivariogramas relativos à emergência de buva na cultura da soja. Cruz Alta e São Gabriel, RS, 2012/13.

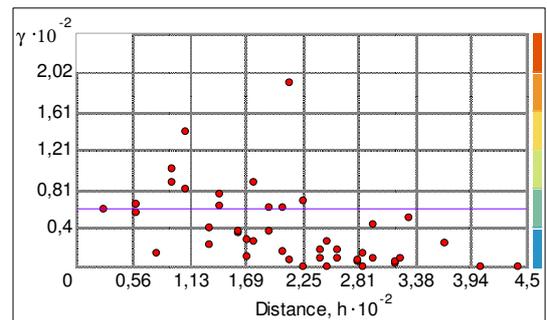
Data	Local	Parâmetros			Dependência espacial	Modelo ajustado
		Efeito pepita (Co)	Patamar (C)	Alcance (a)		
12/10/2012	Cruz Alta	0,00	39,82	134,30	Forte	esférico
26/10/2012	Cruz Alta	59,16	-	-	-	pepita puro
09/11/2012	Cruz Alta	0,00	111,76	79,57	Forte	exponencial
25/05/2013	Cruz Alta	1,18	3,44	66,63	Moderado	exponencial
08/06/2013	Cruz Alta	17,35	-	-	-	pepita puro
22/06/2013	Cruz Alta	91,27	-	-	-	pepita puro
01/06/2013	São Gabriel	0,25	0,85	66,85	Forte	exponencial
16/06/2013	São Gabriel	0,85	1,77	48,48	Moderado	exponencial
30/06/2013	São Gabriel	0,11	3,38	189,94	Forte	exponencial

Na área localizada em Cruz Alta, o ajuste dos modelos de semivariogramas para a espécie em estudo, indicaram dependência espacial classificada como forte de acordo com Cambardella et al. (1994), para as datas 12/10/2012 e 09/11/2012 (Figura 2), referentes ao fluxo de emergência de buva de primavera/verão para o gride de 50 x 50m, pois, o valor do efeito pepita foi inferior a 25% ao do patamar

(a)



(b)



(c)

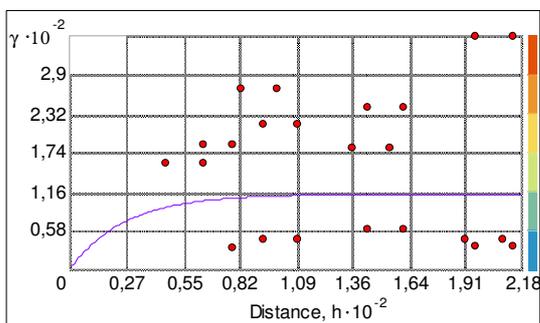
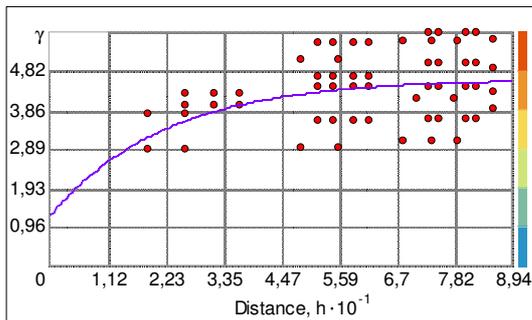


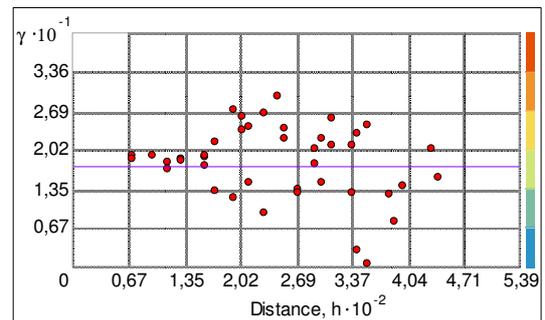
Figura 2 – Semivariogramas ajustados em 12/10/2012 (a), em 26/10/2012 (b) e em 09/11/2012 (c) para densidade total de buva, para o gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS, 2012.

Em 25/05/2013, com o gride amostral de 25 x 25m, o ajuste do semivariograma (Figura 3), indicou dependência espacial moderada, pois o efeito pepita apresenta o valor entre 25 e 75% do valor do patamar, para as datas 08/06/2013 e 22/06/2013, não foi possível o ajuste de nenhum modelo matemático, o que significa que houve distribuição aleatória (efeito pepita puro), para o fluxo de emergência de buva durante o outono/inverno.

(a)



(b)



(c)

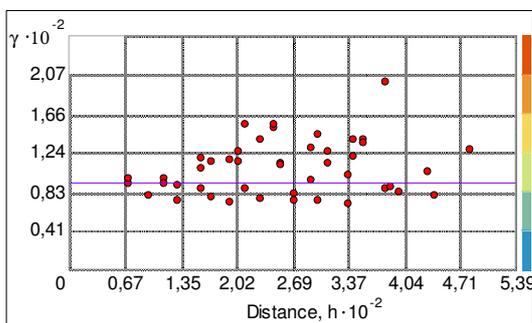


Figura 3 – Semivariogramas ajustados em 25/05/2013 (a), em 08/06/2013 (b) e em 22/06/2013 (c) para densidade total de buva, para o gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS, 2013.

Para a análise dos parâmetros dos semivariogramas, na área localizada em São Gabriel, o ajuste dos modelos indicou dependência espacial classificada como forte, para as datas 01/06/2013 e 30/06/2013 (Figura 4), referentes ao fluxo de emergência de buva de outono/inverno para o gride de 10 x 10m, ou seja, o valor do efeito pepita foi inferior a 25% ao do patamar de acordo com Cambardella et al. (1994). Para a data 16/06/2013 (Figura 4), referente ao mesmo fluxo de emergência, houve ajuste do modelo indicando dependência espacial classificada como moderada, ou seja, quando o efeito pepita apresenta valores entre 25 e 75% do valor do patamar.

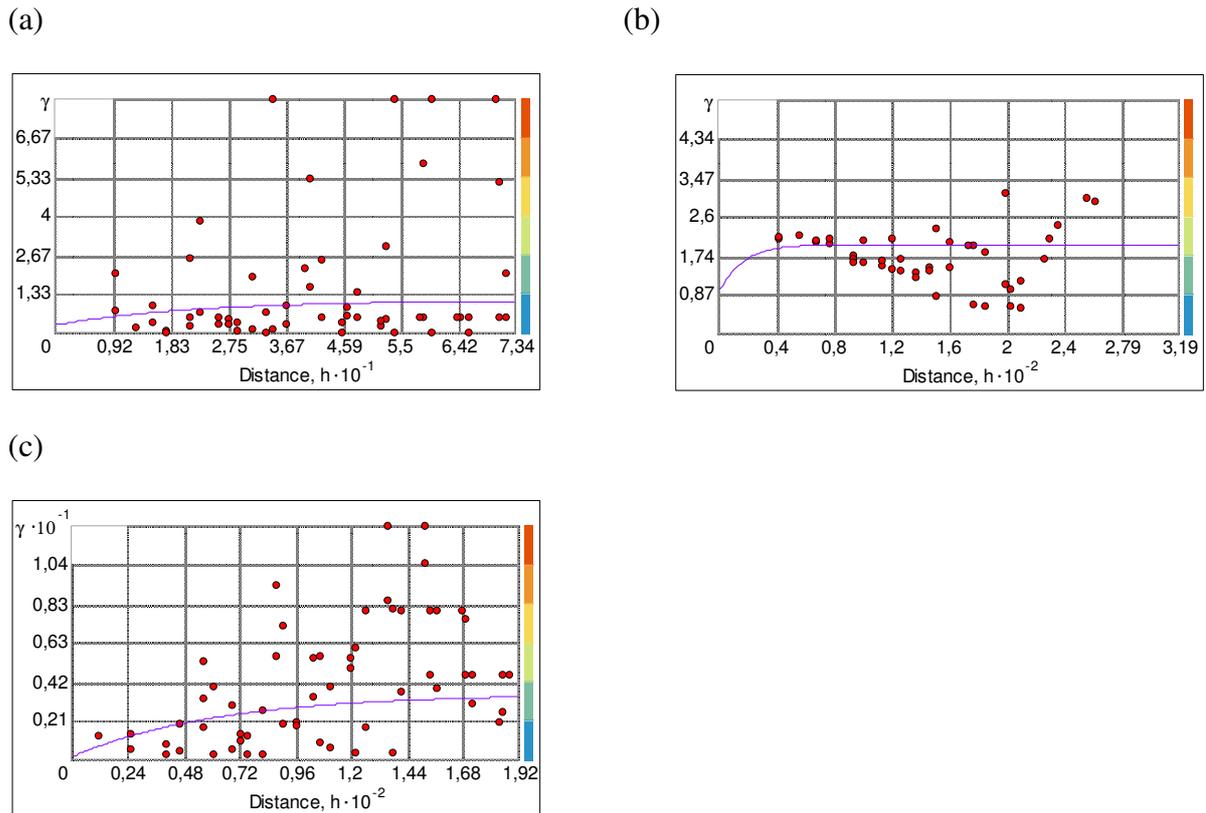


Figura 4 – Semivariogramas ajustados em 01/06/2013 (a), em 16/06/2013 (b) e em 30/06/2013 (c) para densidade total de buva, para o gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS, 2013.

O alcance mínimo obtido foi de 79,57m (Tabela 1), para o fluxo de emergência de primavera/verão de buva em Cruz Alta, demonstrando que a dimensão do gride amostral utilizada (50 x 50m) foi adequada e possibilitando a correta detecção da distribuição espacial de buva. Para o fluxo de emergência de outono/inverno na mesma área em Cruz Alta, o alcance atingiu 66,63m (Tabela 1), ou seja, o gride utilizado (25 x 25m) também foi adequado para a detecção da distribuição espacial de buva.

Em São Gabriel, o alcance mínimo atingiu 48,48m (Tabela 1), para o fluxo de emergência de buva durante o período de outono/inverno. De mesmo modo, o gride utilizado (10 x 10m), foi adequado para expressar a dependência espacial da planta daninha em análise. Segundo Valeriano e Prado (2001), o alcance da dependência espacial representa a influência dos pontos amostrados sobre sua vizinhança. Os procedimentos de levantamento e interpolação de dados terrestres devem ser feitos com espaçamentos menores do que o alcance obtido para a variável analisada.

