



OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA NUTRICIONAL NOS SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS (SAPS) EM FUNÇÃO AGRICULTURA DE PRECISÃO (AP)

Neomar SANDRIN¹, Luis Pedro CANEPPELE², Andrei ROQUE VIDOR³, Cristiano
RESCHKE LAJÚS⁴, Gean LOPES DA LUZ⁵

RESUMO

O presente trabalho teve objetivo como analisar economicamente os diferentes SAPS em função da AP, com a determinação do custo operacional e a quantificação dos indicadores de rentabilidade da cultura do milho. Neste trabalho é possível perceber diferenças econômicas entre os elementos químicos recomendados para os SPAS S1 e S2 e também diferenças nas quantidades a serem aplicadas em cada um dos SPAS, e estas diferenças impactaram nos custos de produção. Desta forma, as técnicas propostas pela agricultura de precisão devem ser consideradas como importantes ferramentas para auxiliar o agricultor no manejo da adubação.

Palavras-chave: agricultura de precisão; eficiência nutricional; sistema convencional; sistema georreferenciado; milho.

ABSTRACT

This study was aimed to economically analyze the different SAPS due to the PA, with the determination of the operating cost and the quantification of the indicators of profitability of

¹ Bolsista de Iniciação Científica PIBITi/FAPE da Unochapecó, acadêmico do Curso de Agronomia, Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Campus de Chapecó - UNOCHAPECÓ - CHAPECÓ/SC - BRASIL, sandrinagro@unochapeco.edu.br.

² Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq da Unochapecó, acadêmico do Curso de Agronomia, Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Campus de Chapecó - UNOCHAPECÓ - CHAPECÓ/SC - BRASIL, luispedro@unochapeco.edu.br.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, Área de Ciências Exatas e Ambientais, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Campus de Chapecó - UNOCHAPECÓ - CHAPECÓ/SC - BRASIL, andrei_vidor@unochapeco.edu.br.

⁴ Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão da Inovação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Campus de Chapecó - UNOCHAPECÓ - CHAPECÓ/SC - BRASIL, clajus@unochapeco.edu.br.

⁵ Prof. Dr. Programa de Pós-graduação em Tecnologia e Gestão da Inovação, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Campus de Chapecó - UNOCHAPECÓ - CHAPECÓ/SC - BRASIL, geanluz@unochapeco.edu.br.

corn. In this work it is possible to realize economical differences between the chemical elements recommended for SPAS S1 and S2 as well as differences in quantities to be applied in each SPAS, and these differences impacting the production costs. Thus, the proposed techniques for precision agriculture should be considered as important tools to assist farmers in managing fertilization.

Keywords: precision agriculture; nutritional efficiency; conventional system; georeferenced system; corn.

1. INTRODUÇÃO

A adoção da inovação tecnológica (AP) justifica-se pelo fato de que apesar de grande parte dos produtores considerarem o solo uniforme, as áreas de cultivo podem ter uma série de variações espaciais em seus atributos, tais como: o tipo de solo, propriedades físicas e químicas, produtividade e/ou rendimento, exigências nutricionais, entre outras.

Desta forma torna-se necessário a utilização da AP, que envolve todo o manejo da área, processamento de dados e análises de uma série de informações, variando na área e no tempo, sendo indispensável à utilização de sistemas de computação móveis, com grande capacidade em armazenagem de informações e memórias elevadas de captação de dados, o que possibilita a aplicação das técnicas da AP (SANTI, 2007).

Com o avanço no setor tecnológico da informática e a necessidade de conhecimento detalhado e específico da lavoura, o produtor rural passou a dispor de novas ferramentas, proporcionando ao empresário rural melhor gerenciamento dos custos de produção e maior lucratividade em sua propriedade (TSCHIEDEL; FERREIRA, 2002).

Uma das principais estratégias da AP consiste em um sistema de gerenciamento mais elaborado agronomicamente, que considera a produtividade e/ou rendimento das culturas anteriores como um dos parâmetros para aplicação de reposição dos nutrientes extraídos pela colheita.

