

Variabilidade dos atributos de solo com o uso de tecnologia de agricultura de precisão na cultura da soja no meio oeste do Rio Grande do Sul⁽¹⁾.

Eloir Missio⁽²⁾; Luis Fernando Estevo⁽³⁾; Neiva Somavilla Gelain⁽⁴⁾; Alexandre Russini⁽²⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos dos autores

⁽²⁾ Professores, Universidade Federal do Pampa; Itaqui, RS; eloirmissio@unipampa.edu.br; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal do Pampa; Itaqui, RS; ⁽⁴⁾ Pesquisadora; Agrosul; Itaqui, RS; ⁽⁵⁾ .;

RESUMO: Com a globalização da economia, a eficiência torna-se necessária para manter a competitividade e, na agricultura não poderia ser diferente. Nos últimos anos, a evolução das tecnologias relacionadas aos sistemas de informações geográficas tem permitido identificar, localizar e corrigir a variabilidade das propriedades do solo. O objetivo deste trabalho foi identificar a variabilidade existente nos atributos de solo através da amostragem georeferenciada e, realizar a aplicação de fertilizante a taxa variável a partir da recomendação com posterior avaliação da produtividade da cultura no meio Oeste do RS. O experimento foi realizado no Município de Santiago RS, em uma área de 138,16 ha, com solo pertencente à classe Latossolo Vermelho distrófico típico. Utilizou-se no experimento um grid de amostragem de 5 hectares sendo as análises realizadas em laboratório credenciado pela ROLAS. Os mapas de fertilidade foram gerados pelo software *falkermapp*®. Os valores de pH variaram de 4,6 a 6,2, saturação por alumínio acima de 20% em 7,42% da área, teores de fósforo entre 1,5 a 20,8 mg dm⁻³ e os teores de potássio variaram de 40 a 216 mg dm⁻³. Após a correção da acidez e adubação em taxa variável, considerando a expectativa de rendimento de 3600 kg ha⁻¹, observou-se a produtividade, variando de 3.870 até 5.340 kg ha⁻¹ e, média de 4.274 kg ha⁻¹. Em 63,81% da área a produtividade variou de 4.164 a 4.458 kg ha⁻¹ e, em menos de 3% foi superior a 4.752 kg ha⁻¹, demonstrando a alta produtividade e uniformidade resultante do manejo localizado.

Termos de indexação: *Glycine max*, taxa variável, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

A soja se apresenta como uma nova alternativa aos produtores situados na metade oeste do Rio Grande do Sul, antes totalmente dependentes da pecuária extensiva e do cultivo do