Após a análise dos parâmetros dos semivariogramas (Figura 2, 3 e 4), foram confeccionados os mapas da distribuição espacial de plantas de buva por krigagem ordinária

demonstrando os locais com maior (azul intenso) e menor (amarelo) densidade populacional, representando as diferentes épocas de avaliações referentes ao fluxo de emergência em seus respectivos períodos (Figura 5 a Figura 13),

Estes resultados evidenciam que plantas de buva se distribuem de forma agregada na área, e corroboram com Shiratsuchi, 2001; Christensen, et al., 2003; Shiratsuchi et al., 2005, os quais relatam que, estudos têm mostrado que infestações de plantas daninhas normalmente não ocorrem de modo uniforme nas áreas agrícolas, sendo que muitas destas espécies estão agregadas ou ocorrem em “manchas” ou “reboleiras”.

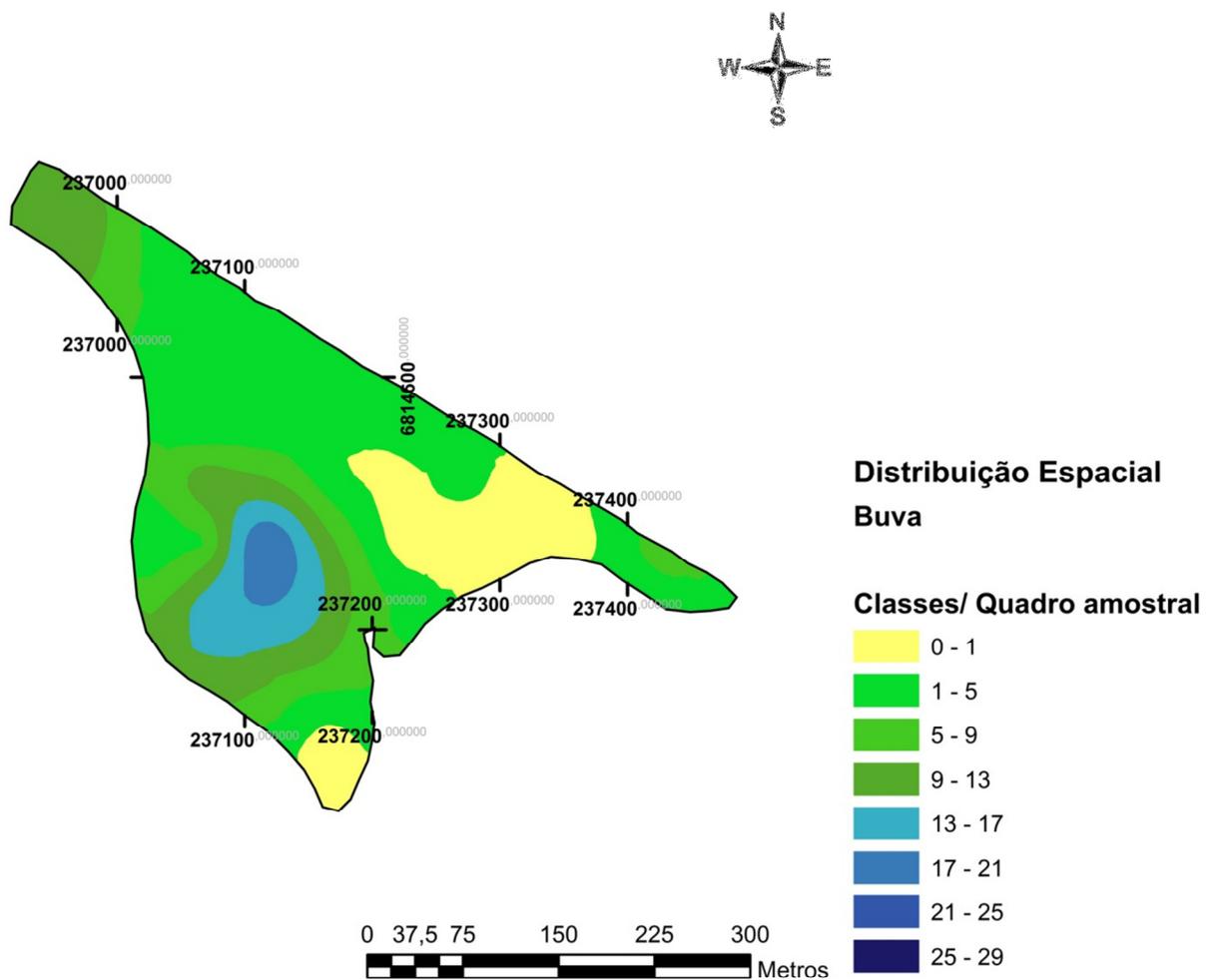


Figura 5 – Mapa da distribuição espacial de buva em 12/10/2012, resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.

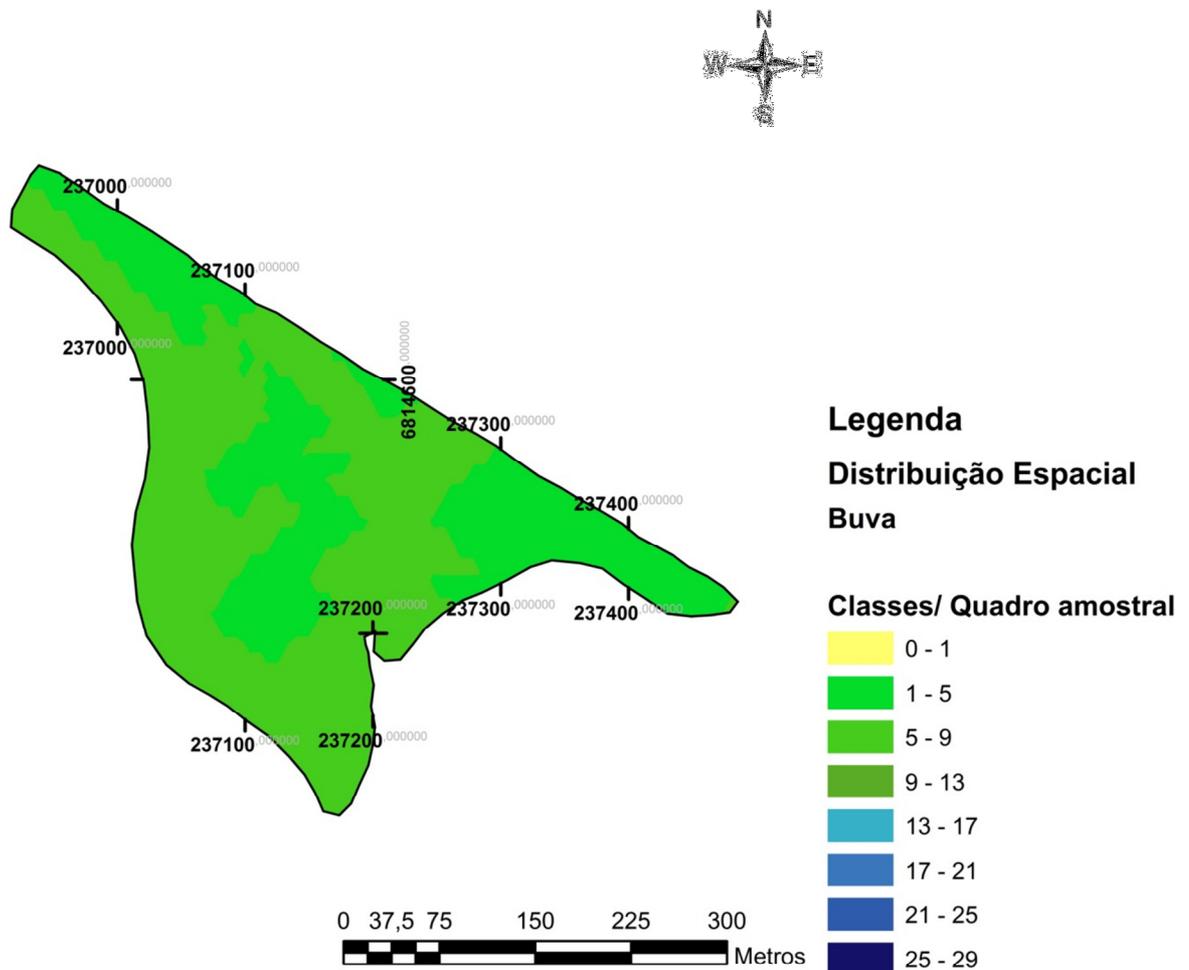


Figura 6 – Mapa da distribuição espacial de buva em 26/10/2012, resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.

O mapa acima (Figura 6) apresentou como resultado efeito pepita puro, não apresentando uma sequencia lógica no aumento da infestação de buva entre os intervalos das avaliações, diferindo das outras duas avaliações, referentes ao mesmo fluxo de emergência avaliado, isso pode ser explicado, devida a presença do gado na área e ao intenso pisoteio dos bovinos, onde existiram alguns danos às plantas de buva presentes nos pontos avaliados.

