

Atributos químicos do solo na produção da soja e forragem em um sistema de integração lavoura pecuária

Attributes chemical of soil on soybean yield and forage in a system of crop livestock integration

Marcelo Pilon¹

RESUMO

A pecuária apresenta elevada importância para a economia brasileira. Contudo, esta atividade tem reduzido a sua área de atuação, devido à expansão dos cultivos agrícolas. Neste sentido, o sistema de integração lavoura pecuária e as ferramentas da agricultura de precisão são tecnologias que podem apresentar inúmeros benefícios para o setor, através de um melhor manejo e aproveitamento dos recursos disponíveis nas propriedades. O objetivo do estudo foi avaliar as relações dos atributos químicos do solo com a produção de fitomassa do azevém em zonas de manejo definidas através do mapa de colheita da cultura da soja, em um sistema de integração lavoura pecuária. O estudo foi realizado em uma área de 13,67 ha submetida a um sistema de integração lavoura-pecuária de longa duração com sucessão de cultivo de soja durante o verão e de pastagem de azevém durante o inverno, localizada em Bagé – RS, no ano agrícola de 2012/13. Os dados relativos à produtividade da soja foram utilizados para estabelecer três zonas de manejo na área. Em cada zona de manejo foi realizada avaliação dos atributos químicos do solo nas camadas de 0,00 - 0,10 e 0,10 – 0,20 m, assim como a determinação da produção de forragem pela simulação de três pastejos. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que não ocorreram correlações entre os atributos químicos do solo com a produção da soja e fitomassa do azevém. Houve correlação positiva entre a produtividade da soja e a produção de forragem, apenas no primeiro corte da forragem, demonstrando que a resposta em produtividade de diferentes culturas é distinta em uma mesma área.

Palavras-chave: Agricultura de precisão, zonas de manejo, *Lolium Multiflorum*.

ABSTRACT

The Livestock shows high importance to the Brazilian economy. However, this activity has reduced its area of operation, due to the expansion of agricultural crops. In this sense, the system of crop livestock integration and the tools of precision agriculture are technologies that can provide numerous benefits to the sector, through better management and utilization of available resources in the properties. The aim of study was to evaluate the relationships of soil chemical properties with ryegrass biomass production in management zones defined by the map of the soybean crop in a system of crop livestock integration. The study was conducted in an area of 13.67 ha subject to a system of crop-livestock integration in long time cultivation succession of

¹Mestre em Agricultura de Precisão.

soybean during the summer and ryegrass pasture during the winter, located in Bagé-RS, Brazil, in the year of 2012/13. Data on soybean yield were used to establish three management zones in the area. In each management zone was performed assessment of soil chemical properties in layers of 0.00 - 0.10 and 0.10 - 0.20 m, and the determination of forage production by simulation of three grazings. From the results obtained, it can be concluded that there were no correlations between chemical soil attributes with soybean yield and dry matter production of ryegrass. There was positive correlation between soybean yield and forage production, just in the first cut forage, demonstrating that the response in productivity of different cultures is distinct in the same area.

Keywords: Precision Agriculture, management zones, Lorium Multiflorum.

INTRODUÇÃO

O agronegócio tem sido responsável por 25,4% do produto interno bruto (PIB) brasileiro, que, já ultrapassou os R\$ 3 trilhões. A agricultura corresponde a 70,5% do PIB do agronegócio e, logo, a pecuária é responsável por 29,5% (VIEIRA FILHO, J. E. R et al., 2011). No entanto, a agricultura, principalmente a cultura da soja, tem apresentado elevado crescimento da área no RS (3,66% ao ano, nos últimos cinco anos) (CONAB, 2014). Esse fato tem resultado em um redirecionamento das áreas mais produtivas utilizadas na produção de bovinos à agricultura (BARCELLOS et al., 2004), o que provocou uma estagnação da atividade pecuária no estado (SEVERO; MIGUEL, 2006).

Diante deste panorama atual, é essencial uma eficiente gestão dos recursos e dos processos de produção de bovinos (BARCELLOS et al., 2008). Severo e Miguel (2006) citam que a Integração Lavoura Pecuária (ILP) é uma tecnologia que possibilita o uso intensivo de bens e de capital, aumentando a eficiência dos recursos de produção e, por conseguinte, ampliando a margem de lucros do produtor. O sistema de ILP pode ser descrito simplificadaamente como a alternância temporária entre o cultivo de grãos e o pastejo de animais (Assmann, A. L. et al., 2004).