Assim, torna-se indispensável a geração dos mapas de produtividade e/ou rendimento de cada cultura, a utilização intensa das ferramentas e equipamentos da AP, maior conhecimento do produtor e formação técnica especializada a esse novo modelo agrícola.

É uma estratégia a longo prazo, pois a mesma baseia-se na obtenção e construção de uma base de dados confiável, no que diz respeito a variabilidade na produtividade e/ou rendimento da cultura específica e não somente aquela estratégia da quantidade de fertilizantes aplicados ao solo ou planta (MOLIN, 2007).

A AP possibilita o manejo localizado de todo o conjunto de uma área cultivada de maneira eficaz permitindo que os ganhos econômicos na propriedade sejam aumentados, procurando notar as diferentes variações da lavoura visando o incremento de produtividade de todas as partes da área, com menor prejuízo possível aos recursos naturais.

Também permite visualizar e identificar fatores limitantes (físicos, químicos e biológicos) na intenção de buscar e propor alternativas de manejo diferenciado de acordo com as necessidades de cada área ou zona de manejo. As zonas de manejo ou zonas de aplicação de insumos, no enfoque da AP, são referentes a regiões geográficas ou subáreas que possuem atributos de solo com menor heterogeneidade. Com base nestas zonas, podem-se diagnosticar interferências de manejo visando corrigir aqueles atributos que estão comprometendo ou interferindo no rendimento das culturas, permitindo, assim, maior produtividade (SANTI, 2007).

A interpretação e correlação dos resultados levantados na lavoura são de fundamental importância, visto que quanto maior for o banco de dados, mais coerentes e confiáveis é as informações geradas, e conseqüentemente os erros no diagnóstico referente à variabilidade existente na área são minimizados.

Dessa maneira, informações de produtividade e/ou rendimento obtidos através de mapas de colheita são essenciais, mesmo por que a variabilidade nas lavouras é evidenciada nos mapas de produtividade e/ou rendimento. A interpretação dos dados é a explicação do diagnóstico correto, que por sua vez, é a tarefa mais complexa da AP quando os fatores que podem comprometer a menor produtividade e/ou rendimento da área são identificados e localizados (MOLIN, 2007).

O rápido crescimento da tecnologia e a informática possibilitaram a aplicação das ferramentas de AP, as tecnologias disponíveis podem ser encontradas em seis principais categorias: computadores e softwares; GPS – Sistema de Posicionamento Global; SIGs – Sistema de Informação Geográfica; sensoriamento remoto; sensores; e controladores eletrônicos de aplicação.

O objetivo da utilização dessas tecnologias é proporcionar ao produtor o entendimento da variabilidade espacial e temporal dos atributos dos solos, das culturas e suas relações com o meio, bem como monitorar e manejar essa variabilidade de forma eficaz (COELHO, 2003).

Os produtores que fazem uso da AP somente com base na amostragem de solo em grade, têm grande chance na redução da utilização de calcário e fertilizantes com a aplicação em dose

variada dentro de cada área, mas o resultado obtido para a maioria dos produtores é que a forma convencional de aplicação em dose única para toda área resulta em erros (MOLIN, 2007).

O presente trabalho teve objetivo como analisar economicamente os diferentes SAPS em função da AP, com a determinação do custo operacional e a quantificação dos indicadores de rentabilidade da cultura do milho.

2. CONTEÚDO

2.1 Material e métodos

A área experimental foi conduzida com dois SAPS (S1: georreferenciado e S2: convencional).

No sistema S1 foi realizado o mapeamento da área com auxílio do software Farm Works™ Mapping. A malha utilizada foi quadrangular de 100m x 100m totalizando 1 ponto por 3,76 ha com uma média de 20 sub amostras por ponto, de forma a configurar uma melhor distribuição espacial dos pontos na área.

Para o sistema S2 a amostra composta foi formada a partir da coleta de 15 sub amostras de solo na área de 56,73 ha.

Cada SAPS (S1 e S2) seguiu às orientações técnicas de acordo com as instruções do Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004).