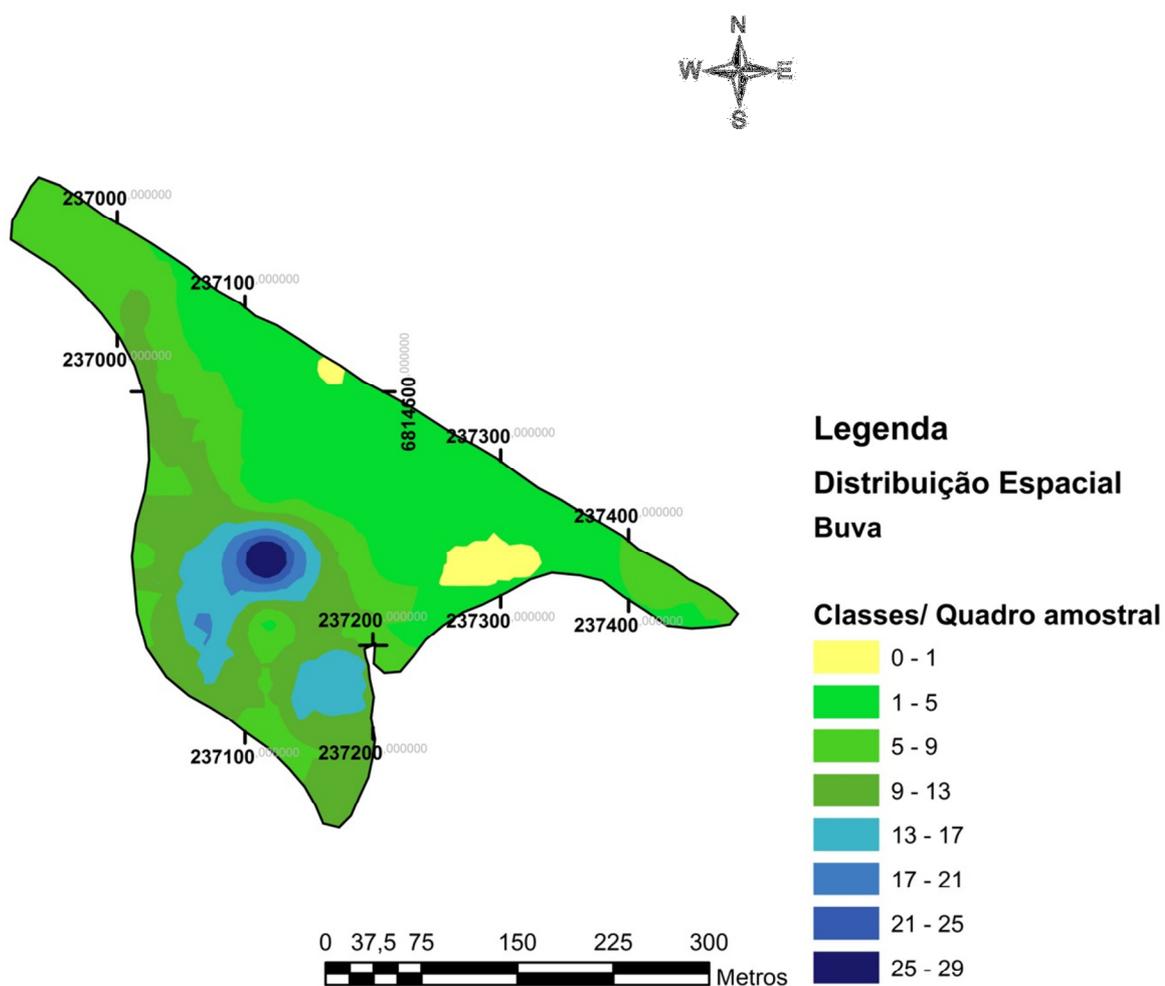


Figura 7 – Mapa da distribuição espacial de buva em 09/11/2012 resultante da krigagem ordinária, com gride de 50 x 50m, Cruz Alta, RS.

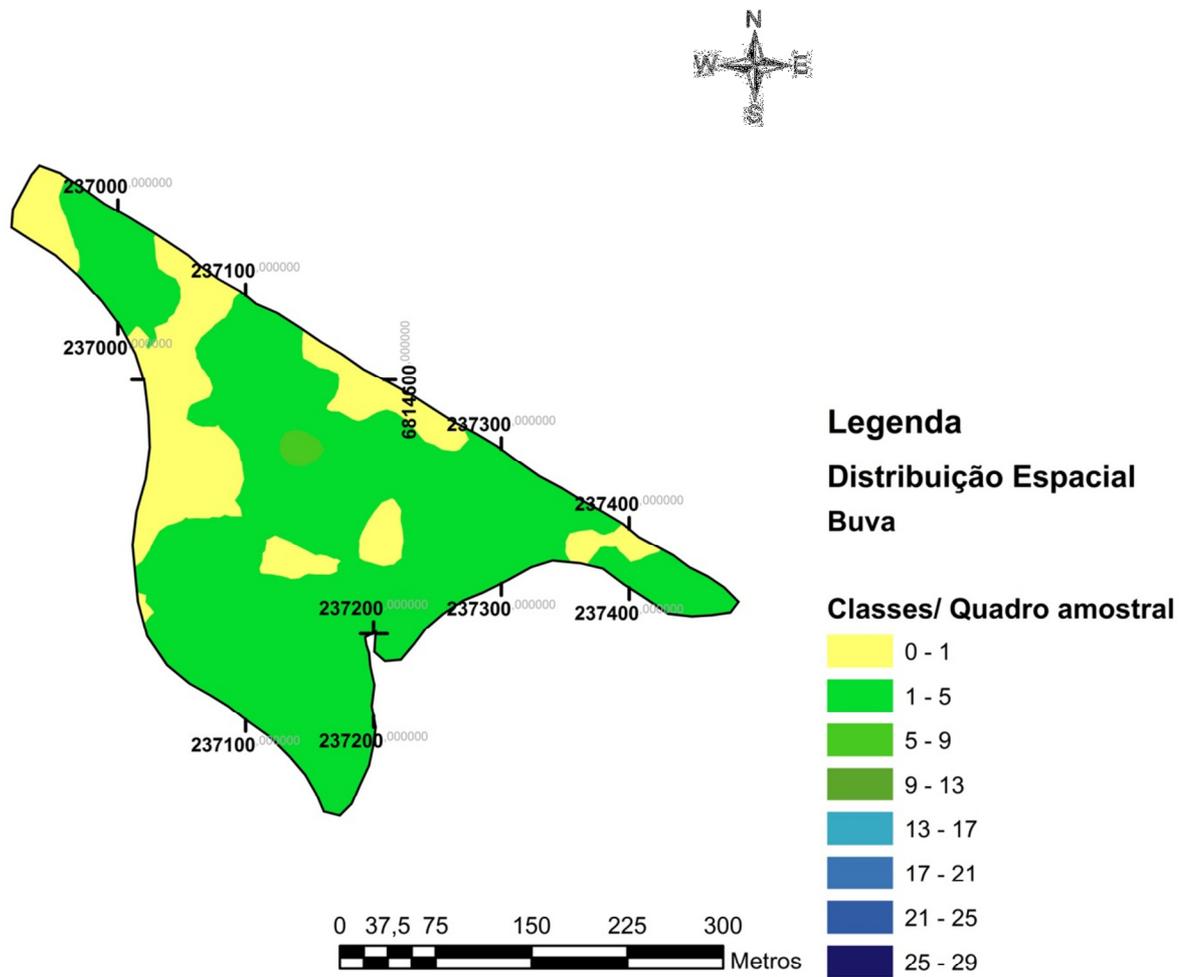


Figura 8 – Mapa da distribuição espacial de buva em 25/05/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 25 x 25m. Cruz Alta, RS.

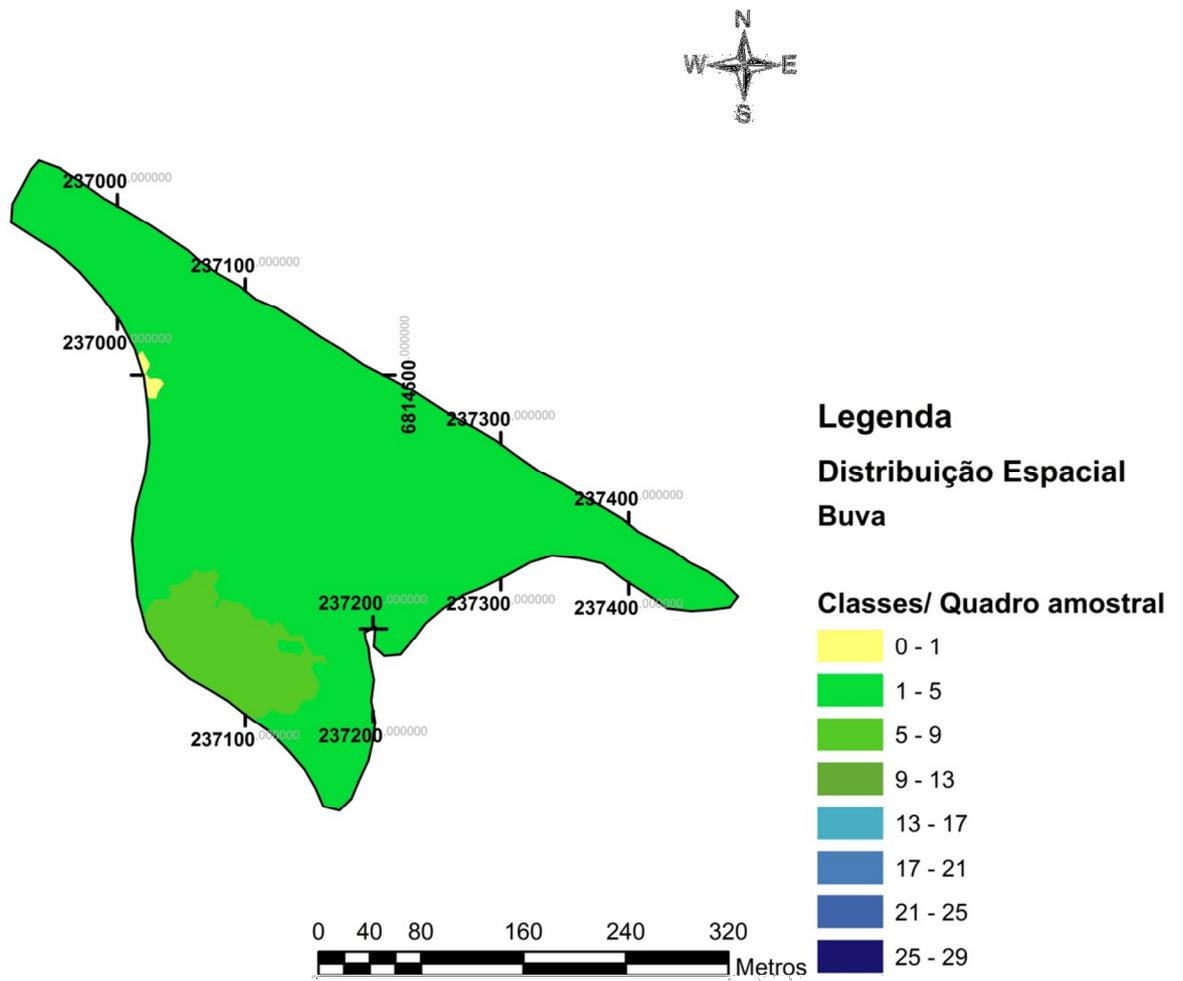


Figura 9 – Mapa da distribuição espacial de buva em 08/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com grade de 25 x 25m, Cruz Alta, RS.