O uso do sistema de ILP exige um manejo adequado, principalmente no que tange à carga animal aplicada na área, para que as alterações nos atributos físicos do solo não comprometam a produtividade da cultura sucessora (CASSOL, 2003; FLORES, 2008). Nesse sentido, O manejo deve visar o sincronismo entre o crescimento da forrageira (oferta de alimento) e o consumo de forragem pelos animais (LANZANOVA et al., 2007).

Uma ferramenta com grande potencial de ser aliada ao sistema de ILP é a agricultura de precisão (AP) comumente aplicada à produção de grandes culturas, mas que quando aplicada à pecuária se denomina de pecuária de precisão (PP). Essa ferramenta permite manejar eficientemente os recursos forrageiros e os animais, apresentando inúmeros benefícios como: a compatibilização entre o suprimento de forragem e a demanda dos animais (CARVALHO et al. 2009; HACKER et al., 2008), redução do sobre pastejo (BISHOP-HURLEY et al., 2007), facilitar o rastreamento da produção (LACA, 2009), coletar diferentes tipos de dados do rebanho, separar animais com sintomas de doença (HACKER et al., 2008), etc.

A condução das lavouras agrícolas manejadas com as ferramentas de AP, por zonas de manejo (ZM) têm se destacado nos últimos, devido aos seus expressivos benefícios econômicos e ambientais (SUSZEK et al., 2011; SANTI et al., 2013). No entanto, não se tem na literatura estudos avaliando se as ZM definidas para as culturas de grão podem ser as mesmas para o manejo de forrageiras em um sistema de ILP.

Neste sentido, o objetivo de estudo foi avaliar as relações dos atributos químicos do solo com a produção de fitomassa do azevém em ZM definidas através do mapa de colheita da cultura da soja em um sistema de ILP.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Embrapa Pecuária Sul, no município de Bagé - RS, no ano agrícola de 2012/13, em uma área localizada entre as coordenadas geográficas (WGS 84), 31°19'09" S e 53°59'36" O, com altitude média de 200 m. O clima da região é classificado como subtropical pouco úmido, com inverno frio e verão fresco. A temperatura média anual varia entre 17-20°C, e precipitação anual média oscilando entre 1200 a 1500 mm (ROSSATO, 2011, p. 189-191).

A área experimental utilizada foi de 13,67 ha submetida a um sistema de ILP de longa duração (5 anos), envolvendo a sucessão de cultivos de soja e de pastagem de azevém. O solo do local é classificado como Luvisolo Háplico órtico (SANTOS et al., 2006).

A semeadura da soja ocorreu no dia 09/12/2012. A cultivar de soja semeada foi a BMX Potência, em um espaçamento entre linhas de 0,45 m e na densidade de 14 sementes metro⁻¹, resultando em aproximadamente 310.000 sementes ha⁻¹. A adubação de base foi realizada em taxa fixa através da aplicação de 370 kg ha⁻¹ do

fertilizante químico de formulação 02-30-15 (NPK). Os demais tratos culturais foram realizados conforme a Reunião de Pesquisa da Soja da Região Sul (2012).

A colheita da cultura foi realizada entre os dias 02 e 05 de junho de 2013, o monitoramento da produtividade foi obtido com auxílio de um monitor de colheita da marca Stara, modelo Topper® 4500. Os pontos de leitura do sensor foram coletados em média a cada 20 metros, conforme a velocidade de deslocamento da colhedora.

A partir dos dados de produtividade da cultura da soja a área do estudo foi subdividida em três (ZM) zonas de manejo conforme apresentado na figura 1. i: (ZAP) Zona de alta produtividade, representada pela linha azul constituída por 1,67 ha, correspondendo a 12,2% da área total. ii: (ZBP) Zona de baixa produtividade, representada pela linha vermelha com 2,34 ha, correspondendo por 17,20% da área total. iii: (ZMP) Zona de média produtividade, representada pelo restante da área, totalizando 9,66 ha, e 70,60% da área total.



Figura 1. Zonas de manejo delimitadas a partir do mapa de produtividade de soja (Alta produtividade, representada pela linha azul; Baixa produtividade, representada pela linha vermelha e Média produtividade, representada pelo restante da área), Bagé - RS, 2014.

Em cada ZM, no dia 09/09/2013, foram coletadas 8 amostras compostas de solo nas camadas de 0,00 - 0,10 e 0,10 - 0,20 m com o auxílio de um trado calador do tipo holandês, coletou-se o número de 8 subamostras, em um raio de 3 metros ao redor de cada ponto georreferenciado.

