

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DANINHAS EM ARROZ IRRIGADO SERVINDO DE BASE À APLICAÇÃO LOCALIZADA DE HERBICIDAS

Giovani Theisen¹; Anderson Reis², Marcus Vinícius Fipke³, José M. Barbat Parfitt⁴, José M. Filippini Alba¹

Palavras-chave: agricultura de precisão, agrotóxico, aspersão, geoestatística, pulverização.

INTRODUÇÃO

A racionalização do uso dos fatores de produção é uma necessidade da agricultura atual. É crescente a percepção de que para alcançar lucratividade e o correto custo-benefício na utilização dos recursos ambientais, deve-se elevar a produtividade, juntamente com o uso racional dos insumos, ou *inputs*. O avanço tecnológico tem contribuído em diversos campos da agricultura, destacando-se as ferramentas de geolocalização, o sensoriamento de variáveis ambientais e dos cultivos, a aplicação variável de produtos, dentre outros. Os herbicidas são os agrotóxicos mais utilizados na agricultura, e alguns produtos desta classe têm alto potencial de causar impacto ambiental negativo. Apesar dos avanços na aplicação de herbicidas, como o uso de bicos anti-deriva, a adequação no volume de calda, o conhecimento da interferência do clima na eficiência das aplicações, a modernização de equipamentos e a própria evolução química das moléculas herbicidas, o manejo de plantas daninhas ainda não conta com todo o potencial oferecido pela agricultura de precisão (AP) quanto o existente em outras áreas da agronomia. As restrições na obtenção de dados e a alta variabilidade espacial das infestantes geram dificuldades de estabelecerem-se mapas de prescrição, necessários para a aplicação localizada dos herbicidas. Possivelmente isso contribua para o fato da aplicação de herbicidas ser feita, predominantemente, em área total, independente da frequência, densidade ou localização das invasoras no campo de cultivo. Nesta pesquisa, realizou-se mapeamento de plantas daninhas em uma área de arroz irrigado, por coleta de solo e posterior identificação de sementes que germinaram, com o objetivo de elaborar mapas de distribuição e, a partir destes, mensurar o potencial de racionalização no uso de herbicidas considerando alguns cenários tecnológicos já disponíveis ou em desenvolvimento quanto à tecnologia de aplicação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo e em casa de vegetação, na Estação Experimental Terras Baixas, do CPACT, em Capão do Leão/RS, na safra 2009/2010. Uma área utilizada em trabalhos sobre AP foi geo-referenciada e demarcada, constituindo-se um *grid* com pontos equidistantes em 10 metros. A aresta oeste foi definida como eixo X, enquanto na aresta sul definiu-se o eixo Y, ambos com 90 metros de comprimento, resultando em uma malha de 100 pontos e 0,81ha de superfície. No mês de outubro de 2010 coletou-se, com um trado de 10 cm de diâmetro e na profundidade até 6 cm, uma amostra de solo em cada ponto da malha, que foi acondicionado em bandejas mantidas em casa de vegetação para registro do número e espécies das plantas emergentes. Os resultados apresentados neste trabalho constam do somatório por espécie [capim arroz (*Echinochloa* sp.); cuminho (*Fimbristylis miliacea*); milhã (*Digitaria* sp.) e tiririca (*Cyperus esculentus*)] dados em plantas m⁻², após seis meses de avaliação. No software Surfer 10

¹ Eng. Agr., M.Sc. pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. E-mail: giovani.theisen@cpact.embrapa.br.

² Técnico Agrícola, Aluno da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL, Pelotas, RS. Estagiário da Embrapa Clima Temperado, bolsista do CNPq. E-mail: marfipke@gmail.com

³ Aluno da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPEL, Pelotas, RS. Estagiário da Embrapa Clima Temperado, bolsista do CNPq. E-mail: anderson_reis87@hotmail.com

⁴ Eng. Agr., Dr. pesquisadores da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. E-mails: parfitt@cpact.embrapa.br e fili@cpact.embrapa.br.

(Golden Software, 2011) determinaram-se os mapas de localização por krigagem, que é um processo de estimação de médias distribuídas no espaço a partir dos valores das médias de pontos adjacentes (ANDRIOTTI, 2003). Após a confecção dos mapas, efetuou-se uma simulação da eficiência de aplicações de herbicida quanto à economicidade de produtos, considerando as seguintes disponibilidades técnicas:

- a) aplicação em área total, com pulverizador com barras de 18 metros;
- b) aplicação localizada, pulverizador de barras com 18 metros, com capacidade de controlar a aspersão por braço (9m) no sistema binário (liga-desliga);
- c) aplicação localizada, pulverizador de barras com 18 metros, com capacidade de controlar a aspersão em cada sessão das barras (4,5m), no sistema binário (liga-desliga);
- d) aplicação localizada, pulverizador de barras com 18 metros, com capacidade de controlar a aspersão em cada sessão das barras (4,5m) no sistema binário (liga-desliga), inserindo-se um erro de localização geográfica de 6,75m;
- e) aplicação localizada com pulverizador com barras de 18 metros, dotado de bicos com desligamento individual (50cm de lado), e erro de deslocamento de 1m.