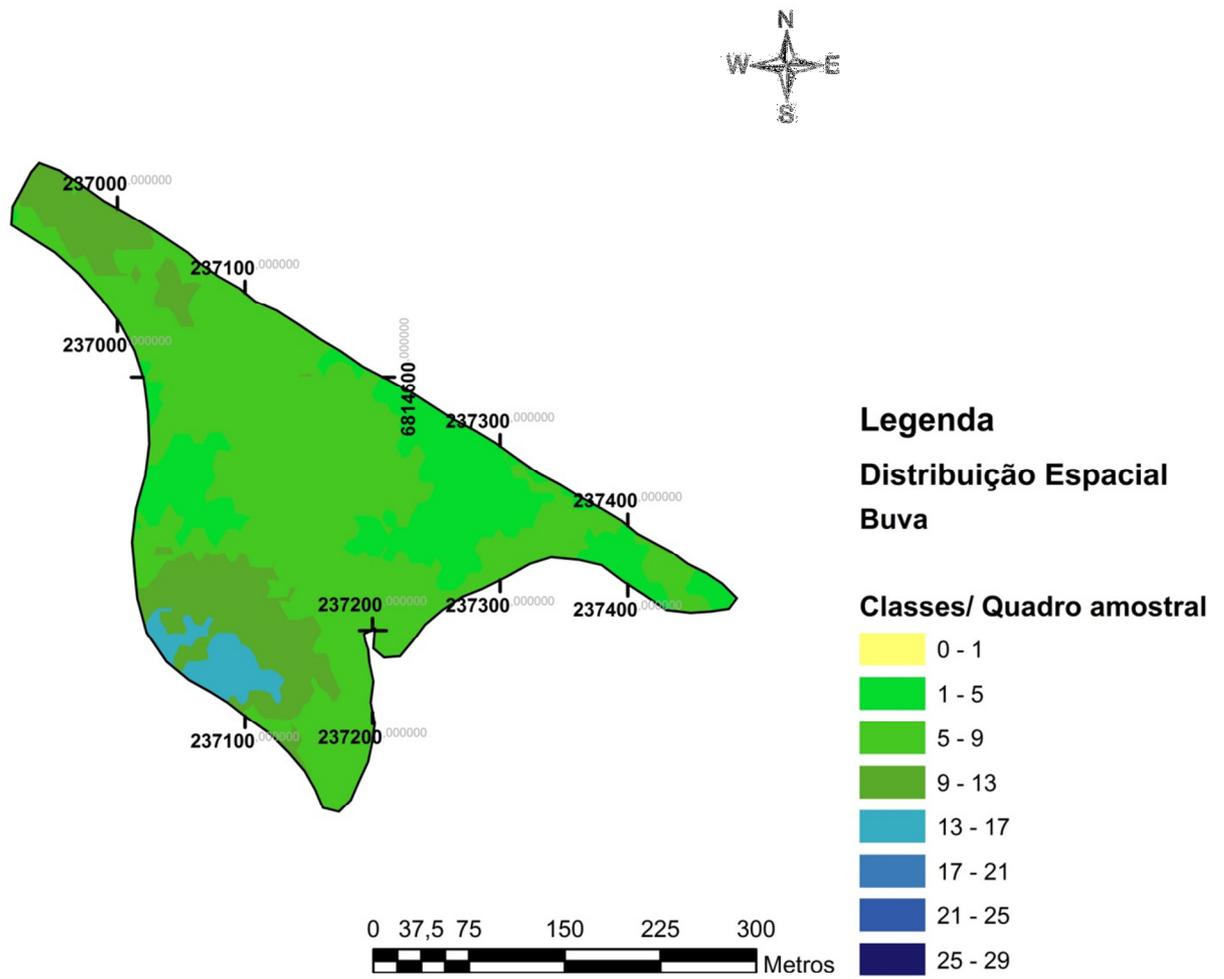


Figura 10 – Mapa da distribuição espacial de buva em 22/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 25 x 25m, Cruz Alta, RS.

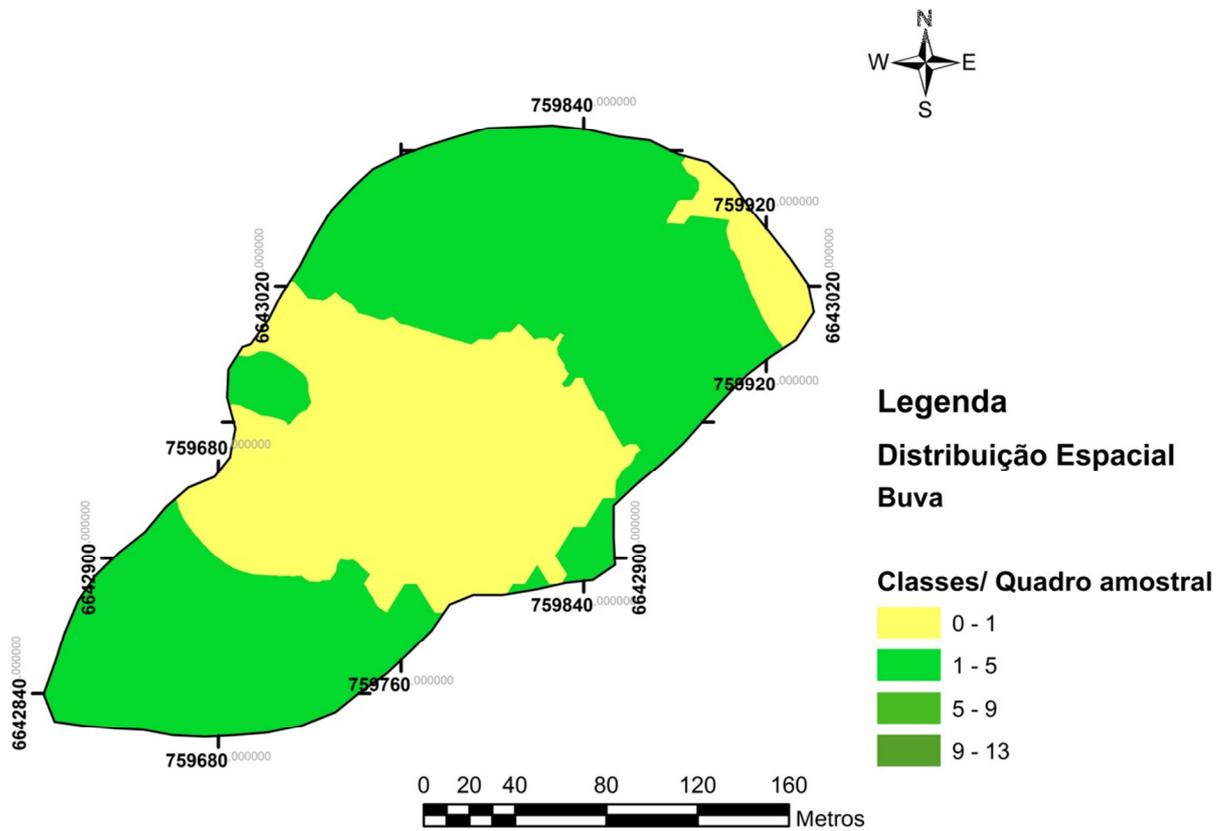


Figura 11 – Mapa da distribuição espacial de buva em 01/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com grade de 10 x 10m, São Gabriel, RS.

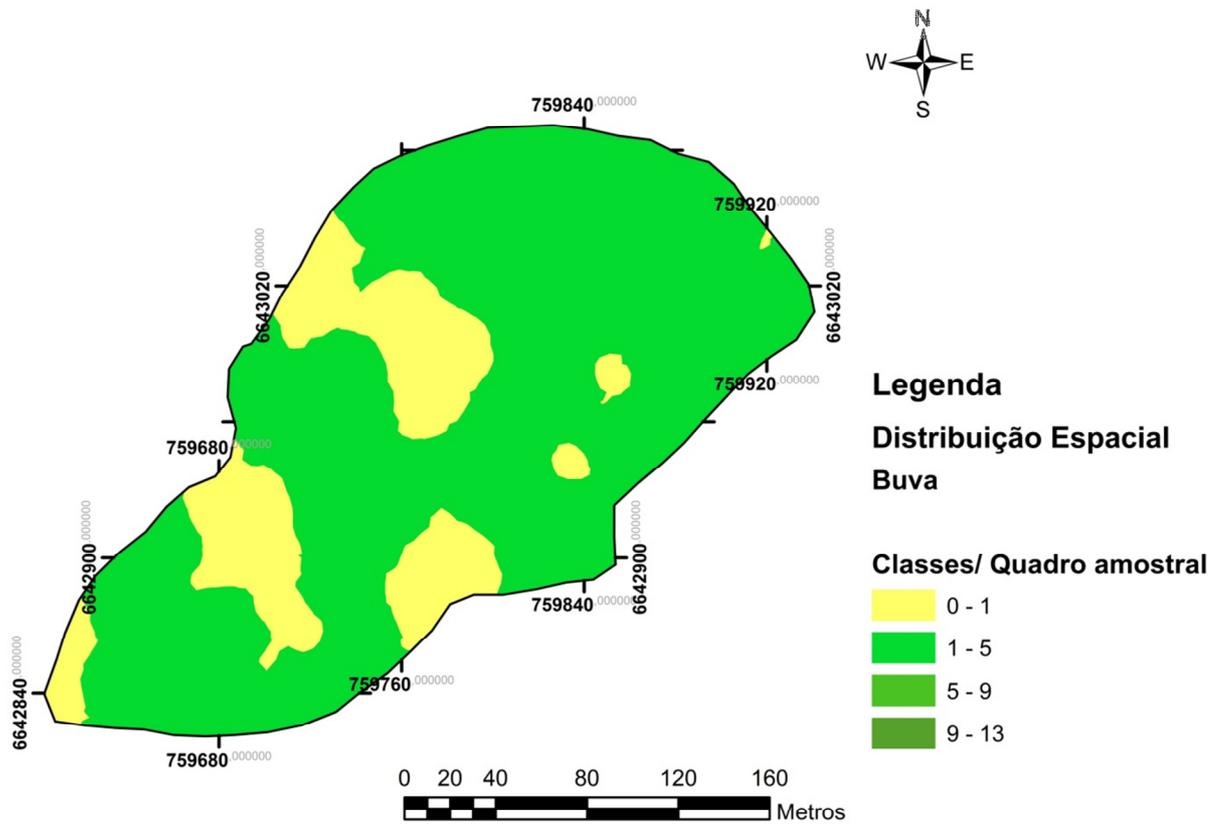


Figura 12 – Mapa da distribuição espacial de buva em 16/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS.

