

**NOTA TÉCNICA:****ZONAS DE MANEJO NOS NÍVEIS DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO SOLO E A PRODUTIVIDADE DE ARROZ IRRIGADO**Cláudio Wrege Leite¹, Carlos Alberto Silveira da Luz², Maria Laura Gomes Silva da Luz³, Gizele Ingrid Gadotti⁴ & Renan Navroski⁵¹ Eng. Agrônomo, Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes, UFPel, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, e-mail: wleiteclaudio@ig.com.br² Engenheiro Agrícola, PhD, Professor Titular, UFPel, Centro de Engenharias, e-mail: carlossluz@gmail.com³ Engenheira Agrícola, PhD, Professora Titular, UFPel, Centro de Engenharias, e-mail: m.lauraluz@gmail.com⁴ Engenheira Agrícola, Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes, Professora Adjunta, UFPel, e-mail: gizeleingrid@gmail.com⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agronomia, UFPel, e-mail: navroski@outlook.com**Palavras chave:**agricultura de precisão
fertilidade
georreferenciamento
variabilidade**RESUMO**

O fósforo participa de processos vitais nas plantas, como a fotossíntese, a respiração, o armazenamento e transferência de energia, a divisão celular e o crescimento das células. O potássio atua na ativação de algumas enzimas e desempenha um papel importante no equilíbrio de água nas plantas. O presente trabalho teve como objetivo correlacionar os níveis de fósforo e potássio com a produtividade em arroz irrigado, bem como avaliar a viabilidade do uso de agricultura de precisão em área de arroz irrigado. O trabalho foi conduzido durante três safras em sucessão de culturas: arroz, soja, arroz, no município de Santa Vitória do Palmar/RS. Utilizou-se uma área de 22,18 ha, dividida em 15 parcelas, as quais foram georreferenciadas no ponto central. Foi coletada uma amostra de solo em cada parcela, composta por 9 subamostras, que foram encaminhadas para análises químicas. Foram gerados mapas de rendimento e de fertilidade através dos dados das análises de solo e produtividade e criadas zonas de manejo com adubação diferenciada para corrigir e uniformizar os teores de fósforo e de potássio. Os resultados deste trabalho mostram que: a agricultura de precisão proporcionou aumento de fertilidade do solo através do uso de zonas de manejo; o emprego de zonas de manejo diminuiu a variabilidade nos teores de fósforo e de potássio nas parcelas do quarteirão estudado; não houve correlação entre os níveis de fósforo e potássio no rendimento da cultura de arroz irrigado.

Keywords:precision agriculture
fertility
georeference
variability**MANAGEMENT ZONES FOR PHOSPHORUS AND POTASSIUM LEVELS IN THE SOIL OF IRRIGATED RICE YIELD****ABSTRACT**

Phosphorus participates in vital processes of plants, such as photosynthesis, respiration, energy storage and transfer, cell division and cell growth, while potassium acts in the activation of some enzymes and plays an important role in water balance in plants. This study aimed to correlate the levels of phosphorus and potassium with productivity in irrigated rice as well as assess the feasibility of precision agriculture use in irrigated rice area. The experiment was conducted during three seasons in succession crops of rice, soybean and, rice, in Santa Vitória do Palmar/RS, Brazil. We used an area of 22.18 ha divided into 15 portions, which were the center point georeferenced. A soil sample was collected from each plot and divided into 9 sub-samples, which, then, went through a chemical analysis. Yield and fertility maps were generated using data from the soil analysis and productivity, and management zones were created with different fertilizers to correct and standardize the phosphorus and potassium concentration. In the results, precision agriculture was shown to provide an increase in soil fertility through management areas, the use of management areas decreased variability in phosphorus and potassium concentration in the plots studied, and there was no correlation between the levels of phosphorus and potassium and the yield of irrigated rice.

INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque na produção de arroz, sendo o maior produtor mundial deste cereal fora do continente asiático, tendo produzido 10,6 milhões de toneladas de arroz na safra 2015/2016 (CONAB, 2017). O Rio Grande do Sul, representou cerca de 69% da produção nacional de arroz, na safra 2015/2016 (CONAB, 2017), sendo essa produção quase exclusivamente irrigada por inundação.