Nos dois SPAS (S1 e S2) foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0 a 10 cm, visto que a área experimental foi caracterizada como sistema de plantio direto consolidado, com rotação de culturas: trigo x soja x milho. A respectiva coleta de solo foi feita com trado de rosca, e as sub-amostras foram homogeneizadas para posterior retirada da amostra principal.

Após a coleta cada amostra dos SPAS (S1 e S2) foi identificada em recipiente plástico fechado e enviada para o Laboratório de Solos da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo/RS, que segue os métodos propostos por Tedesco et al. (1995).

As propriedades químicas analisadas foram: potencial hidrogênico (pH) em água, teor de argila, índice SMP, alumínio (Al), capacidade de troca de cátion (CTC) efetiva, matéria orgânica (MO), nitrogênio, fósforo e potássio (N, P, K).

Após a análise das respectivas propriedades foram realizadas às recomendações de correção do solo e adubação através do Manual de adubação e calagem para os estados do Rio

Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) conforme o manejo específico de cada SPAS.

As práticas culturais foram realizadas conforme as indicações técnicas para os diferentes SPAS da cultura do milho (CRUZ *et al.*, 2009).

A dessecação foi realizada 30 dias antes da semeadura sendo utilizado 2 L de glifosato/100 L de água na mistura por hectare. O mesmo produto foi aplicado em pós-emergência (30 dias após a semeadura) para o controle das plantas daninhas. A semeadura foi realizada na segunda quinzena de setembro de 2014, onde foi utilizada a semeadora Semeato PAR 3600. O híbrido utilizado foi o Pioneer 30F53 HR, com produtividade esperada de 10.000kg/ha em uma população de aproximadamente 85000 plantas/ha, ou seja, 6 sementes por metro linear em espaçamento de 70 cm entre linhas. Para o controle de *Diabrotica speciosa* foi aplicado o inseticida Deltametrina na dose recomendada (200 mL/ha) entre os estádios V2/V3.

Na primeira quinzena de janeiro de 2015, quando as plantas entraram em maturação fisiológica (ponto ideal de colheita) foi realizada a colheita com uma colhedora New Holland TC 57[®] de potência nominal de 124 kW, equipada com plataforma despigadora de milho, com seis linhas espaçadas entre si de 0,70 m e capacidade de armazenamento no graneleiro de 5.000 L, com monitor de colheita AgLeader[®], modelo PF 3000[®]. Em síntese, neste trabalho foi considerada a seguinte característica na definição dos sistemas de produção de milho safra: 1) sistema georreferenciado (S1) com AP; 2) sistema convencional (S2) sem AP.

- Cálculo do custo operacional: a metodologia de custo utilizada é a do custo operacional de produção, que considera despesas diretas com insumos (sementes, fertilizantes, agroquímicos, etc.), serviços de operação (mão-de-obra e operação de máquinas) e de empreitas (contratação da AP), e despesas indiretas, como encargos sociais, encargos financeiros, etc. (MATSUNAGA *et al.*, 1976). A soma das despesas diretas e indiretas o denomina-se custo operacional total (COT). No cálculo do custo de máquinas e equipamentos considerou-se a classificação tradicional de custos em fixos e variáveis, citados por Hoffmann *et al.* (1976).

- Indicadores de Rentabilidade: os indicadores de análise de resultados utilizados no trabalho seguiram a metodologia proposta por Martin *et al.* (1998).

As matrizes de coeficientes técnicos de produção foram elaboradas com base em informações coletadas durante a safra 2014/2015 da cultura do milho, junto aos técnicos da Cooperativa Regional Alfa (Cooperalfa), de Chapecó/SC.

Os preços dos materiais, da mão-de-obra e dos serviços empregados (AP) foram obtidos após a colheita do trigo na primeira quinzena de setembro de 2014 na cidade de Chapecó/SC.

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística descritiva, conforme Piana; Machado e Selau (2009), os mesmos foram interpretados através da elaboração de tabelas com base nas Normas de Apresentação Tabular do IBGE (1993).

3. RESULTADOS

Ao analisar os indicadores econômicos dos SPAS (S1) e (S2) (Tabelas 1 e 2), percebe-se que o custo operacional total (COT) de produção do sistema S1, foi de R\$ 2546,94 por hectare (Tabela 1). O COT de produção do sistema S2 foi estimado em R\$ 2475,44/ha (Tabela 2).