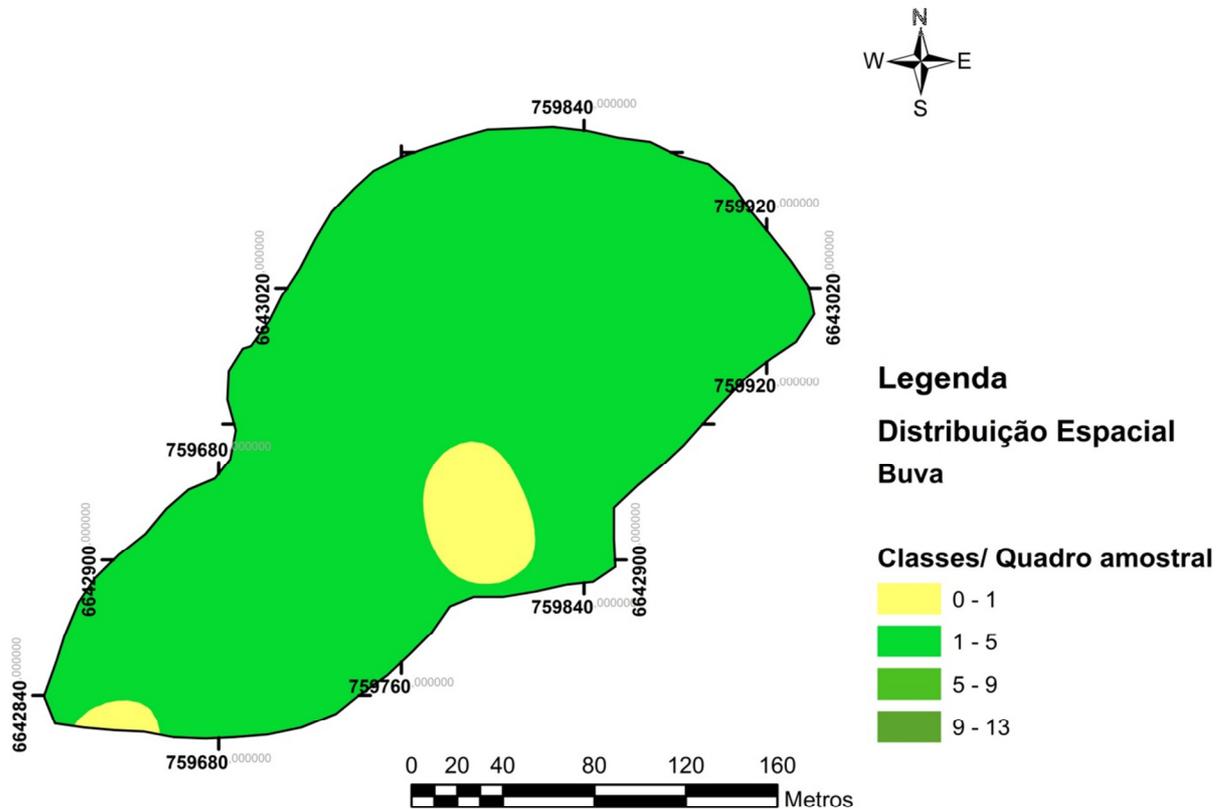


Figura 13 – Mapa da distribuição espacial de buva em 30/06/2013 resultante da krigagem ordinária, com gride de 10 x 10m, São Gabriel, RS.

A análise dos mapas da distribuição espacial de buva nos diferentes locais e períodos demonstrou o aumento na densidade de plantas, entre as datas avaliadas, ou seja, nos dois fluxos de emergência da planta daninha, não houve alteração na forma de distribuição desta invasora resistente ao glifosato, que apresentou comportamento agregado, ainda é possível visualizar a distribuição de infestações em manchas ou reboleiras, corroborando com o que mencionaram Shiratsuchi, 2001; Christensen et al., 2003; Shiratsuchi et al., 2005.

O georreferenciamento é uma técnica válida para o monitoramento de buva e consequentemente para a confecção de mapas de densidade populacional desta planta invasora, facilitando a tomada de decisão para aplicação de métodos localizados de controle, com a utilização racional de herbicidas. Segundo Shiratsuchi et al. (2005), o mapeamento da população de plantas daninhas, a partir de procedimentos geoestatísticos, é um importante aliado no aumento da eficiência de uso de herbicidas. A aplicação de herbicidas, em taxas

variáveis em função do mapeamento por krigagem ordinária, permitiu economia da ordem de 81% no uso de herbicidas (JURADO-EXPOSITO et al., 2005).

O mapeamento de plantas daninhas permite inclusive, a adoção de práticas de manejo localizado (MILANI et al., 2006; SOUZA et al., 2008), o que pode reduzir o volume de herbicidas aplicados ao solo (BALASTREIRE; BAIO, 2001).

Resultados obtidos por Dauer et al. (2006) ajudam a explicar os resultados obtidos neste trabalho. Os autores relatam que sementes de buva são pequenas e, como várias espécies anemocóricas, são compostas por aquênio (2-3 mm) e papus. Este último permite a dispersão das sementes pelo vento, alcançando grandes distâncias. Andersen (1993) relata que a estrutura denominada de papus, permite que a semente permaneça no ar por maiores períodos de tempo, aguardando correntes de vento que as levem a grandes distâncias.

Os resultados obtidos demonstram a viabilidade no uso da geoestatística na estimativa da distribuição espacial de buva e na definição de espaçamentos de grades de amostragem.

O uso da agricultura de precisão no manejo de plantas daninhas permite a aplicação de herbicidas, restritos às necessidades específicas, e em taxas variáveis evitando excessos, o trabalho corrobora com a ideia de tornar a agricultura ambientalmente mais correta, colaborando com a crescente preocupação ambiental e aumentando a lucratividade da produção.

2.4 Conclusão

A análise dos semivariogramas permite modelar a variabilidade espacial nos diferentes fluxos de emergência de buva.

Os grades de amostragem (50 x 50m, 25 x 25m e 10 x 10m) utilizados foram apropriados para caracterizar de forma precisa a distribuição espacial de buva.

Os mapas da distribuição espacial demonstram o comportamento agregado de plantas de buva.

2.5 Referências

- ANDERSEN, M. C. Diaspore morphology and seed dispersal in several wind-dispersed Asteraceae. **American Journal of Botany**, Columbus, v.80, n.4, p.487-492, 1993.
- BALASTREIRE, L. A.; BAIO, F. H. R. Avaliação de uma metodologia pratica para o mapeamento de plantas daninhas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.5, n.2, p.349-352, 2001.
- CÂMARA, G. M. S. **Efeito do fotoperíodo e da temperatura no crescimento e na maturação de cultivares de soja (*Glycine max* (L) Merrill)**. Viçosa MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991, 266f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- CAMBARDELLA, C. A. et al. Fieldscale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 58, n. 6, p. 1501 – 1511, 1994.
- CARDINA, J.; SPARROW, D. H.; MCCOY, E. L. Analysis of spatial distribution of common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till soybean (*Glycine max*). **Weed Science**, Champaign, v.43, n.2, p.258-268, 1995.
- CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja. I - Cultivar IAC-11. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.317-322, 2001.
- CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Levantamento de grãos 2012/2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 26 jan. 2013.
- CHRISTENSEN, S. et al. A decision algorithm for patch spraying. **Weed Research**, v.43, n.4, p.276-284, 2003.
- CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3.ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2008. p. 3-30.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R.; SILVA, C. B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

DAUER, J. T.; MORTENSEN, D. A.; RUMSTON, R. Controlled experiments to predict horseweed (*Conyza canadensis*) dispersal distances. **Weed Science**, Champaign, v.54, n.4, p.484-489, 2006.

ESRI. Redlands: Environmental Systems Research Institute. ArcGIS, 2004.

FARIAS, P. R. S. et. al. Geoestatistical analysis of the spatial distribution of *Rotylenchulus reniformis* on cotton cultivated in crop rotation. **Russian Journal of Nematology**, v. 10, p. 1-9, 2002.

FERNANDES, M. G; BUSOLI, A. C.; BARBOSA, J. C. Distribuição Espacial de *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) em Algodoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 8, n. 3, p. 203-211, 2002.

GAZZIERO, D. L. P.; VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manejo e controle de plantas daninhas em soja**. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. 1. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 595-636.

GIOTTO, E. CR CAMPEIRO 6 – Sistema de gerenciamento de propriedade rural, 2006

JURADO-EXPOSITO, M. et al. Characterizing population growth rate of *Convolvulus arvensis* in weath-sunflower no-tillage systems. **Crop Science**, v. 45, n. 5, p. 2106-2112, 2005.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Bernardo do Campo: Basf, 1999. p. 152-156, 278-284.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. **J. Chem. Metall. Min. Soc. S. Afri.**, Johannesburg, n.52, p.119-139,1951.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. S.; CORSI, A. C. Universidade Estadual de São Paulo/Rio Claro. Laboratório de Geomatemática. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER**. 2002, 21p.

LAZAROTO, C. A; FLECK, N. G; VIDAL, R. A; Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, 2008.

LIBARDI, P. L. Variabilidade espacial da umidade, textura e densidade de partículas ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 10, p. 85-90, 1986.

LÓPEZ-OVEJERO, R. F. et al. Suscetibilidade comparativa a herbicidas pós-emergentes de biótipos de *Digitaria ciliaris* resistente e suscetível aos inibidores da ACCase. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 789-796, 2006.

MILANI, L. et al. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n.4, p. 591-598, 2006.

NEPOMUCENO, M. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da soja nos sistemas de semeadura direta e convencional. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.43-50, 2007.

PEDIGO, L. P. Introduction to sampling arthropod populations, CRC Press, p. 1-11. 1994.

SALVADOR, F. L. Manejo e interferência das plantas daninhas em soja: uma revisão. **Revista da FZVA**, v.13, n.2, p.58-75, 2006.

SALVIANO, A. A. C. **Variabilidade de atributos de solo e de *Crotalaria juncea* em solo degradado do município de Piracicaba-SP**. Piracicaba, 1996. 91p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecnas, 2009, 314p.

SHIRATSUCHI, L. S. **Mapeamento da variabilidade espacial das plantas daninhas com a utilização de ferramentas da agricultura de precisão**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. 96p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, 2001.

SHIRATSUCHI, L. S. et. al. Correlação da distribuição espacial do banco de sementes de plantas daninhas com fertilidade dos solos. **Planta Daninha**, v.23, n.3, p.429- 436, 2005.

SILVA, A. P. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1988, 105p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 1988.

SOUZA, G. S. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos em um Argissolo sob pastagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n.4, p. 589-596, 2008.

VALERIANO, M. M.; PRADO, H. Técnicas de geoprocessamento e de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 997 – 1005, 2001.

VARELLA, C. A. A; SENA, D. G. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Departamneto de Solos. **Estudo do Interpolador IDW para utilização em Agricultura de Precisão, Princípios em Agricultura de Precisão**, Rio de Janeiro, 2008. 26p.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: Novais, R.F.; Alvarez, V.H.; Schaefer, G.R. (eds) **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.1, p.1-54, 2000.

VIEIRA, S. R. et al. Handbook for geostatistical analysis of variability in soil and climate data. In: Alvarez, V.V.H.; Schaefer, C.E.G.R.; Barros, N.F.; Mello, J.W.V.; Costa, J.M. **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.2, p.1-45, 2002.

VOLL, E. et al. Amostragem do banco de sementes da flora emergente de plantas daninhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, p.211-218, 2003.