A condição de solo submerso, mantida durante a maior parte do período de cultivo do arroz irrigado promove a elevação do pH dos solos ácidos para valores entre 6,0 e 6,5, com a conseqüente neutralização do alumínio trocável, o que favorece a disponibilidade de nutrientes (NOVAIS, 2007)

Em razão da baixa fertilidade natural da maioria dos solos cultivados com arroz do Rio Grande do Sul, a prática da adubação se torna indispensável para que sejam alcançadas produtividades elevadas, viabilizando economicamente a cultura.

Além da baixa fertilidade natural destes solos, outro grande problema é a variabilidade espacial que alguns nutrientes apresentam na mesma área, neste sentido torna-se necessário atuar de maneira pontual para corrigir ou conviver com a variabilidade existente em uma mesma lavoura.

Nesse sentido, surge a Agricultura de Precisão como ferramenta para o conhecimento e gerenciamento da variabilidade espacial e temporal de uma lavoura. Na área do arroz irrigado existem poucos trabalhos referentes a custos e benefícios econômicos, resultantes da adoção desta nova tecnologia.

Na busca de uma maior eficiência na adubação, este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade de arroz irrigado com o uso de zonas de manejo na adubação com P e K.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Santa Vitória do Palmar, RS, em uma área de 22,18 ha, que foi dividida em quinze parcelas de 1,48 ha, de malhas fixas medindo 121,7 m x 121,7 m (grid). O solo dessa área, segundo Streck et al. (2002), é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico solódico e clima característico subtropical úmido.

Essa área foi avaliada em três safras consecutivas (2009/2010, 2010/2011, 2011/2012) cultivadas com arroz, soja e arroz, respectivamente. A amostragem de solo foi realizada antes de cada um

dos três cultivos e após o cultivo de arroz da safra. As amostras foram enviadas para o Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Cada amostra de solo foi obtida a partir de nove subamostras retiradas de cada parcela, as amostras foram georreferenciadas com GPS geodésico no ponto central de cada parcela.

No primeiro ano do experimento, foram confeccionados mapas temáticos da fertilidade e do rendimento, assim como dos componentes de rendimento da cultura (número de panículas.m⁻² (NP); número de sementes normais.panícula⁻¹ (NSN) e peso de 1.000 sementes) e percentagem de sementes estéreis na panícula. Na primeira safra, o manejo da área foi igual ao manejo das áreas de produção da propriedade (180 kg.ha⁻¹ da fórmula 2-18-18 (N-P-K), e 140 kg.ha⁻¹ de ureia, fracionados em duas aplicações de 70 kg.ha⁻¹ no início do perfilhamento e 70 kg.ha⁻¹ no início do primórdio floral).

A correção da fertilidade foi realizada de maneira localizada, com taxa variável para cada parcela, a partir da segunda safra, mediante nova análise de solo. O manejo escolhido foi o agrupamento das parcelas com atributos de solos semelhantes, para formarem zonas de manejo, conforme Milani et al. (2006) e Bazzi et al. (2009). Esse procedimento foi realizado no segundo e terceiro ano do experimento. A construção dos mapas de fertilidade foi em função da análise dos elementos P e K, os quais foram agrupados em relação à interpretação de seus teores no solo para expectativa de produtividade de 6,0 à 9,0 t/ha, conforme recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2004), para a cultura de arroz irrigado.

O rendimento e o peso de 1.000 sementes foram determinados a partir da colheita manual, de forma aleatória, em quatro áreas de 2 m x 1 m cada, que constituíram as quatro repetições, totalizando 8 m² de área amostral por parcela. O peso de cada amostra teve correção: para o peso seco e limpo, e umidade de 13%. A umidade foi determinada na área pelo determinador de umidade da marca Motomco, Modelo 919 Automatic Moisture Meter. A média de umidade das sementes, por ocasião da colheita primeira safra, foi de 22,10%.

A contagem do número de panículas.m⁻² se deu pela contagem de todas as panículas em uma área de 1 m x 1 m, com três repetições, distribuídas aleatoriamente em cada parcela. O número de sementes normais.panícula⁻¹ foi determinado para uma área de 1 m x 1 m, retirando-se sete panículas, com três repetições, tomadas aleatoriamente na

parcela, totalizando 21 panículas. As sementes normais e as estéreis foram separadas das panículas manualmente e contadas.

A porcentagem de sementes estéreis na panícula foi determinada a partir das sementes utilizadas para determinação do número de sementes.panicula⁻¹. Foi contado o número total de sementes (normais e vazias) para fazer a porcentagem de esterilidade.