A forrageira utilizada foi o azevém que se desenvolve anualmente na forma de sobre semeadura natural na área de estudo, pois a dessecação é realizada após a maturação fisiológica da maioria das plantas, e já existe um banco de sementes de

longa data, em virtude do manejo que vem sendo utilizado nesta área experimental. Para acompanhar o desenvolvimento e as diferenças de produção da forragem, foram instaladas doze gaiolas de exclusão nas três ZM definidas pela produtividade de soja, (alta, média e baixa), sendo que cada ZM recebeu quatro gaiolas.



Figura 2. Detalhe da gaiola de exclusão antes do corte da forragem, Bagé - RS, 2014.

A área foi pastejada por animais da raça Brangus com idade de 14 – 24 meses. O manejo do ajuste de carga animal, foi realizado a cada 30 dias, definido pela altura da pastagem, mantendo sempre um resíduo de forragem entre 15 e 20 cm de altura. A primeira avaliação da produção de forragem do azevém foi realizada no dia 14/08/2013, antes da entrada dos animais, através do corte da forrageira a uma altura de 0,05 m, para estimar a produção inicial de matéria seca nas diferentes ZM. Nos dias 19/09/2013 e 30/10/2013, foram realizados mais dois cortes da forragem, dentro e fora da gaiola, para estimar a taxa de acúmulo de forragem. A disponibilidade total de forragem se dá pela soma da disponibilidade inicial da forragem com o total do crescimento acumulado ao longo do período de desenvolvimento da forragem.

Os dados das variáveis nas diferentes ZM foram inicialmente submetidos à comparação múltipla de média pelo teste de Tukey ($p > 0,05\%$). Na sequência, foi

realizada uma análise de correlação entre os atributos do solo, a produção de forragem e a cultura da soja a partir da matriz de correlação linear simples de Pearson ($p > 0,05$ %). Ambas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Statistical Analysis System – SAS 8.0 (SAS INSTITUTE, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de produtividade da cultura da soja apresentou uma amplitude de valores de 850 a 3.020 kg ha⁻¹ (Figura 3), demonstra assim a existência de grande variabilidade na área. Sendo que 17,2% da área foi classificada como ZBP. Por outro lado, a ZAP compreendeu 12,2% da área. Tais resultados demonstram que mesmo com apenas um mapa de produtividade já é possível definir regiões com alta e baixa produtividade, já podendo realizar algum manejo localizado. Santi (2007) e Santi et al. (2013) estudando variações de produtividade na região norte do RS também observaram esse comportamento.

Isso é relevante pelo fato de que a aplicabilidade do mapa de colheita pode ser utilizada já a partir do primeiro evento de colheita. No entanto, quando se objetiva caracterizar também as ZMP, instáveis, há necessidade de um histórico maior de eventos de colheita, afim de se ter uma maior confiabilidade nos resultados (SANTI, 2007; SANTI et al., 2013).

Dentro das três ZM houve diferença significativa apenas para a produtividade da soja, em que produziu na ZBP e ZAP de 1498 e 2563 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3). Porém, deve-se salientar que as ZM foram delimitadas a partir dos próprios valores de produtividade.

Para as produções de forragem nos diferentes cortes e a produtividade total (acumulado + inicial) não ocorreu diferença entre as ZM (figura 3), diante disso pode-se inferir que as ZM delimitadas a partir de uma cultura de grãos antecessora, para a produção de forragens não é eficiente, pois as zonas de produtividade da cultura de grãos, não reproduziram os valores esperados na produção de forragem. Os valores de produção total de forragem nas zonas de baixa, média e alta produtividade foram de 4310, 4123 e 4460 kg ha⁻¹, respectivamente, com uma diferença de apenas 337 kg ha⁻¹ não sendo considerados valores significativos. Tais resultados corroboram com os descritos por Guedes Filho et al. (2010) em que estudando a produtividade de cinco culturas de grãos por oito anos, comprovou que existe uma alta

variabilidade temporal de produção entre as culturas, sendo que diferentes culturas apresentaram diferentes distribuições de produtividade na lavoura.