Nas simulações b, c e d, a margem de erro foi 2,25m no deslocamento, calculada com base no tempo de resposta de 1 s entre o comando para iniciar a aplicação e saída da calda nos bicos, em velocidade de 8,1 km h⁻¹. A aplicação aérea não foi simulada, pois a área mapeada não era suficientemente extensa dada à alta velocidade do avião e a defasagem (2 s) entre o início da aplicação e a chegada da calda ao solo. Exceto a simulação "d", as demais consideraram a navegação guiada com equipamento de alta precisão (DGPS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período em casa de vegetação, diversas espécies germinaram nos vasos com as amostras de solo da área mapeada. As predominantes foram capim arroz (*Echinochloa* sp.) e cuminho (*Fimbristylis miliacea*), com população de 196 e 140 plantas m⁻², respectivamente. A milhã (*Digitaria* sp.) e a tiririca (*Cyperus esculentus*) ocorreram de forma mais dispersa e em grupos de plantas, com população de 50 e 7 plantas m⁻², respectivamente (Figura 1).

Em uma condição convencional, a aplicação de herbicidas pré-emergentes ocorre em toda a área, independente da frequência ou distribuição das infestantes. Entretanto, com as ferramentas de AP é possível a aplicação localizada, e redução na quantidade de herbicida aspergido no ambiente (ANTUNIASSI et al, 2005). Nas simulações ora avaliadas, a maior possibilidade de reduzir o uso de herbicidas ocorreu quando a distribuição da planta daninha foi desuniforme, com ocorrência em grupos, como a verificada com a milhã e a tiririca (Figura 1). As medidas de dispersão destas espécies indicam alta variabilidade de ocorrência, com porções amplas de ausência destas plantas na área (Tabela 1).

Nos casos de distribuição mais uniforme das plantas, como verificado com o capim-arroz e o cuminho, os sistemas de controle de vazão binários simulados foram menos efetivos na redução da aplicação; possivelmente nestes casos, aplicações em taxa variável proporcionem reduções mais expressivas de volume de calda aplicada e, consequentemente, de herbicidas.

Nenhuma espécie monitorada ocorreu uniformemente em toda a área (Figura 1). A planta de maior frequência foi o cuminho, presente em 87% da superfície do solo, seguida do capim-arroz, representado em 83% (Tabela 1). A ocorrência de milhã foi estimada em 63% da área, enquanto a tiririca somente em 38%. Esses dados indicam que, mesmo no caso de plantas com distribuição aparentemente uniforme, como a observada com o cuminho, poder-se-ia prevenir a aplicação de herbicida em pelo menos 13% da área, caso houvesse técnicas expeditas de amostragem prévia ou detecção em tempo real, associadas a ferramentas (pulverizadores) com alta capacidade de resolução espacial.

Quanto maior a capacidade de resolução do equipamento no controle da aplicação, maior é o ajuste da aspersão às regiões alvo-específicas. Das técnicas simuladas neste trabalho, o equipamento com controle por bico apresentou elevada acurácia quanto à correta localização da aplicação e em evitar aspergir em áreas sem a presença das infestantes. O sistema com menor resolução (controle por barra), embora tenha sido menos efetivo se comparado aos demais, possibilitou reduzir em 33% e em 59% a área tratada, no caso da ocorrência das plantas daninhas com baixa incidência.

CONCLUSÃO

Comparativamente à aplicação em área total, as ferramentas de AP simuladas foram efetivas em reduzir a área tratada, para qualquer das plantas daninhas estudadas. Quanto mais agrupada esteve a espécie daninha na área, com regiões sem a presença da mesma, maior foi o potencial das ferramentas de AP em otimizar o uso dos herbicidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOTTI, J.L.S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Unisinos, 2003, 165p.
 ANTUNIASSI, U.R.; NERY, M.S.; QUEIROZ, C.A.S. Variable dose rate application of herbicides using optical sensors. In: STAFFORD, John V. (Org.). **Precision Agriculture '05**. Wageningen: v.1, p.683-689. 2005.
 GOLDEN SOFTWARE. **Surfer® Quick Start Guide**. Em: <<http://www.goldensoftware.com/Surfer10Guide.pdf>>. Acesso em 29 maio 2011.