No segundo ano de experimentação, o quarteirão foi cultivado com soja. A amostragem de solo foi realizada em solo previamente preparado sobre a resteva da cultura de arroz, seguindo a mesma metodologia de amostragem do primeiro ano.

A determinação do mapa de fertilidade seguiu os mesmos critérios utilizados para o primeiro ano. Foram criadas zonas de manejo mediante as recomendações de adubação. A adubação foi efetuada de maneira diferenciada para cada zona de manejo, usando-se doses maiores de fertilizantes (423 kg.ha⁻¹ da fórmula 2-18-18 de N-P-K) para as zonas de menor fertilidade (valores abaixo do nível crítico para o P), enquanto as zonas de maior fertilidade (valores acima do nível crítico para o P) receberam menores doses de fertilizantes (300 kg.ha⁻¹ da fórmula 2-18-18 de N-P-K).

Não foi possível determinar o rendimento da cultura da soja, nem montar o mapa de rendimento, devido à ocorrência de seca durante todo o período da cultura, principalmente durante a fase reprodutiva e enchimento de grãos.

No terceiro ano do experimento o quarteirão foi cultivado com arroz irrigado. Para a recomendação de adubação nas zonas de manejo, foi incorporado o conceito de adubação de correção, que para o nível médio de teores de P e K no solo, corresponde ao acréscimo de 30 kg.ha⁻¹ de P e K. Na zona de menor fertilidade, foram aplicados 470 kg de adubo da fórmula 2-18-18 (N-P-K), correspondendo aos 300 kg referentes à adubação de manutenção mais 170 kg referentes à adubação de correção.

As zonas de maior fertilidade, acima do nível crítico, receberam apenas adubação de manutenção, 300 kg.ha⁻¹ de adubo da fórmula 2-18-18 (N-P-K). Em ambas as zonas de manejo foram usados 200 kg.ha⁻¹ de ureia, fracionada em duas aplicações de 100 kg.ha⁻¹, no início do perfilhamento e 100 kg.ha⁻¹ no início do primórdio floral.

Foram realizadas análises de média, desvio padrão e coeficiente de variação de cada uma das variáveis citadas anteriormente e a correlação entre essas variáveis com os atributos de solo. Após a colheita do arroz, foi feita nova amostragem de solo para analisar

os efeitos dos dois anos com adubação por zonas de manejo sobre a fertilidade na área estudada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos atributos de solos analisados mediante análise de solo do primeiro ano do experimento (safra de 2009/2010) cultivada com arroz irrigado, P e K, foram os mais estudados, pois são os macronutrientes, geralmente, presentes em maiores quantidades nas formulações de adubos químicos (N-P-K).

Para determinação da variabilidade espacial de cada atributo, foi utilizada a classificação de variabilidade proposta por Wilding e Dress (1983), que usam o coeficiente de variação (CV) para atribuir o grau de variabilidade, sendo CV < 15% de baixa variabilidade, 15% < CV < 35% média variabilidade e CV > 35% alta variabilidade. O CV dos elementos P e K mostram a existência de alta variabilidade desses atributos de solo nas parcelas do quarteirão. Indicando a heterogeneidade desses atributos na área em estudo. Vários pesquisadores (CAVALCANTE *et al.*, 2007; DALCHIAVON *et al.*, 2012; MATTIONI *et al.*, 2013; GAZOLLA-NETO *et al.*, 2015; GAZOLLA-NETO *et al.*, 2016) também encontraram alta variabilidade espacial para o fósforo e potássio.

O nível de P na parcela dez foi de 50 ppm, valor bem superior ao nível crítico que é de 6 ppm, porém, nove parcelas com valores abaixo do nível crítico necessitaram de correção, entre elas, seis parcelas com valores baixos e três com valores médios (Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2004).

O nível de K na parcela dez foi de 202 ppm, também muito superior ao seu nível crítico que é de 60 ppm. Nenhuma parcela, além da parcela dez, alcançou o nível crítico para K.

O mapa de fertilidade (Figura 1) mostra um solo com grande variabilidade espacial para teores de P e K, como demonstrado no Tabela 1, os coeficientes de variação de 144,4% para o P e 87,6% para o K, nesse mesmo quadro é possível notar a diminuição do coeficiente de variação dos teores de P e K das parcelas de uma safra para outra, passando de 144,4% na primeira safra para 72,4% na pós colheita da terceira safra o elemento P e 87,6% na primeira safra para 51,3% na pós colheita da terceira safra para o K. Esses resultados sugerem uma diminuição da variabilidade espacial desses elementos, possivelmente causada pelo manejo da adubação diferenciado nas parcelas.

