



## USO DE FERRAMENTAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E ESTIMATIVAS DO CUSTO DE PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

A.A. Verruma<sup>1,2</sup>, P.R.P. Martinelli<sup>2</sup>, L.M. Rabello<sup>3</sup>, R.Y. Inamasu<sup>3</sup>, A.C.C. Bernardi<sup>4</sup>

- (1) Grupo Colorado/John Deere, Marginal Sul Rodovia SP 330, km 313, 14079-000, Ribeirão Preto, SP, alberto.verruma@colorado.com.br
- (2) Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior, ITES, Praça Dr. Horácio Ramalho, 159, CEP: 15.900-000, Taquaritinga, SP, prpmartinelli@yahoo.com.br
- (3) Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP, ladislau.rabello@embrapa.br, ricardo.inamasu@embrapa.br
- (4) Embrapa Pecuária Sudeste, Rodovia Washington Luiz, km 234, 13560-970, São Carlos, SP, alberto.bernardi@embrapa.br

**Resumo:** O uso de ferramentas da Agricultura de Precisão (AP) para a aplicação de herbicidas a taxa variável pode contribuir para o uso dos produtos apenas nas áreas mais afetadas, reduzindo os impactos ambientais e também reduzindo o custo de produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar a condutividade elétrica aparente do solo e índices de vegetação para estabelecer taxas variáveis de herbicida para o controle de plantas daninhas e estimar o custo de produção da cultura de cana-de-açúcar. O estudo foi realizado em um talhão de 11 ha plantado com a variedade RB855453 de cana-de-açúcar e apresentava grande infestação de grama-seda. Foram realizadas medidas da condutividade elétrica do solo e do NDVI. Com base nos mapas gerados estimou-se a área para aplicação de herbicidas de pré- e pós-plantio. Com base nos resultados obtidos na área em estudo pode-se concluir que a CEA indicou que a área em estudo poderia ser dividida em 2 áreas com texturas do solo distintas. O NDVI indicou os locais no talhão que havia infestação de grama-seda e que esta área representava 18% da área total. A simulação indicou que o uso da AP pode auxiliar na redução dos custos de produção de cana-de-açúcar em 0,86% na fase de preparo de solo e plantio, 10,6% na fase de cana-planta e 14,1% na fase de cana-soca.

**Palavras-chave:** *Saccharum officinarum*, Veris, Crop Circle, NDVI, *Cynodon dactylon*, grama-seda.

### USE OF PRECISION AGRICULTURE TOOLS TO WEED CONTROL AND ESTIMATES OF SUGARCANE COST OF PRODUCTION

**Abstract:** The use of Precision Agriculture (PA) tools for variable rate herbicide application may contribute to spot herbicide spreading at most weed occurrence areas, reducing environmental impact and costs. The objective of this research was to evaluate apparent electrical conductivity of soil and vegetation indices to establish variable rates of herbicide for weed control and estimate the sugarcane cost of production. The study was conducted in a field of 11 ha planted with sugarcane-RB855453 variety which had a large infestation of bermudagrass. Measurements of soil electrical conductivity and NDVI were performed. The results showed that the ECA maps indicated that the study area could be divided into 2 areas with different soil textures. The NDVI indicated the bermudagrass occurrence areas, and this area represented 18% of the total. The simulation indicated that the use of the PA can assist in reducing the sugarcane costs of production by 0.86% at the stage of soil preparation and planting, 10.6% at the stage of cane-plant and 14.1% at the stage of sugarcane ratoon.

**Keywords:** *Saccharum officinarum*, Veris, Crop Circle, NDVI, *Cynodon dactylon*, bermudagrass.

## 1. Introdução

De acordo com Arevalo & Bertoncini (1999) a competição das invasoras com a cultura da cana-de-açúcar ocasiona perdas no rendimento, pois há competição por água, luz e nutrientes, e porque também podem hospedar pragas (insetos e nematoides) e agentes fitopatogênicos (bactérias, fungos ou vírus). Entre as principais plantas invasoras do canalial está a grama-seda, que pode causar até 45% de perda na produtividade (CERRIZUELA, CHAILA e LIZARRAGA, 1985).