Tabela 1 – Custo operacional total do SPAS S1. Faxinal dos Guedes-SC

Operação	Custo Operacional Total (COT)					
	Área/há	Unidade/ha	R\$/Unidade	R\$/ha	Valor (R\$)	Total (%)
Insumos						
Herbicida (Dessecação)	56,37	2,60l	10,95/l	28,47	1.604,85	1,11
Semente	56,37	86.000,00	497,00/60000	712,36	40.155,73	27,96
KCl	56,37	155,17kg	1,28/kg	198,61	11.195,64	7,79
Super Fosfato Triplo	56,37	391,90kg	1,36/kg	532,98	30.044,08	20,92
Inseticida	56,37	0,07l	670,00/l	46,90	2.643,75	1,84
Herbicida (Pós Emergente)	56,37	2,60l	10,95/l	28,47	1.604,85	1,11
Uréia Plus	56,37	271,10kg	1,16/kg	314,47	17.726,67	12,34
Máquinas						
Semeadura	56,37	0,70hr	120,00	84,00	4.735,08	3,29
Pulverizador	56,37	0,70hr	120,00	84,00	4.735,00	3,29
Distribuidor taxa variável	56,37	1,00ha	100,00	100,00	5.637,00	3,92
Colheita	56,37	0,60h	350,00	210,00	11.837,70	8,24
Outros						
Serviço de AP	56,37	-	-	15,96	900,00	0,62
Funrural	56,37	2,20%	102,03	102,03	5.751,76	4,00
Mão de obra	56,37	12,50R\$	80,00/dia	88,69	5.000,00	3,48
TOTAL				2.546,94	143.572,11	100,00

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 2 – Custo operacional total do SPAS S2. Faxinal dos Guedes-SC

Operação	Custo Operacional Total (COT)					
	Área/há	Unidade/ha	R\$/Unidade	R\$/ha	Valor (R\$)	Total (%)
Insumos						
Herbicida (Dessecação)	56,37	2,60l	10,95/l	28,47	1.604,85	1,15
Semente	56,37	86.000,00	497,00/60000	712,36	40.155,73	28,77
KCl	56,37	155,17kg	1,28/kg	198,61	11.195,64	8,02
Super Fosfato Triplo	56,37	378,05kg	1,36/kg	514,08	28.978,68	20,76
Inseticida	56,37	0,07l	670,00/l	46,90	2.643,75	1,89
Herbicida (Pós Emergente)	56,37	2,60l	10,95/l	28,47	1.604,85	1,15
Uréia Plus	56,37	238,60kg	1,16/kg	276,77	15.601,86	11,18
Máquinas						
Semeadura	56,37	0,70hr	120,00	84,00	4.735,08	3,39
Pulverizador	56,37	0,70hr	120,00	84,00	4.735,00	3,39
Distribuidor taxa variável	56,37	1,00ha	100,00	100,00	5.637,00	4,03
Colheita	56,37	0,60h	350,00	210,00	11.837,70	8,48
Outros						
Análise do solo	56,37	-	-	1,06	60,00	0,04
Funrural	56,37	2,20%	102,03	102,03	5.751,76	4,12
Mão de obra	56,37	12,50R\$	80,00/dia	88,69	5.000,00	3,58
TOTAL				2.475,44	139.481,90	100,00

Fonte: elaborado pelos autores.

O diferencial dos custos do SPAS S1 encontra-se no maior valor dos fatores de produção, com participação de 41,05% para os insumos adquiridos (KCl, Super Fosfato Triplo e Uréia Plus) (Tabela 1), enquanto que no SPAS S2 essa participação foi de 39,96% (Tabela 2), justificando a maior aplicação de adubo a taxa variada, fazendo com que o item fertilizantes tenha maior participação relativa no custo de produção.

Estes resultados estão de acordo com Tsunehiro et al. (2015), os quais indicam que nos últimos anos a referida cultura passou a ser desenvolvida com significativos avanços tecnológicos.