Esse solo pode ser considerado de média fertilidade para os parâmetros de P e K. Isso significa que, além de repor as quantidades dos

nutrientes exportados pela colheita e de perdas nos sistemas, há necessidade de melhorar a fertilidade do solo pela aplicação de fertilizante.



Figura 1. Distribuição das zonas de manejo nas parcelas do quarteirão experimental, safra de soja (1ª safra) e safra de arroz (2ª safra).

Tabela 1. Variação dos teores de P e K, durante os três anos de experimentação e após a colheita do terceiro ano cultivado com arroz irrigado, visualizando os efeitos obtidos pela adubação diferenciada nas zonas de manejo.

| Parcelas | ZONAS DE MANEJO | | | | | | | |
|------------|-----------------|--------|--------|------------|----------|--------|--------|------------|
| | FÓSFORO | | | | POTÁSSIO | | | |
| | 1º ano | 2º ano | 3º ano | Pós-colh.* | 1º ano | 2º ano | 3º ano | Pós-colh.* |
| 1 | 4 | 6,2 | 4,7 | 12,3 | 42 | 47 | 31 | 38 |
| 2 | 3 | 4,4 | 4,7 | 14,7 | 39 | 33 | 34 | 43 |
| 3 | 2,6 | 2,6 | 4 | 12,3 | 37 | 46 | 35 | 47 |
| 4 | 1,9 | 3,3 | 5,5 | 8 | 29 | 34 | 36 | 38 |
| 5 | 4,4 | 5,1 | 9 | 6,7 | 45 | 37 | 49 | 42 |
| 6 | 9 | 20,5 | 16 | 21,4 | 45 | 35 | 49 | 38 |
| 7 | 10,3 | 3,6 | 11,6 | 11,6 | 34 | 32 | 38 | 49 |
| 8 | 5,5 | 8,6 | 8,6 | 8,6 | 52 | 37 | 38 | 38 |
| 9 | 16 | 13 | 11,2 | 9,8 | 38 | 41 | 42 | 38 |
| 10 | 50 | 50 | 50 | 50,2 | 202 | 112 | 148 | 140 |
| 11 | 7 | 7,8 | 9,5 | 17,2 | 43 | 49 | 39 | 51 |
| 12 | 1,9 | 4 | 3,6 | 12,9 | 32 | 39 | 39 | 50 |
| 13 | 1,6 | 3 | 6,2 | 7,4 | 28 | 35 | 48 | 43 |
| 14 | 1,3 | 4,7 | 5,8 | 9,2 | 25 | 29 | 30 | 38 |
| 15 | 8,2 | 5,8 | 10,3 | 21,4 | 45 | 34 | 52 | 56 |
| Média | 8,4 | 9,5 | 10,7 | 14,9 | 49,1 | 42,7 | 47,2 | 49,9 |
| Desv. Pad. | 12,2 | 12,1 | 11,4 | 10,8 | 43 | 20 | 28,7 | 25,6 |
| C.V.(%) | 144,4 | 127,7 | 106,5 | 72,4 | 87,6 | 47 | 60,8 | 51,3 |

Cinza médio: adubação convencional, com 180kg.ha-1 para o 1º ano do experimento

Cinza escuro: adubação diferenciada, com 300kg.ha-1 para o 2º e 3º ano do experimento

Cinza claro: adubação diferenciada, com 423kg.ha-1 para o 2º ano e 470kg.ha-1 para o 3º ano do experimento

(*) resultado da análise de solo após a colheita do arroz irrigado última safra.

Tabela 2. Rendimento médio de cada parcela, número de panículas.m⁻², número de sementes normais.panicula⁻¹, peso de 1.000 sementes e % de esterilidade na panícula, na safra 2009/2010, cultivada com arroz irrigado.