O uso de herbicidas é a tecnologia mais difundida para o controle das plantas invasoras. No caso da grama-seda, Arevalo (2002) recomenda o preparo do solo no período seco e utilização de herbicida pré-emergente (SINERGE 500 CE). Além disso, outras medidas que podem ser adotadas para controlar a grama-seda são a limpeza de máquinas e implementos, uso de cultivares de brotação e fechamento rápido, plantio em fevereiro-março.

No entanto, as plantas de grama-seda que escaparam dos tratamentos pré-emergentes podem ser controladas com herbicidas pós-emergentes (VELPAR + GAMIT). Na aplicação em pós-emergência o uso da Agricultura de Precisão pode ser muito interessante, pois possibilita o uso dos produtos apenas nas áreas mais afetadas, reduzindo os impactos ambientais e também reduzindo o custo de produção. Para Mortensen et al. (1995), o uso de herbicidas a taxa variável já foi demonstrado como uma tecnologia viável e de sucesso em vários sistemas de produção agrícola.

O trabalho teve com objetivo avaliar condutividade elétrica aparente do solo e índices de vegetação para estabelecer taxas variáveis de herbicida para o controle de plantas daninhas na cultura de cana de açúcar.

## 2. Material e Métodos

A área de estudo utilizada foi um talhão de 11,15 ha localizado na Fazenda Cruzeiro Campo (Código: 36004, Zona: 57 e Talhão: 11) nas coordenadas geográficas: WGS W 48 17 20.961 - S 21 23 48.681 (Figura 1A). A área foi plantada em 24/02/2007 com a variedade RB855453 de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), e atualmente está no 6º. corte. O solo é um Latossolo Vermelho Escuro argiloso (45% de argila). A área apresentava grande infestação de grama-seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.).

A condutividade elétrica (CE) do solo foi medida com o equipamento Veris modelo 3100 da Veris Technologies, Salina, KS, EUA Para obter as coordenadas geográficas de cada medida foi utilizado um GPS Garmin (Garmin GPSmap 60CSx, Garmin Int. Corp., Olathe, KS, EUA).

A partir da refletância das plantas, o sensor, associado a um coletor de dados e a um programa, calcula, automaticamente, o índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI).

Os dados de CE e NDVI foram espacializados pelo método do inverso do quadrado da distância, e os mapas de contorno foram gerados com o software Arc Gis 9.2 (Figura 1B e C). O custo de produção da cultura da cana-de-açúcar foi calculado com base nas planilhas do Pecege (2012) e Faeg (2012). A partir dos resultados obtidos com o mapeamento de CE e NDVI foram realizadas simulações do custo de produção considerando um sistema tradicional de cultivo e um sistema utilizando a Agricultura de Precisão.

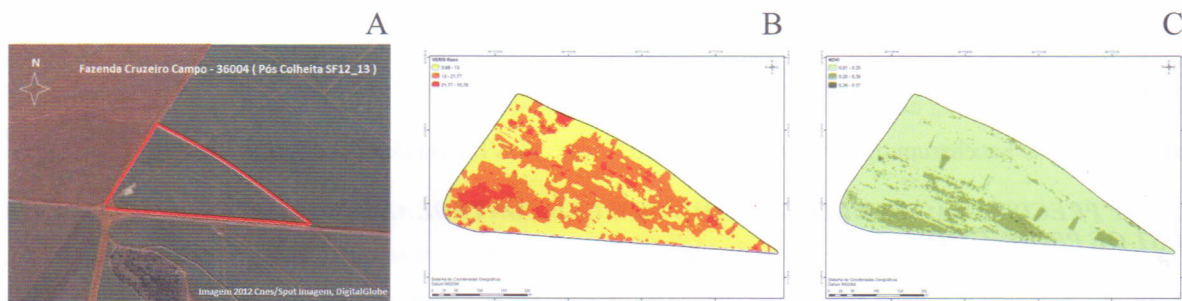


Figura 1. Localização da área de estudo (A), mapas de condutividade elétrica do solo (B) (obtido com o Veris) e do NDVI (C) (obtido com o Cropcircle® ACS-430).