arroz irrigado. As condições de solo e clima são os fatores limitantes na produtividade da soja nessa região. Assim, a utilização das técnicas de agricultura de precisão na condução da cultura promoveria o aumento da produtividade, considerada baixa quando comparadas as produtividades de soja obtidas em outras regiões do estado. Durigon & Schlosser (2007) destacam que no atual sistema de produção agrícola, o produtor trata grandes áreas como se estas fossem homogêneas, aplicando insumos de acordo com a necessidade média da lavoura. Assim, esse método faz com que a mesma quantidade de insumos seja utilizada para toda a área, atendendo desse modo, apenas as necessidades médias e não considerando as necessidades específicas de cada diferente parte da lavoura. Conforme Aurélio (2011), se justifica a adoção da agricultura de precisão pelo fato de que, apesar da maioria dos produtores agrícolas considerarem o solo uniforme, as áreas de cultivo podem ter consideráveis variações espaciais em seus atributos, tais como tipo de solo, características físicas, produtividade e necessidade de nutrientes. Na cultura da soja, inúmeros trabalhos demonstram resultados positivos da adoção das técnicas de agricultura de precisão, tanto no aumento da produtividade, quanto na redução dos custos de produção. Amado (2006) descreve que o uso dessa ferramenta permitiu que houvesse uma racionalização no uso dos fertilizantes, com redução na ordem de 53% na quantidade aplicada em relação a adubação convencional. Werner (2007), durante o acompanhamento de 4 safras de soja no Município de Não-me-Toque - RS, descreve que a lucratividade média da cultura da soja, na propriedade, foi de 36,0% utilizando a agricultura de precisão e de 32,2% para a agricultura tradicional. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar a variabilidade existente nos atributos de solo no que tange a fertilidade, através da amostragem georeferenciada realizando a aplicação à taxa variável a partir da recomendação, com posterior avaliação da produtividade da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Município de Santiago, Estado do Rio Grande do Sul, em uma lavoura comercial de soja, com coordenadas 29°16'49" de latitude Sul e 55°15'47" de longitude Oeste, pertencente à Agropecuária Salbego. Utilizou-se uma área de 138,16 ha, em solo pertencente a classe Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006), unidade de mapeamento Cruz Alta, considerados profundos (mais de 200 mm), bem drenados, porosos, friáveis e de coloração vermelha escura, teor de argila menor que 35%, sendo frágeis e quimicamente pobres. O material de origem são os arenitos da formação Tupanciretã. O mapeamento da área foi realizado com o auxílio de um GPS de navegação da marca GARMIM, modelo eTrex Vista® HCx. A malha de amostragem utilizada foi de 5 hectares, 227,11 x 227,11 metros, sendo identificados 28 pontos amostrais. Para a geração da malha de amostragem utilizou-se o software falkemap®. As amostras de solo foram compostas por 5 sub-amostras por ponto da malha de amostragem, numa profundidade de 0,0 a 0,2 metros. Posteriormente as amostras foram enviadas para um laboratório de análises de solo integrante da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos – ROLAS –RS/SC. A interpretação dos resultados foi feita com base no manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina para uma perspectiva de rendimento de 3600 kg ha⁻¹ (comissão de fertilidade do solo RS/SC, 2004). Com base nos resultados das análises de solo e com o auxílio do software falkemap® foram gerados os mapas de pH do solo, saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), acidez potencial, teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC), argila, enxofre (S), boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn). Com base nestes, foram gerados os mapas de calagem, aplicação de P e K a taxa variável. Em 2011, o calcário foi aplicado no mês de abril, o P em outubro, 30 dias antes da semeadura e o K 10 dias após a semeadura a taxa variável. Em 2012, utilizou-se o mesmo procedimento para aplicação da segunda dose de P e K a taxa variável, ajustando-se a dose para a segunda aplicação. Nos dois anos foi utilizado como adubação de base, em taxa constante na semeadura, 200 kg ha⁻¹ de 05 20 10. Na safra 2011/12 ocorreu uma seca prolongada (84 dias sem chuva) e a soja não foi colhida. Na safra

2012/13 a soja foi colhida no mês de março de 2013, quando foi gerado o mapa de produtividade correspondente. No período de inverno a área foi utilizada com pastagem de aveia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de solo realizadas nos 28 pontos amostrais permitiram a avaliação da reação do solo e dos níveis de fertilidade da área. Com base nestas informações foi realizada a interpretação e recomendação dos corretivos e fertilizantes correspondentes a cada ponto amostral, a taxa variável

Os resultados referentes a acidez do solo foram interpretados e a quantificação de áreas em cada classe de interpretação estão apresentadas na **tabela 1**. Observou-se que a classe predominante para os parâmetros pH em água, V% e m% foi interpretada como baixo, embora variando de muito baixo a alto. Os valores de pH em água variaram de 4,6 até 6,2, os de V% de 20,2 a 80,8 e os de saturação por alumínio de 0 a 55,7%, demonstrando que a área era heterogênea e que a utilização da técnica de agricultura de precisão foi importante para determinar a necessidade de corretivo para minimizar esta variabilidade, sendo semelhante ao que foi descrito por Aurélio (2011), quando afirma que as áreas de cultivo podem ter consideráveis variações espaciais em seus atributos.

Tabela 1 – Abrangência, em percentagem da área total, em cada faixa de interpretação para os valores de pH em água, saturação por bases e saturação por alumínio para a área de estudo.

Interpretação*	pH em água	V%**	m%***
	% da área total		
Muito baixo	8,16	8,10	7,36
Baixo	70,12	50,70	78,60
Médio	20,04	40,49	6,62
Alto	1,68	0,71	7,42

*Comissão de química e fertilidade do solo (2004)

**V% - saturação por bases (CTC pH 7,0)

***m% - saturação por alumínio (CTC efetiva)

Com base nos resultados da **tabela 1**, as quantidades de calcário recomendadas e aplicadas para corrigir a acidez variaram de 0,0 a 5000 kg ha⁻¹. Em 4,11% da área a quantidade aplicada foi menor que 1000 kg ha⁻¹, em 33,02% entre 1000 e 2000 kg/ha, em 21,12% de 2001 a 3000 kg ha⁻¹, em 28,42% entre 3001 a 4000 kg ha⁻¹, em 9,94% entre 4001 a 4500 kg ha⁻¹ e em 3,39% mais de 4500 kg ha⁻¹.