| Parcela | Rendimento kg.ha ⁻¹ | NP | NSN | Peso de mil sementes (g) | % de esterilidade na panícula |
|------------|-----------------------------------|--------|--------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 7.211,59 | 403,00 | 94,86 | 26,76 | 6,35 |
| 2 | 6.543,10 | 295,32 | 93,14 | 28,26 | 7,39 |
| 3 | 7.034,29 | 347,32 | 89,24 | 27,52 | 6,49 |
| 4 | 7.001,72 | 351,00 | 95,62 | 27,47 | 7,04 |
| 5 | 8.065,09 | 395,67 | 104,67 | 27,61 | 11,48 |
| 6 | 7.111,27 | 358,00 | 104,00 | 27,55 | 11,22 |
| 7 | 7.101,03 | 372,32 | 98,57 | 27,5 | 8,69 |
| 8 | 7.723,32 | 343,32 | 98,76 | 28,67 | 9,75 |
| 9 | 6.661,43 | 357,00 | 93,38 | 26,35 | 9,55 |
| 10 | 7.632,04 | 357,00 | 90,48 | 27,05 | 8,43 |
| 11 | 6.859,22 | 325,00 | 97,62 | 27,98 | 10,64 |
| 12 | 6.052,15 | 318,32 | 107,19 | 26,16 | 10,85 |
| 13 | 6.496,53 | 324,00 | 90,29 | 27,76 | 8,97 |
| 14 | 5.834,00 | 437,32 | 92,10 | 26,75 | 5,80 |
| 15 | 5.697,87 | 326,32 | 98,48 | 27,27 | 9,34 |
| Média | 6.868,31 | 354,06 | 96,80 | 27,38 | 8,90 |
| Desv. Pad. | 676,95 | 36,7 | 5,6 | 0,68 | 1,88 |
| C.V. (%) | 9,86 | 10,4 | 5,8 | 2,48 | 21,12 |

NP = número de panículas.m²; NSN = número de sementes normais por panícula.

As zonas de manejo foram criadas após o segundo e terceiro anos de experimentação. A avaliação de rendimento no primeiro ano com arroz irrigado mostrou valores entre 8.065,09 a 5.697,87 kg.ha⁻¹, conforme Tabela 2, com coeficiente de variação de 9,86%.

Os dados de rendimento apresentados no Tabela 2 comparando com os valores de P e K apresentados no Tabela 1, não mostram correlação com os atributos de solo em um nível de significância de $p \leq 0,05$, concordando com trabalhos de Roel *et al.* (2002), que interpretaram padrões de rendimento de arroz em manejo localizado na Califórnia, onde a maioria dos atributos de solo analisados não apresentaram uma relação linear com o rendimento. Durigon *et al.* (2009), trabalhando com agricultura de precisão na busca por estabelecer correlações entre atributos de solo e produtividade na cultura de arroz irrigado, também não obtiveram resultados na correlação com os elementos em questão neste trabalho e sim com os elementos cálcio e magnésio. No segundo ano de experimentação, a área foi cultivada com soja e verificaram-se teores de P e K com coeficiente de

variação de 127,7% e 47%, respectivamente, como demonstrado no Tabela 1. Foi mantido o padrão de média fertilidade para os teores de P e K, ficando abaixo dos valores considerados adequados.

Como a área do experimento é um quarteirão de produção comercial, considerou-se mais razoável trabalhar por zonas de manejo diferenciadas, ou seja, agrupar parcelas com características de maior fertilidade e outra de menor fertilidade, para facilitar as aplicações de adubo, variando somente a quantidade de adubo por hectare para cada zona de manejo.

O objetivo da adubação nas parcelas, além de atender às necessidades dos cultivos e repor as perdas do sistema, foi também de aumentar gradualmente o nível de fertilidade das parcelas, para se aproximar do nível crítico dos elementos P e K, permitindo aos cultivos expressar todo o seu potencial de rendimento. As zonas de manejo deveriam elevar os níveis de fertilidade das parcelas de menor fertilidade, tornando o quarteirão mais homogêneo e com produções mais uniformes.

Para a formação das zonas de manejo, foram agrupadas as parcelas em relação ao nível crítico de P para a classe de solo 4, como representado

pela Figura 1. Uma zona agrupou as parcelas com teores de P iguais ou acima do nível crítico, correspondendo ao valor suficiente, e outra zona agrupou as parcelas abaixo do nível crítico. A parcela 9 foi agrupada na zona de maior fertilidade, pois apresentou o terceiro maior valor de P (13 ppm), que, para a cultura de arroz irrigado, está acima do nível crítico (6 ppm).

Em parcelas com alta fertilidade foi utilizada a adubação de 300 kg.ha⁻¹, da fórmula 2-18-18, que corresponde a 6 kg de N, 54 kg de P₂O₅ e 54 kg de K₂O por hectare, e que foi aplicada nas parcelas 6, 9, e 10. Essa adubação atendeu às exigências da cultura para os teores de P para as três parcelas; já a necessidade de K foi atendida nas parcelas 9 e 10.