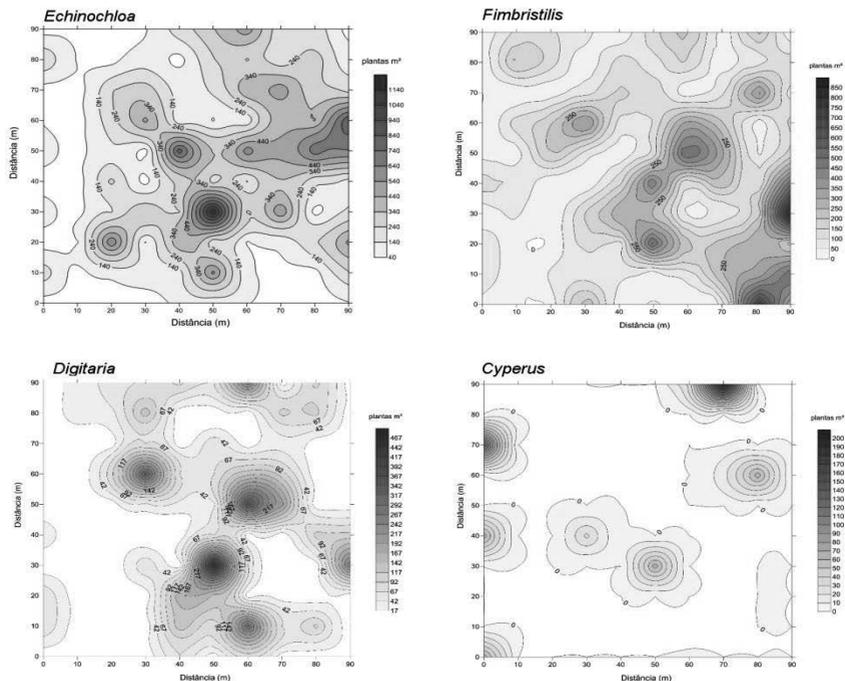


Figura 1. Distribuição de plantas daninhas em área de arroz irrigado, com amostragem inicial em malha de 10x10m, e interpolação por krigagem em resolução de 1 x 1m. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011.

Tabela 1. Simulação da área efetiva de aplicação de herbicidas¹ com o emprego de diferentes alternativas tecnológicas de controle da aspersão no equipamento pulverizador, com taxa fixa binária de vazão de calda (liga ou desliga), em diferentes plantas daninhas de uma área de cultivo de arroz irrigado. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011.

Sistema	Capim arroz (<i>Echinochloa</i> sp.)		Cuminho (<i>Fimbristylis miliacea</i>)		Milhã (<i>Digitaria</i> sp.)		Tiririca (<i>Cyperus esculentus</i>)	
	A (ha) ²	R (%) ²	A (ha) ²	R (%) ²	A (ha) ²	R (%) ²	A (ha) ²	R (%) ²
Aplicação em área total, pulverizador com 18m.	1,00	0	1,00	0	1,00	0	1,00	0
Aplicação localizada, controle por barra (ou braço) do equipamento (9m).	0,85	14,8	0,91	9,3	0,67	33,3	0,41	59,2
Aplicação localizada, controle por sessão das barras (4,5m).	0,84	16,1	0,89	10,8	0,66	35,4	0,38	61,4
Aplicação localizada, controle por sessão (4,5m) e erro GPS de 6,75m.	0,87	13,0	0,94	5,6	0,70	29,5	0,48	52,4
Aplicação localizada, controle individual por ponta de pulverização.	0,83	17,4	0,87	12,7	0,63	36,8	0,38	62,5
Ocupação da área pela planta daninha: ³	83	17,4	87	12,7	63	36,8	38	62,5
Valores mínimo a máximo: média e desvio padrão (plantas m ⁻²)	[0 a 1167; 196; 225]		[0 a 867; 140; 168]		[0 a 467; 50; 88]		[0 a 200; 7,0; 27,9]	
Coefficiente de variação (%)	115		120		176		398	

1. Com base em dados obtidos em uma área com malha amostral de 10x10m de 8100m², projetada para 1 ha.

2. A = Área aplicada, base 1 ha; R = Redução da área aplicada devido à tecnologia de Agricultura de Precisão sendo simulada.

3. A = Percentual da superfície do solo coberta pela espécie daninha; nas colunas "R (%)" consta o percentual do terreno sem a presença da espécie daninha.