O solo da área pertence às classes texturais 3 e 4, predominado a classe 3 (21 a 40% de argila) em

88,62% da superfície. Nesta condição os teores de fósforo variaram de 1,5 a 20,8 mg dm⁻³, predominando a classe interpretada como baixo em 70,38% da área de estudo (**Tabela 2**).

Tabela 2 – Abrangência, em percentagem da área total, em cada faixa de interpretação para os valores de fósforo e potássio na área de estudo.

Interpretação	Fósforo	Potássio
	% da área total	
Muito baixo	14,85	0,0
Baixo	70,38	0,0
Médio	13,28	19,71
Alto	1,49	58,97
Muito Alto	0,0	21,32

Com base nestes resultados foi realizada a correção dos teores de fósforo utilizando-se em taxa variável, na safra 2011/12 quantidades que variaram de 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, onde o teor era alto, até 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, onde os teores eram muito baixos (**Figura 1**). Além do P em taxa variável foi aplicado em taxa fixa 200 kg ha⁻¹ da fórmula 5 20 10, por isso os valores de P₂O₅ aplicados no primeiro ano de cultivo variaram de 40 a 140 kg ha⁻¹. Na safra 2012/13 as quantidades de fertilizante fosfatado em taxa variável variaram de 0,0 a 15 kg ha⁻¹ de P₂O₅ mais 40 kg ha⁻¹ em taxa fixa com base na fórmula 05 20 10. Na **figura 1** estão relacionados os teores de fósforo, de acordo com a análise de solo, os teores ideais conforme interpretação e as quantidades de P₂O₅ aplicadas no ano de 2011.

Os valores de potássio variaram de 40 a 216 mg dm⁻³, situando-se nas classes médio a muito alto, predominando a classe de teor médio em 58,97% da área (**Tabela 2**). Com base na interpretação dos resultados as quantidades de K₂O aplicadas em taxa variável no primeiro ano (2011/12) variaram de 55 a 135 kg ha⁻¹. Estas doses foram acrescidas de 20 kg/ha aplicados em taxa fixa, conforme se visualiza na **figura 2**, totalizando quantidades de 75 a 155 kg ha⁻¹. No segundo ano (2012/13) as quantidades aplicadas em taxa variável variaram de 30 a 75 kg ha⁻¹ de K₂O, acrescidas de 20 kg ha⁻¹ em taxa fixa, totalizando quantidades de 50 a 95 kg ha⁻¹.

A amplitude de variação entre glebas pode estar associada a diferenças na textura do solo e no relevo da área, associado ao manejo uniforme empregado ao longo dos anos, acentuado a diferenciação nas propriedades físicas e químicas do solo. Mostra ainda a necessidade de manejo em taxa variável com base num amplo diagnóstico dos atributos do solo.

Após a utilização do manejo da adubação em taxa variável para fósforo e potássio, avaliou-se a

produtividade na área (**Figura 3**), que variou de 3.870 a 5.340 kg ha⁻¹, apresentando produtividade média de 4.274 kg ha⁻¹. Em 63,81% da área a produtividade variou de 4.164 a 4.458 kg ha⁻¹ e, em menos de 3% da área foi superior a 4.752 kg ha⁻¹.

CONCLUSÕES

As técnicas de agricultura de precisão utilizadas são eficientes para identificar e localizar a reação do solo, bem como, a disponibilidade de nutrientes.

Torna-se possível, também, realizar a correção e adubação em taxa variável, possibilitando a minimização da heterogeneidade da área, bem como a economia de corretivos e fertilizantes.

A produtividade obtida correspondeu a expectativa de produção, independente da reação e disponibilidade de nutrientes na implantação, caracterizando a eficiência da técnica.

REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C. et al. Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de AP. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, 91:39-47, 2006.

AURÉLIO, N. D. Resposta de um monitor de produtividade com sensor ótico a variações de produtividade em arroz irrigado. Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, Santa Maria, 2011.

DURIGON, R. & SCHLOSSER, F. J. Eficiência por quadros. Cultivar Máquinas, Pelotas, 66:36-37, 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – NÚCLEO REGIONAL SUL/COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

WERNER, V. Análise econômica e experiência comparativa entre agricultura de precisão e tradicional. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, RS, Santa Maria, 2007.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMPBRAPA-SPI, 2006. 306p.