Nas parcelas com baixa fertilidade foi utilizada a adubação de 423 kg.ha⁻¹, da mesma fórmula 2-18-18, que corresponde a 8,5 kg de N, 76,1 kg de P₂O₅ e 76,1 kg de K₂O por hectare, e que foi aplicada nas parcelas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 14 e 15. Essa adubação atendeu às exigências da cultura para os teores de P nas parcelas 1, 8 e 11, ficando muito próximo do valor para atender a necessidade das parcelas 2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 14 e 15. A necessidade de K foi atendida para as doze parcelas desta zona de manejo.

Os resultados de rendimento e seus componentes não foram avaliados, devido à pouca produtividade por problemas climáticos (seca).

Os mapas de fertilidade (Figura 2 e 3) demonstraram aumento de fertilidade para o teor de P, mas manteve o valor médio para o teor de

K, ficando abaixo dos valores considerados adequados, com coeficientes de variação para P e K de 106,5% e 60,8%, respectivamente. Isso indica que, além de repor as quantidades dos nutrientes exportados pela colheita e de perdas nos sistemas, há uma necessidade de melhorar a fertilidade do solo pela aplicação de adubo, como observado no primeiro e segundo ano do experimento.

A variabilidade para o rendimento ficou entre valores de 7.840,97 e 4.828,67 kg.ha⁻¹, conforme o Tabela 3, com valores de coeficiente de variação de 12,38%, considerado alto, já que comportam uma amplitude de aproximadamente 3.000,00 kg.ha⁻¹ entre o maior e o menor rendimento observado nas parcelas. Observa-se maior produtividade para as parcelas que receberam maior adubação, tendo estas um coeficiente de variação menor que as parcelas que receberam menor adubação (5,72 e 17,97%), porém, essas diferenças entre zonas de manejo para rendimento não foram significativas estatisticamente. A adubação deve ser vista como mais um fator manifestado positivamente, com um conjunto de atividades que, quando feitas corretamente, criam condições de a cultura atingir altas produtividades.

Como demonstrado no Tabela 3, a percentagem de esterilidade para o terceiro ano foi de 16,37%, correspondendo ao dobro da esterilidade do primeiro ano (8,90%); essa diferença pode ter influenciado negativamente o rendimento das parcelas. A esterilidade pode ser atribuída a fatores genéticos, mas principalmente está relacionada a fatores climáticos,

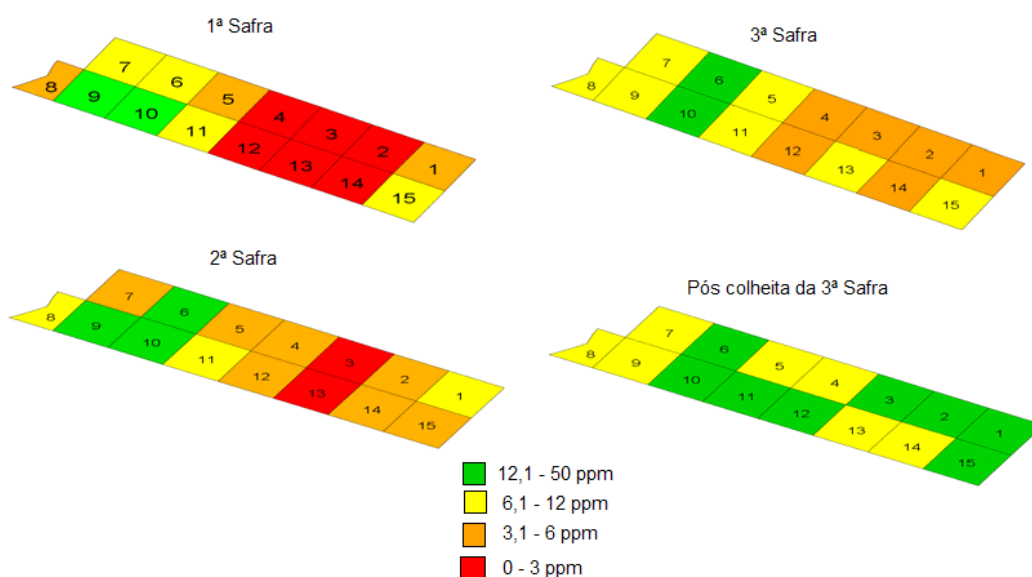


Figura 2. Evolução dos teores de fósforo, antes e depois da aplicação de fertilizante com taxa variável.