3 CAPÍTULO II

MANEJO DE BUVA RESISTENTE AO HERBICIDA GLIFOSATO

Resumo

A utilização de técnicas como o manejo mecânico e/ou químico é de fundamental importância para prevenir e manejar a resistência de plantas daninhas. Este estudo teve como objetivo avaliar a associação de controles mecânicos e químicos para o manejo de buva resistente ao herbicida glifosato em lavouras de soja Roundup Ready (RR). O ensaio fora constituído por seis tratamentos; dois manejos mecânicos (aração seguida de gradagem e gradagem em sentido único) e três manejos químicos (associações entre glifosato + 2,4 – D, glifosato + saflufenacil e glifosato em aplicação isolada), além de uma testemunha (sem controle). A planta daninha presente na área de experimento, no momento da aplicação, fora a buva em fase reprodutiva, com altura média de 75cm, e 80% de cobertura do solo. As avaliações de controle dessa invasora foram realizadas aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizando-se uma escala visual com percentual de 0 a 100% (adaptado de Frans et al. 1986), correspondentes a nenhum controle e controle total das plantas, respectivamente. O tratamento composto pela aplicação isolada do herbicida glifosato não obteve êxito, confirmando assim, a suspeita de resistência da planta daninha alvo ao herbicida inibidor da EPSPS. As combinações entre os herbicidas 2,4-D e saflufenacil associados aos glifosato propiciaram incremento significativo no controle de plantas de buva em comparação ao herbicida glifosato aplicado isolado até os 28 DAT. O manejo mecânico (aração + gradagem) resultou em controle eficiente, atingindo 100%. Estes tratamentos, com excessão do glifosato aplicado de forma isolada, podem ser recomendados para o manejo de buva resistente ao glifosato em pré-semeadura da cultura da soja.

Palavras-chave: *Conyza* spp. Saflufenacil. EPSPS.

MANAGEMENT OF HORSEWEED RESISTANT TO HERBICIDE GLYPHOSATE

Abstract

The use of techniques such as mechanical management and/or chemical management is a fundamental importance in preventing and mitigating the resistance of weeds. This study's objective is to evaluate the associations of mechanical and chemical managements from horseweed resistant to herbicide glyphosate in Roundup Ready[®] (RR) soybean crops. The study has six treatments: two mechanical managements (plowing followed by harrowing and harrowing one-way); three chemical managements (glyphosate + 2,4-D, glyphosate + saflufenacil, and glyphosate alone), and a control with no management. The weeds presented in this experimental area, at time of application, were in the reproductive phase, with an average height of 75cm and 80% soil coverage. The evaluations in this experiment were performed at 7, 14 and 28 days after treatment of application (DAT) with a visual scale using percentiles from 0 to 100% (adopted by Frans et al. 1986), corresponding to the plants of the managements and the control, respectively. The treatment of herbicide glyphosate alone was not observed effective, confirming that the resistance to inhibit EPSPS. The combinations between the herbicides 2,4-D[®] and saflufenacil associated with glyphosate propitiated significant increases in controlling horseweed in comparison to glyphosate alone applied at 28 DAT. The mechanical management (plowing followed by harrowing) resulted in efficient control, reaching 100%. These managements, excluding glyphosate alone, can be recommended for the management of horseweed resistant to herbicide glyphosate in pre-sown soybeans.

Keywords: *Conyza* spp. Saflufenacil. EPSPS

3.1 Introdução

O gênero *Conyza* é composto por aproximadamente 50 espécies, sendo duas de extrema importância no território brasileiro. As espécies com maior destaque são *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*, ambas conhecidas, vulgarmente, como buva, rabo de foguete, rabo de cavalo ou voadeira. *C. bonariensis* é originária da América do Sul e sua presença é mais intensa na região Sul do Brasil. A *C. canadensis*, por sua vez, é nativa da América do Norte (KISSMANN; GROTH, 1999), é uma das espécies mais disseminadas no mundo (THEBAUD; ABBOTT, 1995), e é cosmopolita, facilmente encontrada no hemisfério norte e, também, nas Regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país (HOLM et al., 1997).

Atualmente, a buva é uma das principais infestantes encontradas em lavouras de soja no Rio Grande do Sul. Seu controle era realizado, tradicionalmente, com o glifosato durante a dessecação em pré-semeadura da soja e pelas aplicações em pós-emergência na cultura. Entretanto, biótipos passaram a não ser mais controlados com a mesma eficiência em lavouras de soja transgênica, ocorrendo o desenvolvimento da resistência ao glifosato (VARGAS et al., 2007; LAMEGO; VIDAL, 2008).

O cultivo de soja geneticamente modificada com o gene que confere insensibilidade à enzima EPSPS (5-enol-piruvil-shiquimato 3-fosfato sintase) tem aumentado no Brasil. Desta maneira, surgem inúmeras questões sobre do posicionamento do herbicida glifosato no manejo de plantas daninhas nessa cultura, principalmente quanto à dose ideal, momento adequado de aplicação e viabilidade de associação a outros princípios ativos (JUNQUEIRA et al., 2006).

Várias são as recomendações do herbicida glifosato no Brasil, tais como: controle de plantas daninhas em áreas não cultivadas; manejo para renovação de pastagens; aplicações dirigidas em culturas perenes como café, citros e áreas de reflorestamento e, principalmente, como dessecante para implantação do sistema de semeadura direta e no controle seletivo de plantas invasoras em culturas geneticamente modificadas (MEROTTO Jr; VIDAL, 2001; SILVA; SILVA, 2007; PAULA et al., 2011).

O glifosato inibe a atividade da enzima EPSPS, causando bloqueio da rota metabólica e acúmulo de shiquimato nos vacúolos. Como principal efeito, ocorre a redução dos níveis de aminoácidos aromáticos como triptofano, tirosina e fenilalanina essenciais ao desenvolvimento das plantas (ALVES et al., 2002). Assim, as plantas morrem pela ação dos inibidores de EPSPS, devido à redução na eficiência fotossintética e na menor produção de

aminoácidos aromáticos. Esta rota metabólica é fonte dos aminoácidos citados para a síntese protéica, mas também é precursora de vários outros compostos aromáticos importantes como, vitaminas (K e E), hormônios (auxina, etileno), alcalóides, lignina, antocianina e vários outros produtos secundários. Estima-se que 35% ou mais da massa seca das plantas seja representado por derivados da via do shiquimato, ou ainda que 20% do carbono fixado pela fotossíntese seguem por esta rota metabólica (MEROTTO Jr; VIDAL, 2001).

A resistência de plantas daninhas a herbicidas é definida como a capacidade inerente e herdável de alguns biótipos dentro de uma população, sobreviverem e se reproduzirem após a exposição a doses de um herbicida, as quais seriam letais aos demais membros normais (suscetíveis) da mesma espécie (CHRISTOFFOLETI, 2004). Biótipos sensíveis e resistentes de buva ao glifosato apresentam semelhanças na retenção e na absorção do herbicida. No entanto, o biótipo resistente realiza menor translocação de quantidade de herbicida para as raízes, concentrando-o no ponto de aplicação. Dessa forma, o herbicida não é distribuído na planta resistente como ocorre na planta sensível (VARGAS; GAZZIERO, 2009). Em trabalho sobre a translocação de glifosato em biótipos de *C. bonariensis*, Ferreira et al. (2008), detectaram maior concentração do herbicida absorvido no biótipo suscetível, indicando maior eficiência de translocação. No biótipo resistente, o herbicida acumulou-se em maior quantidade no ápice e no centro da folha, sendo que no suscetível observou-se maior acúmulo na base e no centro da mesma folha, estando o mecanismo de resistência relacionado à translocação diferencial do herbicida nos biótipos.

Os herbicidas reguladores de crescimento, também conhecidos como mimetizadores de auxinas e vulgarmente chamado de 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético) são largamente utilizados na agricultura em culturas como: milho, arroz, trigo, cana-de-açúcar e em pastagens para o controle de plantas daninhas da classe das dicotiledôneas (CHRISTOFFOLETI, 2004).

Segundo Rodrigues; Almeida (2005) a absorção de 2,4-D ocorre através das raízes e folhas. Pelas folhas, as moléculas distribuem-se pela cutícula, movimentando-se pelos espaços intercelulares, penetrando no floema, seguindo o curso dos nutrientes para as regiões meristemáticas apicais e das raízes. Depois de absorvido pelas raízes, segue o curso da transpiração pelo xilema até a parte aérea das plantas. A importância da utilização de herbicidas alternativos como o 2,4-D foi demonstrada por Moreira et al. (2007), para diferentes mecanismos de ação associados ao glifosato, sendo um deles o 2,4-D, que aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, obteve controle total (100%), tornando-se, assim, uma opção viável no manejo da resistência desta planta daninha. Reinehr et al. (2012) também

destacam a importância do herbicida 2,4-D combinado ao glifosato, que, aos 28 dias após a aplicação da mistura, evidenciou a eficiência no controle de *C. bonariensis* acima de 85%.

Segundo Grossmann et al. (2010), saflufenacil é um novo ingrediente ativo da família das pirimidinedione, desenvolvido para controle de folhas largas, que faz parte do grupo dos herbicidas inibidores da PPO ou PROTOX (protoporfirinogênio IX oxidase).

Este herbicida é um potente inibidor da biossíntese de clorofila, absorvido rapidamente pelas folhas e com menor intensidade pelas raízes, esse processo gera ligeira perda de integridade da membrana, levando à consequente morte celular rápida das plantas daninhas. As aplicações foliares requerem associações com adjuvantes para otimização de sua ação (FALCÓN; PAPA, 2001; MEROTTO Jr; VIDAL, 2001).

As principais características dos produtos inibidores da PPO ou PROTOX estão relacionadas a pouca ou praticamente nenhuma translocação nas plantas tratadas; a atividade herbicida só ocorre única e exclusivamente na presença da luz, fazendo com que as partes das plantas tratadas com o herbicida morram rapidamente (SILVA; SILVA, 2007).

O cultivo mecânico, realizado por instrumentos tracionados por animais ou tratores, é de larga aceitação na agricultura brasileira, sendo um dos principais métodos de controle de plantas daninhas em pequenas propriedades. Algumas práticas de cultivo mecânico podem ocasionar a redução da pressão de seleção na população de plantas daninhas pelos herbicidas. O preparo mecânico pode substituir o manejo químico. Em algumas situações, a aração feita anualmente não é recomendável, mas a aração rotacional, uma vez a cada quatro ou cinco anos, pode ser uma alternativa viável, pois com isso altera-se a flora de plantas daninhas existentes através de uma maior diversificação (CHRISTOFFOLETI, 2004).

Segundo Fleck (1992), os principais mecanismos responsáveis pelo controle de plantas daninhas por meio do método mecânico são: corte – consiste na separação da parte aérea das raízes; enterrio – as plantas morrem pela ausência de luz para realização da fotossíntese; dessecação – raízes, rizomas e estolões são expostos às condições do ambiente e acabam morrendo por desidratação; exaustão – a estimulação repetida das gemas leva a exaustão das reservas e morte das mesmas (esse método é de grande importância para plantas perenes).

Este manejo, quebra a relação íntima que existe entre raiz e solo, suspendendo a absorção de água e expondo as raízes às condições ambientais desfavoráveis, promovendo assim, o controle das plantas daninhas existentes na área (SILVA; SILVA, 2007).