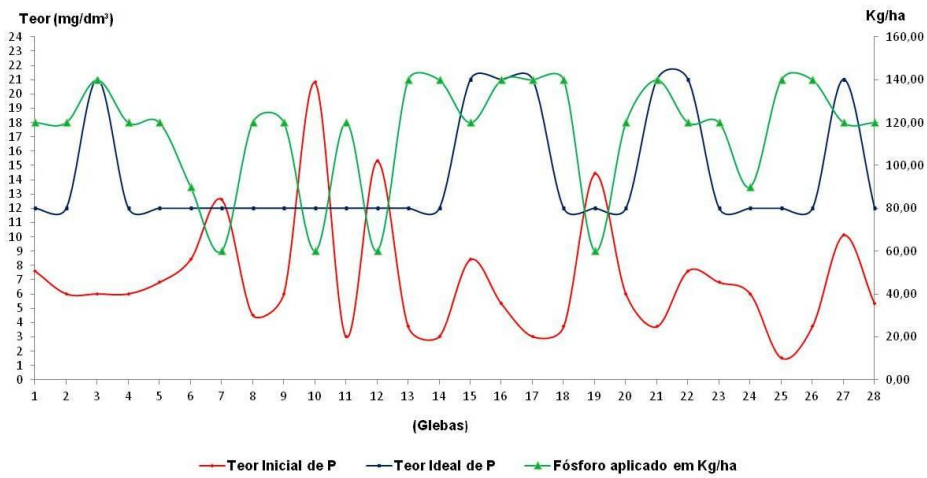


Figura 1 – Teor Inicial, ideal e quantidade de fósforo aplicado por gleba, safra 2011/12.

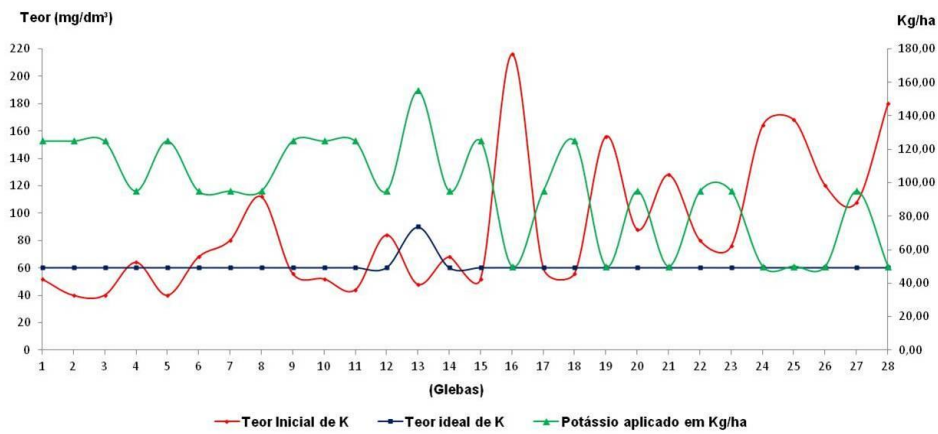


Figura 2 – Teor Inicial, ideal e quantidade de potássio aplicado por gleba, safra 2011/12.

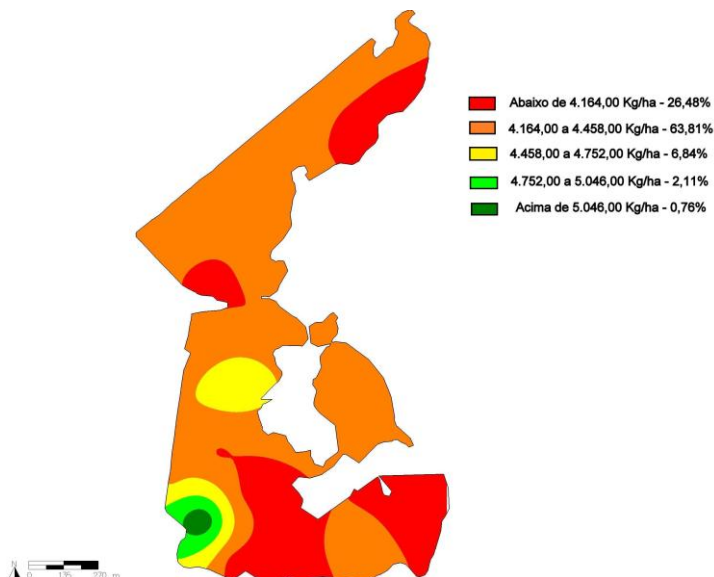


Figura 3 – Mapa de produtividade da cultura da soja, safra 2012/13.