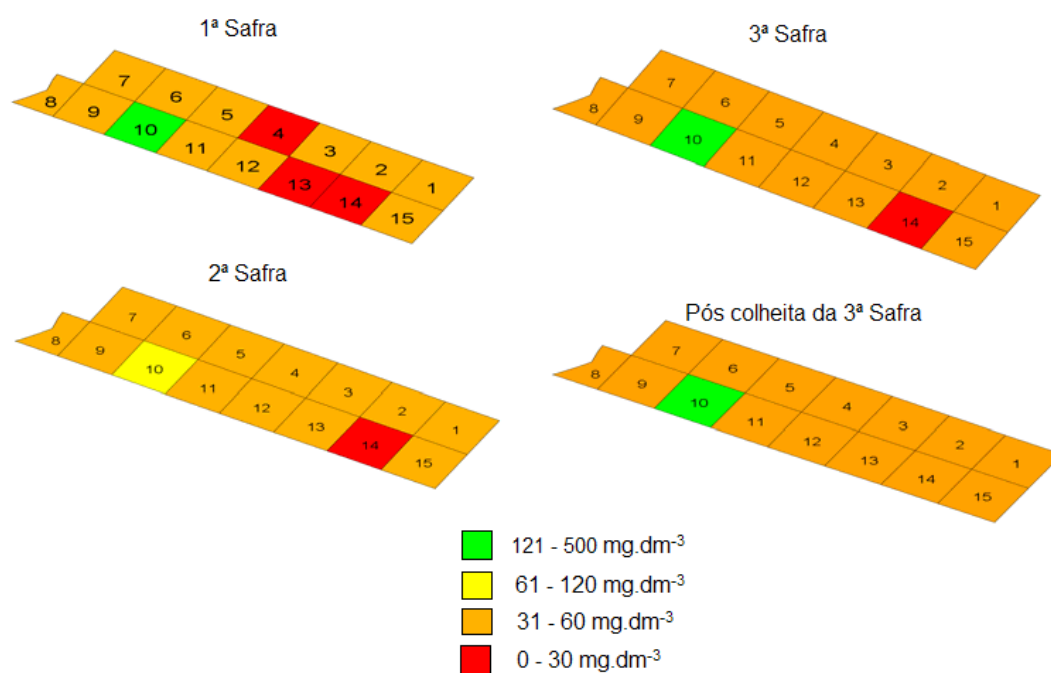


Figura 3. Evolução dos teores de potássio, antes e depois da aplicação de fertilizante com taxa variável.

Tabela 3. Rendimento médio de cada parcela, nº de panículas.m⁻², nº de sementes normais.panícula⁻¹, peso de 1.000 sementes e percentagem de esterilidade na panícula (safra 2011/2012).

| Parcela | Rendimento (kg.ha ⁻¹) | Nº de paníc.m ⁻² | Nº de sem. norm.panícula ⁻¹ | Peso de 1000 sementes (g) | % de esterilidade na panícula |
|----------|-----------------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| 1 | 6.548,05 | 508,33 | 77,29 | 27,21 | 18,71 |
| 2 | 6.260,98 | 449,00 | 71,33 | 27,13 | 17,14 |
| 3 | 6.631,69 | 486,00 | 91,62 | 27,62 | 11,63 |
| 4 | 6.789,87 | 431,00 | 83,57 | 27,90 | 16,37 |
| 5 | 7.840,97 | 574,33 | 74,10 | 27,28 | 22,08 |
| 6 | 6.147,88 | 514,00 | 89,19 | 27,47 | 21,74 |
| 7 | 4.828,67 | 435,67 | 81,90 | 26,42 | 18,50 |
| 8 | 6.819,67 | 480,67 | 94,33 | 26,63 | 10,91 |
| 9 | 5.111,98 | 447,00 | 99,38 | 26,24 | 22,67 |
| 10 | 7.210,92 | 478,33 | 105,38 | 27,30 | 16,87 |
| 11 | 7.450,01 | 450,33 | 95,19 | 27,33 | 19,89 |
| 12 | 7.386,00 | 542,67 | 103,67 | 28,11 | 10,10 |
| 13 | 6.739,03 | 425,67 | 104,57 | 27,58 | 11,74 |
| 14 | 7.041,74 | 405,67 | 92,67 | 27,93 | 10,81 |
| 15 | 6.240,32 | 387,67 | 89,14 | 28,89 | 14,82 |
| Média | 6.603,18 | 467,76 | 90,22 | 27,40 | 16,37 |
| Des.Pad. | 817,50 | 51,32 | 10,86 | 0,67 | 4,40 |
| C.V. (%) | 12,38 | 10,97 | 12,04 | 2,44 | 26,88 |

como temperaturas muito altas e muito baixas.