## 3. Resultados e Discussão

O mapa de CE do talhão 11 da Fazenda Cruzeiro Campo (FIGURA 1B) apresenta uma região de menor CE, representada pela área mais clara, provavelmente indicando zonas de solo tendendo à textura média. Já as áreas mais escuras do mapa, indiquem provavelmente áreas com textura mais pesada (argilosa). Esta informação pode útil no momento de estabelecer, por exemplo, estratégias de manejo de herbicidas, uma vez que a recomendação pode ser diferente para um solo de textura mais pesada para outro de textura mais leve. Os resultados da condutividade elétrica do solo indicam a distribuição de valores, basicamente em 2 áreas distintas: até 22 mS/cm<sup>2</sup> e acima de 22 mS/cm<sup>2</sup>, respectivamente com 50,4 e 49,6% da área total. (FIGURA 1B).

O índice de diferença de vegetação normalizado (NDVI) está relacionado à quantidade de biomassa e também ao teor e conteúdo de pigmentos vegetais. Dessa forma é um ótimo indicativo da presença de plantas daninhas, em especial a grama-seda. A partir do mapa com a espacialização das leituras do NDVI (FIGURA 1C), foi possível se calcular as área de cada uma das classes. Assim, a maior classe (com leitura entre 0,01 e 0,2) tem uma extensão de 9,1 ha e representa a área livre de grama-seda. Já as outras 2 classes (entre 0,2 e 0,39 e 0,39 e 0,57) com extensão de 2 ha, equivalente a 18,3% de todo talhão está infestada com a planta-daninha.

A partir das informações obtidas com a CEa e do NDVI foi possível realizar uma simulação do custo de produção da cultura, comparando a tecnologia convencional, tratando o talhão de forma homogênea, e a tecnologia de AP, aplicando os herbicidas apenas onde havia mato e variando a dose em função do tipo de solo. Para a simulação, considerou-se que a informação da CEa que indicou que a área em estudo poderia ser dividida em 2 áreas com texturas do solo distintas. E também, a informação do NDVI que indicou os locais no talhão que havia infestação de grama-seda e que esta área representava 18% da área total. Com estas informações, e com base nas planilhas de custo do Pecege (2012) e Faeg (2012) foram realizadas as simulações do custo de produção que estão na Tabela 1.

Tabela 1. Estimativas de custo de produção de cana-de-açúcar em talhão de 11,15 ha nos sistemas convencional e de AP.

	Convencional			AP		
	Plantio	Cana planta	Cana-soca	Plantio	Cana planta	Cana-soca
	R\$					
<b>1. Plantio</b>						
Insumos	30242,15	-	-	29967,65	-	-
Máquinas	20353,21	-	-	20258,05	-	-
Mão-de-obra	11938,86	-	-	11726,13	-	-
Subtotal 1	62534,22	-	-	61951,82	-	-
<b>2. Cana planta e soca</b>						
Insumos	-	3702,92	5339,18	-	1734,25	2017,90
Máquinas	-	914,30	3679,50	-	914,30	3679,50
Mão-de-obra	-	1869,86	1055,49	-	2592,38	1985,00
Subtotal 2	-	6487,08	10074,17	-	5240,93	7682,4
<b>3. Colheita</b>						
Insumos	-	31222,50	23632,50	-	31222,50	23632,50
Subtotal 3	-	31222,50	23632,50	-	31222,50	23632,50
<b>Total (1+2+3)</b>	<b>62534,22</b>	<b>37709,58</b>	<b>33706,67</b>	<b>-</b>	<b>36463,43</b>	<b>31314,90</b>