Foster (1991) relata que a eficiência do controle mecânico é muito variável, principalmente para espécies com fácil enraizamento e com vários fluxos germinativos e emergências durante o ano. Por isso, o método a ser utilizado (mecânico) é muito dependente

das características das espécies daninhas a serem controladas. Plantas daninhas que se multiplicam por meio de estruturas vegetativas como rizomas e estolões podem ter o seu número aumentado se o equipamento empregado fragmentar a planta. Para plantas anuais, o controle mecânico é altamente eficiente, mas para plantas perenes que se desenvolvem através de sistema radicular ou estruturas vegetativas há maiores dificuldades no controle. As principais vantagens do manejo mecânico de plantas daninhas são: ser econômico e eficiente em solos secos e desfragmentar crostas que eventualmente se formam na superfície do solo, aumentando a aeração e a infiltração de água. Já a principal desvantagem seria o favorecimento da erosão (FLECK, 1992; SILVA et al., 1999).

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito dos métodos químico e mecânico no controle de buva resistente ao glifosato.

3.2 Material e métodos

O trabalho foi conduzido em área comercial de produção de soja, sob o sistema de plantio direto no município de Santa Maria-RS, compreendida entre as coordenadas geográficas 53°54' de longitude oeste e 29° 73' de latitude sul, no ano agrícola de 2011/12. Esta área foi utilizada para cultivo, durante dois anos, de cultura de soja durante o verão e de azevém para pastoreio durante o inverno.

O delineamento experimental, foi blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, com parcelas de 6,0m (comprimento) e 4,0m (largura). A relação dos tratamentos utilizados encontra-se na Tabela 1.

Os tratamentos herbicidas foram aplicados em pré-semeadura da cultura com pulverizador costal, pressurizado a CO₂, dotado de barra e, contendo oito pontas de pulverização com espaçamento de 0,50m, e bicos do tipo leque 110.015. O volume de calda utilizado foi de 150L/ha⁻¹. No momento da aplicação dos tratamentos, as condições ambientais foram: umidade relativa do ar 80%, temperatura do ar de 24°C e velocidade do vento de 1,0m/s, coletados com auxílio de um termo-higrômetro e anemômetro digital.

Os tratamentos mecânicos e suas respectivas formas de manejo foram: a) Aração + gradagem: aração seguida de gradagem (ida e volta); b) Gradagem: apenas uma passada em sentido único. A planta daninha presente na área era a buva, em fase reprodutiva, medindo em média 75cm, cobrindo 80% o solo.

Para as avaliações visuais de controle de buva, aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), utilizou-se a escala 0 a 100 de Frans; Crowley (1986), na qual 0 significa ausência de sintomas e 100 corresponde ao controle total das plantas.

Tabela 1 – Tratamentos, nome comercial, concentração, dose e manejos empregados em pré-semeadura da cultura de soja para o controle de buva. Santa Maria, RS, 2012/13.

Tratamentos	Nome comercial	Concentração	Dose (P.C*. ha ⁻¹) ou manejo empregado
Glifosato	Crucial	698 g/L ⁻¹	3000 ml
Glifosato +	Crucial +	698 g/L ⁻¹ +	3000 ml + 750 ml
2,4-D	DMA 806 BR	806 g/L ⁻¹	
Glifosato +	Crucial +	698 g/L ⁻¹ +	3000 ml + 50 g
Saflufenacil	Heat	700 g/Kg ⁻¹	
Grade Niveladora	Gradagem	-	Sentido único
Arado Aivecas	Aração		Sentido único
+	+	-	+
Grade Niveladora	Gradagem		Duplo sentido
Testemunha	-	-	-

* Produto comercial

Para análise dos tratamentos, utilizou-se o *software* Sisvar, por meio de contrastes ortogonais, que toma por base a análise das eficiências dos tratamentos empregados. Este método foi adotado visando verificar-se os manejos empregados para o controle de buva em pré-semeadura de soja RR, como por exemplo, o contraste 1 (com controle x sem controle), que leva em consideração a importância em realizar ou não o controle de buva. O contraste 2 (comparativo entre as médias do manejo mecânico x manejo químico), contraste 3 (aração + gradagem x gradagem), contraste 4 (glifosato x glifosato + saflufenacil) e finalmente o contraste 5 (glifosato + saflufenacil x glifosato + 2,4-D).

3.3 Resultados e discussão

Na primeira avaliação, aos 7 DAT, o efeito da adição de herbicida, neste caso o 2,4-D e saflufenacil ao glifosato, proporcionou incremento no controle da planta daninha avaliada (Tabela 2). No tratamento constituído apenas por glifosato, a eficiência de controle foi de 7,5%, comprovando tratar-se de plantas resistentes ao glifosato.

Tabela 2 – Eficiência dos manejos químicos e mecânicos associados em pré-semeadura na cultura da soja para controle de buva. Santa Maria, RS, 2012/13.

Tratamentos	Eficiência de controle (%)		
	07 DAT	14 DAT	28 DAT
Glifosato	7,50	11,87	23,37
Glifosato + 2,4 – D	19,75	39,75	80,37
Glifosato + Saflufenacil	43,00	61,25	88,50
Grade niveladora	80,00	83,75	87,25
Arado aivecas + Grade niveladora	100,00	100,00	100,00
Testemunha	0,00	0,00	0,00

Aos 14 DAT, o comportamento foi semelhante àquele obtido aos 7 DAT, ou seja, na maioria dos tratamentos em que foi realizada a associação dos herbicidas 2,4-D e saflufenacil ao glifosato, a eficiência de controle foi superior à alcançada pelo tratamento de glifosato isolado. No entanto, os tratamentos mecânicos aração + gradagem e gradagem resultaram nas melhores eficiências de controle, com níveis acima de 80%.

Na última avaliação aos 28 DAT, o tratamento composto apenas por glifosato manteve controle insatisfatório, com eficiência inferior a 25%. Entretanto, os demais tratamentos exceto a testemunha, apresentaram resultados superiores a 80%, com destaque para o manejo químico, constituído por glifosato + saflufenacil que obteve eficiência de 88,50% e para o manejo mecânico constituído por aração + gradagem que obteve índices satisfatórios nas três avaliações realizadas, atingindo 100% de eficiência de controle.

O contraste 1 (com controle x sem controle) para as épocas analisadas (7, 14 e 28 DAT), demonstrou a importância de se controlar a planta daninha em questão para um bom desenvolvimento da cultura (Tabela 3). Segundo Kaspary et al. (2010) a competição de populações de buva com a cultura da soja RR, no início do ciclo, afetou significativamente a produtividade, reduzindo a mesma em níveis próximos a 30%, quando na ausência de medidas de controle. Trabalhos desenvolvidos com *C. canadensis*, na densidade de 150 plantas/m², reduziu em mais de 80% a produtividade de soja em cultivo de semeadura direta (BRUCE; KELLS, 1990).

Tabela 3 – Contrastes ortogonais aos 7 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.

	Contrastes	Média 1	Média 2	Pr > F*
1	Com controle x Sem controle	50,05 %	0,00 %	0,00
2	Manejo mecânico x Manejo químico	90,00 %	23,41 %	0,00
3	Aração + Gradagem x Gradagem	100,00 %	80,00 %	0,00
4	Glifosato x Glifosato + Saflufenacil	7,50 %	43,00 %	0,00
5	Glifosato + Saflufenacil x Glifosato + 2,4-D	43,00 %	19,75 %	0,04
	C.V. (%)		11,64%	

*Para valores de Pr > F menores que 0,05 os tratamentos apresentam diferença entre si.

O contraste 2 (manejo mecânico x manejo químico) para o período (7, 14 e 28 DAT), deixa explícito a diferença positiva a favor do manejo mecânico. Isto explica-se através do controle imediato e eficaz por parte deste, que revolve completamente o solo, praticando o corte e enterrio das plantas de buva. Já o manejo químico, com o glifosato, possui ação lenta, o que é característica comum dos herbicidas inibidores da enzima EPSPS. Resultados obtidos por Brown; Whitwell (1988) corroboram com o resultado alcançado no estudo, que o revolvimento do solo em sistema convencional para culturas anuais rompe o ciclo de vida de grande parte das plantas daninhas, como a buva.

Para o contraste 3 (Aração + Gradagem x Gradagem), mostra que ambas operações apresentaram resultados satisfatórios. O tratamento composto pelas duas operações associadas (aração seguida de gradagem) obteve controle total (100%) de plantas de buva, em todos os períodos avaliados, isso, devido a intensa mobilização do solo desse tratamento. O tratamento usando apenas gradagem foi inferior, devido à sobra de algumas plantas de buva nas entre-linhas do disco de corte da grade niveladora, por consequência de uma menor mobilização do solo.

O contraste 4 levou em consideração a comparação entre os tratamentos herbicidas glifosato aplicado isolado e glifosato associado ao saflufenacil (Tabela 4). Os resultados aos 7, 14 e 28 DAT demonstraram a ineficiência da aplicação isolada de glifosato e a confirmação da suspeita de resistência da planta daninha alvo. Já a associação do herbicida glifosato ao saflufenacil propiciou incremento significativo no controle de buva resistente ao inibidor de EPSPS.

Tabela 4 – Contrastes ortogonais aos 14 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.

Contrastes		Média 1	Média 2	Pr > F*
1	Com controle x Sem controle	59,32 %	0,00 %	0,00
2	Manejo mecânico x Manejo químico	91,87 %	37,62 %	0,00
3	Aração + Gradagem x Gradagem	100,00 %	83,75 %	0,00
4	Glifosato x Glifosato + Saflufenacil	11,87 %	61,25 %	0,00
5	Glifosato + Saflufenacil x Glifosato + 2,4-D	61,25 %	39,75 %	0,00
C.V. (%)			11,64%	

*Para valores de Pr > F menores que 0,05 os tratamentos apresentam diferença entre si.

Diversos trabalhos corroboram com os resultados deste estudo, principalmente em relação a eficiência de associações de glifosato (inibidor da EPSPS) com saflufenacil (inibidor da PROTOX) para o controle de biótipos de buva resistente. Resultados obtidos por Belani et al. (2010) demonstraram que tratamentos contendo a combinação de saflufenacil (nas doses

de 35 e 50 g/ha) ao herbicida Roundup original (3,0 L/ha) + Dash (0,5% v/v) controlaram biótipos resistentes de buva em níveis acima de 95% a partir do 14º DAT. Além disso, os pesquisadores destacaram que o uso de saflufenacil (70 g/ha) + Roundup original (3,0 L/ha) + Dash (0,5% v/v) proporcionou controle de 100% a partir do 21º DAT. Segundo Osipe et al. (2010), todos os tratamentos aos quais foram adicionados saflufenacil ao glifosato obtiveram níveis de controle satisfatórios (100%) aos 28 dias após a aplicação, o que corrobora com Moreira et al. (2007), que comprovam que glifosato aplicado em associação com alguns herbicidas garante ótimo controle de buva, sendo ela resistente ou não.