A análise de solo para o terceiro ano do experimento, para os dados colhidos após a colheita da cultura do arroz irrigado da última safra, e os efeitos da utilização de dois anos com adubações diferenciadas por zonas de manejo demonstram que todas as parcelas tiveram teores acima do nível crítico para o P, portanto, houve aumento de fertilidade, manteve-se o valor médio para o teor de K, permanecendo a necessidade de correção.

O solo ainda apresenta variabilidade espacial para teores de P e de K, com coeficiente de variação de 72,4% a 51,3% respectivamente. Porém o coeficiente de variação para o P sofreu uma diminuição bastante representativa, comparativamente aos anos anteriores, conforme apresentado no Tabela 1.

A parcela 10, que se destacou pelos altos teores de P e K nas quatro análises de solo, feitas no desenvolvimento desse trabalho, não teve o mesmo destaque na produtividade, já que não foi a mais produtiva nos dois anos com cultivo de arroz irrigado.

A agricultura de precisão mostrou resultados positivos na correção de fertilidade de solo, principalmente para o P, conforme demonstrado nas Figuras 2 e 3. Também, possibilitou a diminuição da variabilidade desse elemento nas parcelas do experimento, através do emprego de zonas de manejo. Contudo, esse aumento de fertilidade do solo, pelo emprego de maior adubação, não propiciou aumento no rendimento.

CONCLUSÕES

- A utilização de técnicas de agricultura de precisão propiciou o conhecimento da variabilidade espacial de P e K no solo, o que pode servir como ferramenta para um manejo localizado, seja de adubação ou outras práticas.
- O emprego de zonas de manejo diminuiu a variabilidade espacial nos teores de fósforo e de potássio nas parcelas do quarteirão estudado ao longo das três safras.
- Não houve correlação entre os níveis de fósforo e potássio com o rendimento de arroz

em lavoura irrigada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZI, C. L.; MIGUEL, O. E.; TAUBE, D.; SCHENATTO, K.; MICHELON, G. K. Zonas de manejo aplicadas à cultura do milho. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 7, n. 1, p. P 87-99, 2015.

CAVALCANTE, E. G. S.; ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. DE; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.6, p.1329-1339, 2007.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v.2 - safra 2015/16, n.4 - Quarto Levantamento, janeiro, 2016. 95p.

CQFS-RS/SC. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/ SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. D. P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 453-461, 2012.

DURIGON, R.; SCHLOSSER, J. F.; RUSSINI, A.; DE CARVALHO DORNELLES, M. E.; PINHEIRO, E. D. Correlações entre atributos químicos do solo e atributos da cultura e da produtividade de arroz irrigado determinadas com técnicas de manejo localizado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2629-2633, 2009.

GAZOLLA-NETO, A.; CORRÊA, M. F.; GOMES, A. D.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A. Spatial distribution of physiological quality of soybean seed production field. **Revista Caatinga**, Recife, v. 28, n. 3, p. 119-127, 2015.

GAZOLLA-NETO, A.; CORRÊA, M. F.;

VERGARA, R. O.; GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A. Spatial distribution of the chemical properties of the soil and of soybean yield in the field. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 47, n. 2, p. 325-333, 2016.

MATTIONI, N.; SCHUCH, L.; VILLELA, F.; ZEN, H.; MERTZ, L. Fertilidade do solo na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**. Recife, v.8, n.4, p.656-661, 2013.

MILANI, L.; DE SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. Unidades de manejo a partir de dados de produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**, Londrina, v. 28, n. 4, p. 545-559, 2006.

NOVAIS, R. F. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.

ROEL, A.; WILLIAMS, J.F; PLANT, R.E. Interpreting yield patterns for California rice precision farm management. In: Rice Technical Working Group, 29., Proceedings. Arkansas, p. 147-148. 2002.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, UFRGS, 2002. 126p.

WILDING, L. P.; DRESS, L. R. Spatial variability and pedology and pedology. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. E.; HALL, G. F. **Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions**. New York,