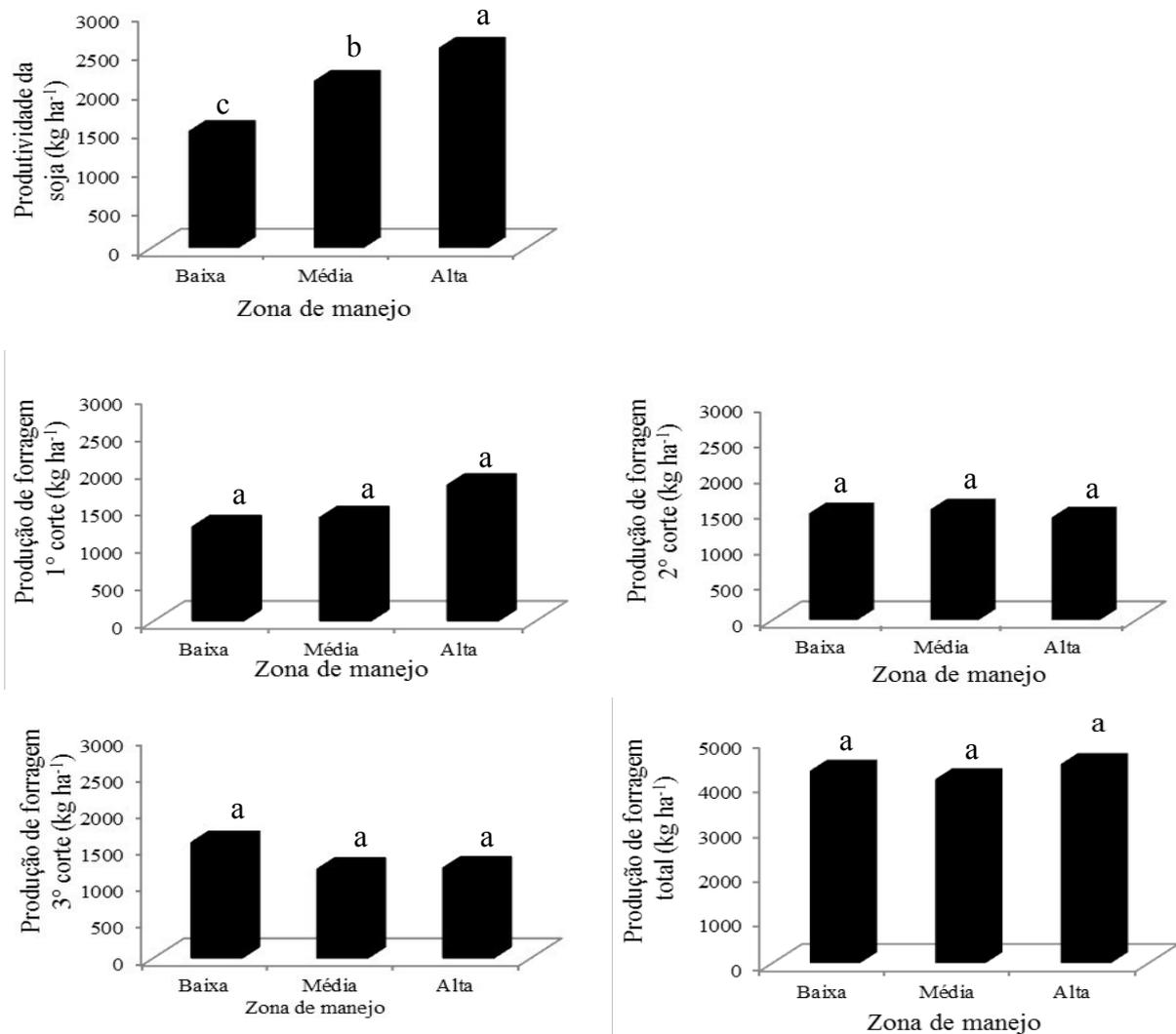


Figura 3. Comparação múltipla de média dos valores de produtividade da soja e de forragem em diferentes cortes nas zonas de manejo, Bagé, RS, 2014.

Avaliando-se as diferentes ZM (Tabela 1), observa-se que não ocorreram diferenças entre os atributos químicos do solo, com exceção do teor de matéria orgânica na camada de 0,00 - 0,10 m. A falta de diferença entre as ZM pode estar relacionada em partes, ao baixo número de graus de liberdade utilizado na análise 24 (3 tratamento x 8 repetições).

Os valores dos atributos químicos do solo nas diferentes camadas, de maneira geral, conforme esperado, tiveram uma redução de seus valores na camada mais profunda. Contudo, alguns atributos como o teor de argila, apresentou inversão nas diferentes camadas sendo que, na camada superficial, o menor teor de argila

estava na ZBP, já na camada mais profunda a ZMP foi a que apresentou o menor teor de argila.