Os indicadores de rentabilidade da cultura do milho nos dois SPAS, para esse conjunto de insumos e preços, mostraram-se positivos. Consideraram-se as produções de 193,25 sacas por hectare para o SPAS S1 e de 189,90 sacas por hectare para o SPAS S2 (Tabela 3).

Tabela 3 – Indicadores de rentabilidade dos SPAS. Faxinal dos Guedes-SC

Descrição	S1	S2
Custos Fixos (R\$)	5.000,00	5.000,00
Custos Variáveis (R\$)	138.572,11	134.541,90
Receita (R\$)	261.444,06	256.923,18
Ponto de Equilíbrio (R\$)	10.638,29	10.504,20
Margem de Contribuição (R\$)	122.871,95	122.381,28
Lucro (R\$)	117.871,95	117.441,28
Custo por Saca (R\$)	13,18	13,03
Lucro por Saca (R\$)	10,82	10,97
Rendimento Médio (sc/ha)	193,25	189,90

Fonte: elaborado pelos autores.

Um aspecto a ser evidenciado na Tabela 3 é o lucro operacional do SPAS S1, que foi 0,36% superior ao SPAS S2. O índice de lucratividade nos dois sistemas foi próximo de 45%, indicando que os dois SPAS são competitivos no mercado, com destaque para o SPAS S1, pois com a continuidade do mesmo a receita por área tende a aumentar, em função da construção da fertilidade do solo.

Ao comparar os indicadores de rentabilidade da presente pesquisa com o trabalho realizado por Fiorin et al. (2010), os quais avaliaram economicamente lavouras conduzidas em AP comparativamente a forma convencional, em produtores associados das cooperativas Cotrijuí, Cotribá e Coopatrigo de Cruz Alta/RS, percebe-se que os incrementos produtivos dependem do nível tecnológico de cada sistema de produção vegetal com destaque para a AP, porém se faz necessário um maior período para a consolidação do referido SPAS.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho é possível perceber diferenças econômicas entre os elementos químicos recomendados para os SPAS S1 e S2 e também diferenças nas quantidades a serem aplicadas em cada um dos SPAS, e estas diferenças impactaram nos custos de produção. Desta forma, as técnicas propostas pela agricultura de precisão devem ser consideradas como importantes ferramentas para auxiliar o agricultor no manejo da adubação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. **Tópicos em Ciências do Solo**. Viçosa, v. 03, n. 01, p. 249-290, 2003.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Porto Alegre: SBCS/Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004.

CRUZ, J. C. et al. **Caracterização dos sistemas de Produção de milho para altas produtividades**. Circular Técnica 124, 2009.

FIORIN, J. E. et al. Projeto APcoo nas cooperativa agrícolas do Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**. v. 115, p. 30-35, 2010.

HOFFMANN, R. et al. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo: Pioneira, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Centro de documentação e disseminação de informações. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em:

<<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv23907.pdf>> Acesso em: 20 set. 2015.

MARTIN, N. B. et al. **Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, jan. 1998.

MATSUNAGA, M. et al. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão: as múltiplas possibilidades da tecnologia. **A Granja**. São Paulo, v.63, n.704, p.32-36, 2007.

PIANA, C.F. de B.; MACHADO, A. de A.; SELAU, L. P. R. **Estatística Básica**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática. 2009.

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

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. A. Introdução à agricultura de precisão: conceitos e vantagens. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.32, n.01, p.159-163, 2002.

TSUNECHIRO, A. et al. **Análise técnica e econômica de sistemas de produção de milho safrinha, região do Médio Paranapanema**, São Paulo. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/Safrinha/index.htm>. Acesso em: 20 set. 2015.

A Revista Científica Eletrônica de Agronomia é uma publicação semestral da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral – FAEF e da Editora FAEF, mantidas pela Sociedade Cultural e Educacional de Garça. Rod. Cmt. João Ribeiro de Barros km 420, via de acesso a Garça km 1, CEP 17400-000 / Tel. (14) 3407-8000. www.faeef.br – www.faeef.revista.inf.br – revista@faef.br