A associação de saflufenacil ao glifosato no qual Valente et al. (2010) relataram a eficiência da mistura no controle de *C. canadensis* resistente ao inibidor da EPSPS, aos 24 dias após a aplicação dos tratamentos (DAT), os autores obtiveram controle superior a 92% com a adição de 0,050 e 0,070 kg/ha de saflufenacil + 1,08 kg/ha de glifosato. Vargas et al. (2010) verificaram, de modo geral, que os tratamentos contendo o herbicida saflufenacil (35, 50 e 70 g/ha) + Alteza (3,0 L/ha) + Roundup WG (760 g/ha) + Dash (0,5% v/v) apresentaram controle eficiente de buva resistente ao glifosato, acima de 98% .

Portanto, a utilização do herbicida saflufenacil, composto por um ingrediente ativo diferente, associado ao glifosato é uma excelente alternativa no manejo de buva resistente ao herbicida inibidor da EPSPS.

Tabela 5 – Contrastes ortogonais aos 28 DAT entre manejo mecânico e manejo químico para controle de buva resistente ao herbicida glifosato na cultura da soja RR. Santa Maria, RS, 2012/13.

	Contrastes	Média 1	Média 2	Pr > F*
1	Com controle x Sem controle	75,90 %	0,00 %	0,00
2	Manejo mecânico x Manejo químico	93,62 %	64,08 %	0,00
3	Aração + Gradagem x Gradagem	100,00 %	87,25 %	0,00
4	Glifosato x Glifosato + Saflufenacil	23,37 %	88,50 %	0,00
5	Glifosato + Saflufenacil x Glifosato + 2,4-D	88,50 %	80,37 %	0,00
	C.V. (%)		6,28%	

*Para valores de Pr > F menores que 0,05 os tratamentos apresentam diferença entre si.

A análise usando contraste 5 (glifosato + saflufenacil x glifosato + 2,4-D) apresentou controle eficiente ao 28° DAT sobre plantas de buva resistente ao glifosato, com destaque novamente para a associação do herbicida glifosato ao herbicida saflufenacil (inibidor da PROTOX), demonstrando a possível relação sinérgica entre estes dois herbicidas (Tabela 5). A diferença entre as médias nos diferentes dias avaliados (7°, 14° e 28° DAT) pode estar relacionada à ação mais lenta dos mimetizadores de auxinas, neste caso o 2,4-D, em relação aos inibidores da PROTOX, pois, para o primeiro, a morte das plantas tratadas é mais lenta e ocorre após o esgotamento das reservas e da inativação dos mecanismos de reparo das células (ROMAN et al., 2007)

Resultados obtidos por Dalazen et al. (2012) demonstraram que a associação entre os herbicidas glifosato e saflufenacil apresenta relação sinérgica, tornando-se, portanto, uma ótima alternativa para o manejo de biótipos resistentes de *C. bonariensis*, corroborando assim, com o presente trabalho.

Antes da adoção de qualquer manejo, sendo ele o manejo mecânico e/ou o manejo químico de plantas daninhas, o agricultor deve estar ciente da adequabilidade do método a ser empregado para controle da espécie invasora. Para isso, o agricultor deve conhecer algumas características da espécie envolvida, como: capacidade de enraizamento, profundidade do sistema radicular, hábito de crescimento e tipo de reprodução. Os resultados encontrados neste trabalho, entre as associações de herbicidas e o manejo mecânico, surgem como alternativas eficazes para auxílio aos agricultores, no controle da resistência de buva em áreas de soja, tornando a cultura mais rentável sem a presença da competição com esta espécie daninha.

3.4 Conclusão

A aplicação isolada do glifosato confirma a ineficiência do herbicida e consequente resistência por parte das plantas de buva.

A associação de saflufenacil ao herbicida glifosato é eficiente no controle de buva resistente ao glifosato.

A dose do herbicida 2,4-D (750 ml/ha) associada ao glifosato promove controle eficiente de buva resistente ao herbicida inibidor da EPSPS aos 28 DAT.

Os tratamentos mecânicos são alternativas de manejo eficaz para o controle de plantas de buva resistente.

3.5 Referências

ALVES, E. et al. Determinação das concentrações de chiquimato para avaliação dos níveis de intoxicação de plantas cultivadas pelo glyphosate. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 23, Gramado, 2002. **Resumos**. Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002, p. 115.

BELANI, R. B. et al. Efeito de Kixor em associação com glyphosate para o controle de buva em dessecação pré plantio da soja. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, SP, 2010.

BROWN, S. M.; WHITWELL, T. Influence of tillage on horseweed, *Conyza canadensis*. **Weed Technology**, Lawrence, v.2, n.3, p.269-270, 1988.

BRUCE, J. A.; KELLS, J. J. Horseweed (*Conyza canadensis*) control in no-tillage soybeans (*Glycine max*) with preplant and preemergence herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v.4, n.3, p.642-647, 1990.

CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.). Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas. HRAC – BR. 2004.

DALAZEN, G. et al. Associação de glifosato e saflufenacil no controle de buva. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Campo Grande, MS, 2012.

FALCON, L. F.; PAPA, J. C. El modo de acción de los herbicidas y su relación con los síntomas de daño. INTA, ARG, Feb. 2001.

FERREIRA, E. A. et al. Translocação do Glyphosate em Biótipos de Buva (*Conyza bonariensis*) **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 26, n. 3, p. 637-643, 2008.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre. UFRGS, 1992. 70p.

FOSTER, R. **Controle das plantas invasoras na cultura do milho**. Campinas. Fundação Cargil, 1991. 46p.

FRANS, R.; CROWLEY, H. Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY. Research methods in weed science. 3.ed., p.29-45, 1986.

GROSSMANN, K. et al. The Herbicide Saflufenacil (Kixor TM) is a New Inhibitor of Protoporphyrinogen IX Oxidase Activity. Weed Science, 58:1 – 9, 2010.

HOLM, L.G. et al. **World weeds**: natural histories and distribution. Toronto: Wiley, 1997. p. 226-235.

JUNQUEIRA, J. F. D. et al. Avaliação do controle de plantas daninhas em soja geneticamente modificada, quanto a associação de herbicidas ao glyphosate. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 25, Brasília, 2006. Convivendo com as Plantas Daninhas, **Resumos**. Brasília: SBCPD/UNB/Embrapa Cerrados. 2006. p. 387.

KASPARY, T. E. et al. Impacto de buva (*Conyza* spp.) na cultura da soja geneticamente modificada na região norte do RS. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência de Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, SP, 2010.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Bernardo do Campo: Basf, 1999. p. 152-156, 278-284.

LAMEGO, F. P.; VIDAL, R. A. Resistência ao glyphosate em biótipos de *Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis* no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 467-471, 2008.

MEROTTO Jr, A.; VIDAL, R. A. **Herbicidologia**. Porto Alegre, 2001.

MOREIRA, M. S. et al. Resistência de *Conyza canadensis* e *C. bonariensis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 157-164, 2007.

OSIPE, J. B. et al. Avaliação do controle químico de buva com o herbicida Kixor associado a outros produtos. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, SP, 2010.

PAULA, J. M. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 217-227, 2011.

REINEHR, M. et al. Controle de buva (*Conyza bonariensis* L.) com glifosato e herbicidas associados no extremo oeste catarinense. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Campo Grande, MS, 2012.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Guia de Herbicidas. 5. ed. Londrina, PR, 2005.

ROMAN, E. S. et al. Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação. Passo fundo: Gráfica Editora Berthier, 2007.

SILVA, A. A. et al. Colaboradores: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. de; VARGAS, L. Controle de Plantas Daninhas. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Brasília, DF: ABEAS, Viçosa, MG: UFV, 1999. 260p.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em Manejo de Plantas Daninhas**. Viçosa: 1. ed. UFV, 2007.

THEBAUD, C.; ABBOTT, R. J. Characterization of invasive *Conyza* species (Asteraceae) in Europe: quantitative trait and isozyme analysis. **American Journal of Botany**, v.82, n. 3, p. 360-368, 1995.

VALENTE, T. O. et al. Avaliação de saflufenacil como dessecante em *Conyza canadensis* resistente a inibidor da EPSPS. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, SP, 2010.

VARGAS, L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região sul do Brasil. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, vol. 25 n. 3. p. 573-578, 2007.

VARGAS, L. et al. Controle de buva com herbicida Kixor em manejo pré-semeadura da soja. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**, Ribeirão Preto, SP, 2010.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P. Manejo de Buva Resistente ao Glifosato. **Embrapa Trigo**. Passo Fundo. 2009.

4 DISCUSSÃO GERAL

A finalidade de qualquer sistema de manejo de plantas daninhas é a manutenção de um ambiente que não seja favorável ao desenvolvimento da comunidade infestante, mediante emprego específico ou combinado de métodos biológicos, culturais, mecânicos e químicos, com o intuito de reduzir as populações daninhas a níveis que não interfiram na produtividade econômica das culturas.

A metodologia proposta pelo trabalho para o mapeamento de buva foi considerada eficaz para as condições avaliadas e os mapas dessas plantas permitiram a representação da distribuição espacial das populações de buva no campo; desta forma, é possível a utilização desses mapas para a criação dos mapas de prescrição e sua posterior utilização para a aplicação localizada de defensivos, a aplicação do herbicida em dosagem única em área total requer a adoção de uma dosagem para o controle das plantas daninhas em áreas de maior infestação, enquanto, que com a aplicação localizada de defensivos pode-se variá-las de acordo com a necessidade específica para cada local. Desta forma, verifica-se o potencial econômico da aplicação localizada de defensivos na agricultura de precisão, devido à redução na utilização de herbicida e conseqüente uso racional de defensivos agrícolas.

5 CONCLUSÃO GERAL

No futuro, o mapeamento de populações de plantas daninhas deverá levar em consideração os modelos de dependência espacial, caracterizados pelos semivariogramas. Pois, o conhecimento sobre a distribuição espacial destas plantas infestantes deve ser considerado como parte fundamental na elaboração de programas de manejo de plantas invasoras, o que facilitará a tomada de decisão de qual manejo (químico, mecânico, etc.) será mais adequado para o controle destas populações daninhas, o que permitirá a adoção de um controle localizado, contribuindo para a redução no volume de herbicidas, a diminuição no impacto ambiental e conseqüentemente uma redução nos custos das lavouras.

REFERÊNCIAS GERAIS

CONAB-COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Levantamento de grãos 2012/2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 26 jan. 2013.

MORAES, P. V. D. de et al. Agricultura de precisão no controle de plantas daninhas. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 15, n. 1, p. 01-14. 2008.