Tabela 1. Comparação múltipla de média dos atributos químicos do solo nas diferentes zonas de manejo, Bagé - RS, 2014.

FV	Zonas de manejo		
	Baixo	Médio	Alto
		0.00 - 0.10 m	
Fósforo (mg/dm ³)	11,38 ns	21,18	20,00
Potássio (mg/dm ³)	77,25 ns	49,50	73,25
Matéria orgânica (%)	3,03 b	3,35 ab	3,75 a
Saturação de bases (%)	48,50 ns	43,00	43,75
Argila (%)	16,75 ns	19,25	21,75
PH H ₂ O	4,95 ns	4,90	4,83
Ca (cmolc/dm ³)	5,00 ns	4,83	5,35
Mg (cmolc/dm ³)	1,90 ns	1,93	2,23
Al+H (cmolc/dm ³)	7,88 ns	9,30	10,30
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	14,95 ns	16,18	14,08
		0.10 - 0.20 m	
Fósforo (mg/dm ³)	6,20 ns	6,85	8,85
Potássio (mg/dm ³)	66,25 ns	41,75	54,25
Matéria orgânica (%)	2,10 ns	2,28	2,83
Saturação de bases (%)	36,50 ns	38,75	37,10
Argila (%)	20,75 ns	17,75	18,50
PH H ₂ O	4,73 ns	4,73	4,70
Ca (cmolc/dm ³)	3,93 ns	4,18	4,78
Mg (cmolc/dm ³)	1,33 ns	1,50	1,95
Al+H (cmolc/dm ³)	9,60 ns	28,83	11,30
CTC efetiva (cmolc/dm ³)	15,00 ns	15,03	18,18

* Valores médios seguidos de letras iguais na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 0,05% de probabilidade de erro.

O teor de matéria orgânica na camada de 0,00 – 010 m do solo foi o único atributo que apresentou diferenças significativas entre as ZM, sendo que o menor teor foi observado na ZBP, 3,03% o qual não diferiu da ZMP (matéria orgânica de 3,35%). Este resultado pode estar relacionado com a diferença de produtividade da cultura da soja entre as ZM ao longo do tempo. Vezzani e Mielniczuk (2009) descreveram a matéria orgânica do solo como o melhor indicador da qualidade solo, devido a este atributo estar diretamente inter-relacionado com fatores químicos, físicos e biológicos do solo.

Realizando-se a interpretação dos teores dos nutrientes segundo o Manual... (2004), observa-se que apenas P classificou-se como nível baixo na ZBP e alto nas

ZMP e ZAP. Os teores de K estavam médios, pH muito baixo, M.O. baixa, CTC, Ca e Mg, com teores altos nas três ZM.

A partir dos valores de correlação entre a produtividade da soja e a produção de forragem apresentados na tabela 2, observa-se que houve correlação positiva da produtividade da soja com a produção de forragem, apenas no primeiro corte da forragem, ou seja, na disponibilidade inicial do pasto ($r = 0,62$). Este resultado demonstra que a resposta em produtividade de culturas diferentes é distinta em uma mesma área. Uma hipótese para esse resultado é de que na ZAP de soja, ocorreu uma maior produção de palhada e, por ser uma leguminosa, pode ter incrementado maiores quantidades de nitrogênio no solo a partir da decomposição da palhada influenciando positivamente a produção de forragem em sucessão. No entanto, a partir desse primeiro corte os níveis diminuíram expressando a ausência de correlação nos cortes seguintes. Correlações da produção de forragem entre os cortes 1 e 2 foram observados com a produção total, contudo este resultado é o esperado pois a produção total é a soma de todos os cortes da forragem que foram realizados.

Tabela 2. Análise de correlação entre a produtividade da soja e de forragem. Bagé - RS, 2014.

Produtividade	Produção de forragem			
	1° corte	2° corte	3° corte	Total
Grãos de soja	0,62*	0,06	-0,11	0,22
Forragem 1° corte		0,24	-0,14	0,45
Forragem 2° corte			0,26	0,76*
Forragem 3° corte				0,69*

*Correlação de Pearson 0,05 % de significância.

Na figura 4 são apresentados os mapas da sobreposição das produções de forragem nos diferentes cortes sob o mapa de produtividade da cultura da soja, neste mapa é possível uma melhor visualização da correlação entre essas variáveis principalmente na primeira avaliação de forragem que foi significativa a correlação (Figura 4a), em que nas áreas menos produtivas da soja ilustradas no mapa pela cor vermelha foi aonde ocorreram as menores produções de forragem ilustrado pelo tamanho do círculo reduzido, da mesma forma para as ZAP de soja (azul) e alta produção de fitomassa pelo azevém (círculos maiores).