Nas operações de plantio, considerou-se que haveria redução no uso de herbicida, e consequentemente de uso de máquinas e mão-de-obra, já que a área a ser controlada seria reduzida de 11,15 ha para apenas 2 ha. Assim, o custo do preparo de solo e plantio deste talhão seria reduzido de R\$ 62.534, para R\$ 61.953, representando 0,81% do total. As maiores reduções do custo de produção seriam observadas nas operações da cana-planta e também da cana-soca. Como em função da CEa foi possível dividir a área em 2 regiões distintas de solo de textura mais pesada (50,4%) e outra de solo mais leve (49,6%), haveria redução nas doses de herbicidas, uma vez que as doses recomendadas são menores em solos mais leves. Neste caso, a redução se daria somente pela redução das quantidades aplicadas de herbicidas, sendo que o custo de máquinas e mão de obra permaneceria inalterado.

Com isso, o custo da cana planta seria reduzido de R\$ 37.710 para R\$ 33.707 com o uso da AP, ou seja, 10,6%. O custo das operações de cana-soca seria reduzido em 14,6%, ou seja, de R\$ 36.463 para R\$ 31.315. A utilização de tecnologia de Agricultura de precisão pode auxiliar na redução dos custos de produção de cana-de-açúcar em 0,86% na fase de preparo de solo e plantio, 10,6 na fase de cana-planta e 14,1% na fase de cana-soca.

Considerando-se que são realizadas 5 socas na região em estudo, haveria uma economia considerável de recursos durante o ciclo da cultura. Porém, é necessário destacar que estas reduções ocorreram em função das características da área em estudo. Não é possível generalizar esta informação para todas as regiões com cultivo de cana-de-açúcar, pois há várias diferenças de solo e de clima para cada região.

#### 4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos na área em estudo pode-se concluir que a CEa indicou que a área em estudo poderia ser dividida em 2 áreas com texturas do solo distintas. O NDVI indicou os locais no talhão que havia infestação de grama-seda e que esta área representava 18% da área total. A simulação indicou que o uso da AP pode auxiliar na redução dos custos de produção de cana-de-açúcar em 0,86% na fase de preparo de solo e plantio, 10,6% na fase de cana-planta e 14,1% na fase de cana-soca.

#### Referências

- AREVALO, R.A. Contra as invasoras. Revista Cultivar Grandes Culturas, v.37, p.32-35, 2002.
- AREVALO, R.A.; BERTONCINI, E. I. Manejo químico de plantas daninhas nos resíduos de colheita de cana crua. Stab: Açúcar, Alcool Subprodutos, v. 17, n. 4, p. 36-38, 1999.
- CERRUGUELA, E.A.; CHAILA, S.; LIZARRAGA, F. Varietal response to competition of cynodon-dactylon (L.). Pers. In: Sugarcane. Revista Agronomica del Noroeste Argentino, v.22, p.49-62, 1985.
- FAEG. Estimativa de custo de produção da cultura da cana-de-açúcar - custos operacionais - alta tecnologia (não irrigada). 2012. Disponível em: [http://www.sistemafaeg.com.br/faeg/repositorio/download/Custo\\_de\\_Producao/Cana-de-Acucar////Custos\\_Cana\\_AP\\_dez12.pdf](http://www.sistemafaeg.com.br/faeg/repositorio/download/Custo_de_Producao/Cana-de-Acucar////Custos_Cana_AP_dez12.pdf). Acessado em: 31/maio/2013.
- MORTENSEN, D.A.; JOHNSON, G.A.; WYSE, D.Y.; MARTIN, A.R. Managing spatially variable weed populations. In: ROBERT, P.C. et al. (Eds.). Proceedings of the 2nd International Conference on Site Specific Management for Agricultural Systems. p. 397-415. Minneapolis, MN. Madison, WI: American Society for Agronomy. 1995.
- PECEGE. Custos de produção de cana-de-açúcar, açúcar e etanol no Brasil: Fechamento da safra 2011/2012. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Programa de Edu-

cação Continuada em Economia e Gestão de Empresas/Departamento de Economia, Administração e Sociologia. 2012. 50 p. Disponível em: <http://www.canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/Relatorio%20Safr%202011%2012%20Brasil%20e2.pdf>. Consultado em: 04/jun/2013