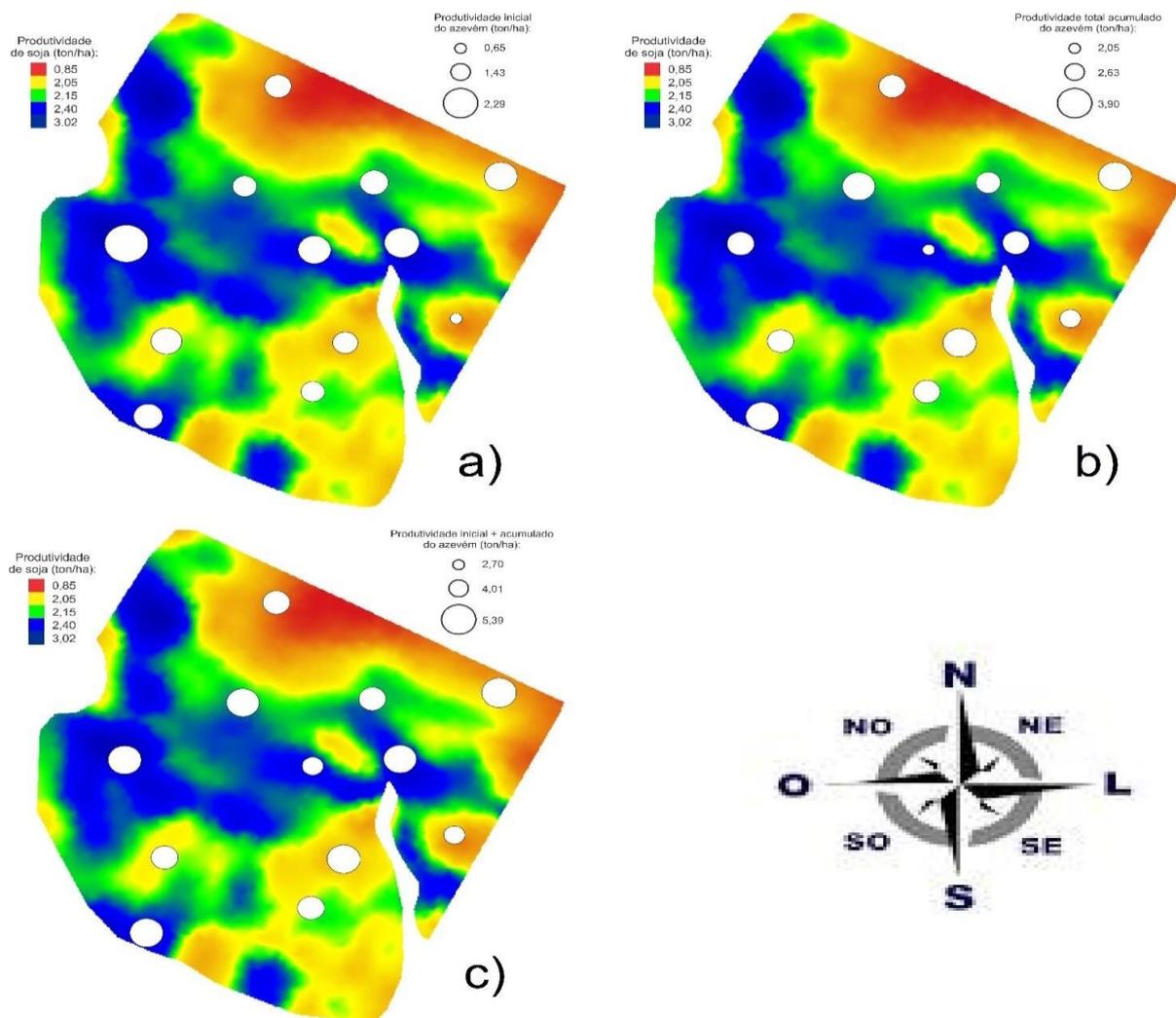


Figura 4. Mapas temáticos de sobreposição da produtividade da soja com: a) Produtividade inicial do azevém (ton./ha), b) Produtividade total acumulado do azevém (ton./ha). c) produtividade inicial e o acumulado do azevém (ton./ha), Bagé - RS, 2014.

Dos atributos do solo avaliados na camada de 0,00 – 0,10 m nenhum apresentou correlação com a produtividade da soja e ou da produção de forragem ao longo do período do experimento (Tabela 3). Este resultado comprova o que é descrito por Santi et al. (2013) em que descreve que a avaliação de um pequeno conjunto de dados de atributos químicos do solo visando correlacionar com a produtividade de culturas normalmente apresenta pouca eficiência. Vezzani e Mielniczuk (2009) citam que o sistema do solo é bastante complexo e está atrelado a interações químicas, físicas e biológicas. Dessa forma, para avaliar os atributos limitadores de produção em uma cultura se faz necessário a coleta de um banco de dados bastante amplo e de uma análise multidisciplinar (SANTI et al., 2012). A partir

desse resultado pode-se inferir que os fatores que limitara a produtividade da soja neste respectivo ano não foram os atributos químicos do solo.

Tabela 3. Análise de correlação entre a produtividade da soja e de forragem com os atributos químicos do solo na camada de 0,00 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m.

FV	Produtividade				
	Grãos de soja	Forragem 1° corte	Forragem 2° corte	Forragem 3° corte	Forragem Total
0.00 - 0.10 m					
Fósforo	0,25	0,12	-0,08	-0,16	-0,08
Potássio	-0,18	-0,22	0,23	0,07	0,25
Matéria orgânica	0,56	0,37	0,17	-0,17	0,13
Saturação de bases	-0,30	-0,01	-0,18	0,22	0,04
Argila	0,44	0,16	0,15	-0,09	0,08
PH	0,43	0,02	-0,08	0,04	-0,01
Ca	-0,04	0,15	-0,06	-0,37	-0,20
Mg	0,32	0,44	0,06	-0,46	-0,07
Al+H	0,37	0,25	0,20	-0,36	-0,01
CTC efetiva	0,34	0,30	0,17	-0,44	-0,06
0.10 - 0.20 m					
Fósforo	0,08	0,14	-0,75*	-0,45	-0,60*
Potássio	-0,37	-0,17	0,04	-0,16	-0,15
Matéria orgânica	0,51	0,48	0,16	-0,28	0,11
Saturação de bases	0,12	-0,28	0,19	0,22	0,11
Argila	0,36	-0,07	0,18	0,21	-0,07
PH	0,14	-0,24	0,13	-0,03	-0,05
Ca	0,27	0,19	0,31	-0,17	0,12
Mg	0,49	0,27	0,35	-0,20	0,17
Al+H	-0,01	0,13	-0,09	-0,17	-0,10
<u>CTC efetiva</u>	<u>0,34</u>	<u>0,37</u>	<u>0,29</u>	<u>-0,38</u>	<u>0,06</u>

*Correlação de Pearson 005 % de significância.

Na camada do solo de 0,10 – 0,20 m ocorreu correlação negativa da produção de forragem no 2° corte e conseqüentemente no total de forragem acumulada com o teor de fósforo no solo (Tabela 3), esse resultado está relacionado aos baixos teores na ZBP conforme discutido anteriormente. Acock & Pachepski (1997) citam que o rendimento das culturas em um mesmo talhão apresenta diferenças, e estas podem ser atribuída além dos fatores químicos do solo, a temperatura do solo, temperatura do ar, radiação solar, precipitação, umidade, ventos, profundidade do solo, densidade do solo e presença de plantas daninhas. Grego et al. (2012) concluíram

que os atributos físicos do solo, empoe maior restrição de produção de forragem que os atributos químicos do solo.

CONCLUSÕES

Não ocorreram correlações entre os atributos químicos do solo com a produção da soja e fitomassa do azevém.

Houve correlação positiva entre a produtividade da soja e a produção de forragem, apenas no primeiro corte da forragem, demonstrando que a resposta em produtividade de diferentes culturas é distinta em uma mesma área.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, A. L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio., 2004, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33(1), 37-44.

ACOCK, B.; PACHEPSKY, Y. Holes in precision farming: mechanistic crop models. In: EUROPEAN CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 1., 1997, Warwick University, UK. **Proceedings...** Oxford: Bios Scientific, 1997. p. 397-404.

BARCELLOS, J. O. J. et al. A bovinocultura de corte frente a agriculturização no Sul do Brasil. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA, 11., 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC, 2004. Disponível em: <http://190.183.236.157/Grandes%20Animales/1ra.%20Jornada%20_Octubre%202005/A%20Pecu%C3%A1ria%20de%20e%20Expans%C3%A3o%20da%20Agricultura.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2014.

BARCELLOS, J. O. J. et al. O futuro da bovinocultura frente à crise alimentar no mundo. In: CONGRESO VENEZOELANO DE PRODUCCIÓN E INDUSTRIA ANIMAL, 14., 2008, Maracaibo. **Memorias...** Maracaibo: AVPA, 2008. p. 18-23. Disponível em: <http://www.avpa.ula.ve/congresos/memorias_xivcongreso/pdf/conferencias/barcellos.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2014.

BISHOP-HURLEY, G. J.; SWAIN, D. L.; ANDERSON, D. M. Virtual fencing applications: implementing and testing an automated cattle control system.

Computers and Electronics in Agriculture, Oxford, v. 56, n. 1, p. 14-22, Mar. 2007.

CARVALHO, P. C. de F. et al. Doocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens.

Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 38, 2009. Número especial.

CASSOL, L. C. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavourapecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CONAB. **Soja – Brasil**: série histórica de área plantada: safras 1976/77 a 2013/14. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?t=2&a=1252&filtrar=1&f=1&p=115&e=0&d=0&m=0&s=0&ac=0&tps=0&lvs=0&l=0&ed=0&i=soja>>. Acesso em: 24 mar. 2014.

CORRÊA, A. N.; TAVARES, M. H. F.; URIBE-OPAZO, M. A. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e seus efeitos sobre a produtividade do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 81-94, jan./mar. 2009.

FLORES, J. P. C. **Atributos físicos e químicos do solo e rendimento de soja em integração lavoura-pecuária em sistemas de manejo**. 2008. 102 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

GREGO, C. R.; RODRIGUES, C.A.G.; NOGUEIRA, S. F.; GIMENES, F. M. A.; OLIVEIRA, A.; ALMEIDA, C. G. F.; FURTADO, A. L. S.; DEMARCHI, J. J. A. A. Variabilidade espacial do solo e da biomassa epigea de pastagem, identificada por meio de geoestatística. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 9, p. 1404-1412, set. 2012.

GUEDES FILHO, O.; VIEIRA, S. R.; CHIBA, M. K.; NAGUMO, C. H.; DECHEN, S. C. F. Spatial and temporal variability of crop yield and some rhodic hapludox properties under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 1-14, jan./fev. 2010.

HACKER, R. B. et al. Precision pastoralism advanced systems for management and integration of livestock and forage resources in the semi-arid rangelands in south easter Australia. In: JOINT INTERNATIONAL GRASSLAND AND RANGELAND CONGRESS; INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 21.; INTERNATIONAL RANGELAND CONGRESS, 8., 2008, Hohhot, China. **Multifunctional grasslands and rangelands in a changing world**: proceedings. Beijing: Guangdong People's Publishing House, 2008. v.1, p. 428-431.

LACA, E. A. Precision livestock production: tools and concepts. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 123-132, jul. 2009. Número especial.

LANZANOVA, M. E. et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 1131-1140, set./out. 2007.

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 39., Passo Fundo, 2012. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2012/2013 e 2013/2014**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 142 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 107). Organizado por Leila Maria Costamilan, Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi, Mércio Luiz Strieder, Paulo Fernando Bertagnolli.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, tendências e tipologia. 2011. 237 f. Tese (Doutorado em Geografia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, 2011, p. 189-191.

SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; MARTIN, T. N.; PIRES, J. L.; DELLA FLORA, L. P.; BASSO, C. J. Análise de componentes principais de atributos químicos e físicos do solo limitantes à produtividade de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p. 1346-1357, 2012.

SANTI, A. L. et al. Definição de zonas de produtividade em áreas manejadas com agricultura de precisão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 510515, 2013.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. 175 f. Tese (Doutorado)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SEVERO, C. M.; MIGUEL, L. A. A sustentabilidade dos sistemas de produção de bovinocultura de corte do estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Questões agrárias, educação no campo e desenvolvimento**. Fortaleza: SOBER: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2006. 1 CD-ROM.

SUSZEK, G.; SOUZA, E. G.; OPAZO, M. A. U.; NÓBREGA, L. H. P. Determination of management zones from normalized and standardized equivalent productivity maps in the soybean culture. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 5, p. 895-905, set./out. 2011.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 743-755, jul./ago. 2009.

VIEIRA FILHO, J. E. R., GASQUES, J. G., & SOUSA, A. G. D. **Agricultura e crescimento: cenários e projeções**, Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA), p.08, Brasília, Julho. 2011.