

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO
PELA AÇÃO COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO
EM LATOSSOLO SOB PLANTIO DIRETO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Tiago De Gregori Teixeira

Santa Maria, RS, Brasil

2014

**MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA
AÇÃO COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO EM
LATOSSOLO SOB PLANTIO DIRETO**

Tiago De Gregori Teixeira

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós
Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

Orientador: Prof. Dr. Telmo Jorge Carneiro Amado

Santa Maria, RS, Brasil

2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Teixeira, Tiago De Gregori
Melhoria dos atributos químicos do solo pela ação combinada de calcário e gesso em latossolo sob plantio direto / Tiago De Gregori Teixeira.-2014.
120 p.; 30cm

Orientador: Telmo Jorge Carneiro Amado
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, RS, 2014

1. Soja 2. Gesso agrícola 3. Relação de nutrientes I. Amado, Telmo Jorge Carneiro II. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Tiago De Gregori Teixeira. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: t18t@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA AÇÃO
COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO EM LATOSSOLO SOB
PLANTIO DIRETO**

elaborado por
Tiago De Gregori Teixeira

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência do Solo

COMISSÃO EXAMINADORA:



Telmo Jorge Carneiro Amado
(Presidente/Orientador)



Jackson Ernani Fiorin, Prof. Dr. (UFSM)



Ademir de Oliveira Ferreira, Dr. (UEPG)

Santa Maria, 08 de Agosto de 2014

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e saúde, por me guiar, iluminar e dar força durante toda minha vida.

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, por me concederem esta oportunidade tão valiosa, em uma universidade pública, gratuita e de excelente qualidade.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de mestrado.

Ao Professor Telmo Jorge Carneiro Amado, pela orientação, ensinamentos, paciência, pela confiança na execução do trabalho. Amizade construída nesse período de convívio, e acreditarmos no nosso Grêmio voltará a nos trazer alegrias e títulos.

À minha mãe, pelo amor, carinho e educação e ensinamentos que levo para vida.

À minha família, sempre presente, apoiando e incentivando realizar meus sonhos.

A você Vó Lúcia, hoje não está mais entre nós, sua alegria e lições de vida levo comigo sempre onde estiver.

A minha namorada, Anaqueli, pela atenção e carinho dando-me estímulo nos momentos difíceis.

Aos amigos que sempre estão perto nos momentos difíceis.

Aos colegas do Laboratório de Uso, Manejo e Conservação de Solo e da Água, e Projeto Aquarius pela ajuda na execução trabalho o convívio, amizade, companheirismo nas atividades do laboratório, na hora do chimarrão, do futebol ou na descontração de um bom churrasco.

Aos demais, que, direta ou indiretamente, colaboraram para que eu pudesse alcançar meu objetivo.

Vocês também fazem parte da minha conquista.

Muito obrigado!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo
Universidade Federal de Santa Maria

MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA AÇÃO COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO EM LATOSSOLO SOB PLANTIO DIRETO

AUTOR: TIAGO DE GREGORI TEIXEIRA
ORIENTADOR: TELMO JORGE CARNEIRO AMADO
Santa Maria, 08 de Agosto de 2014.

O bom desenvolvimento radicular das culturas afeta diretamente a produção. A melhoria química das camadas subsuperficiais traz benefícios, que em períodos de déficit hídrico, podem minimizar os efeitos causados às plantas. Nesse contexto, o trabalho buscou avaliar o efeito de doses de calcário e gesso e potássio sobre os atributos químicos, verificando a produtividade das culturas sob sistema plantio direto. Para tal, os objetivos específicos foram os de avaliar: a correção da acidez e melhoria dos atributos químicos do solo em diferentes profundidades, após 9 e 16 meses; os teores foliares de nutrientes da soja; a produção da soja e trigo expostos a alta dose de gesso; e quais relações catiônicas influenciaram na produtividade. O experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 2012/13, 2013 e 2013/14 em um Latossolo Vermelho distrófico típico no município de Estrela Velha, RS, que apresenta clima subtropical úmido (Cfa) e precipitação média de 1678 mm ano⁻¹. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas com três repetições e os 8 tratamentos foram constituídos de: duas doses de calcário + gesso agrícola (0+0 e 5,5+3,0 Mg ha⁻¹) combinadas a quatro doses de cloreto de potássio (0, 0,16, 0,33 e 0,66 Mg ha⁻¹). As coletas de solo ocorreram em três momentos: caracterização inicial, 9 e 16 meses das aplicações dos insumos. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas com três medidas repetidas na sub parcela. Os dados para cada variável dependente (parâmetros químicos do solo e foliar da cultura) foram analisados através de todas as coletas usando medidas repetidas por meio da ANOVA de modelos lineares mistos, pelo Método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML). O solo analisado foi estratificado em sete profundidades: da superfície até 0,6 metros. Amostras foliares foram coletadas para analisar o efeito dos tratamentos na nutrição das plantas de soja e através da colheita manual avaliou-se a produtividade de cada parcela. No primeiro trabalho, a dose de gesso propiciou a elevação dos valores de pH, V% e redução da saturação por Al até 0,10 m, ocorrendo a lixiviação de Mg em todas as camadas, enquanto o S foi carregado a profundidades maiores das amostradas. Não foi percebido a lixiviação de K, mesmo no tratamento de maior dose de gesso. As elevadas doses de potássio reduziram a produtividade da soja em média de 12%, enquanto os tratamentos que receberam calcário + gesso obtiveram produção acumulada 5% superior. No segundo trabalho foi utilizada a matriz de correlação para gerar as correlações lineares com R² mais alto, sendo o teor de Ca e sua saturação apresentou maior correlação positiva com a produtividade da soja.

Palavras-chave: Soja. Gesso agrícola. Relação de nutrientes.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Soil Science
Federal University of Santa Maria

IMPROVEMENT OF SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES BY THE COMBINED ACTIVITY OF LIME AND GYPSUM IN OXISOL UNDER NO-TILL

AUTHOR: TIAGO DE GREGORI TEIXEIRA
ADVISOR: TELMO JORGE CARNEIRO AMADO
Santa Maria, August 8, 2014.

The good root development directly affects the crop production. The improvement of chemical characteristics of the sub superficial layer brings the benefit of minimizing the effects of water deficit periods to the plants. In this sense the study aimed to evaluate the effect of lime, gypsum and potassium doses on soil chemical attributes, by evaluating crops productivity under no-till. The specific objectives were to analyze: the correction of soil acidity and enhancements of soil chemical attributes in different depths, after 9 and 16 months; the foliar nutrient levels in the soybean plants; the production of soybean and wheat exposed to high doses of gypsum; and which cationic relations influenced productivity. The experiment was conducted in 2012/13, 2013 and 2013/14 in a dystrophic Red Oxisol in the city of Estrela Velha, RS, which presents a humid subtropical climate (Cfa), and average rainfall of 1678 mm year⁻¹. The experiment was arranged in sub plots with three repetitions. The eight treatments were constituted by: two doses of lime + gypsum (0+0 and 5.5+3 Mg ha⁻¹), combined with four doses of potassium chloride (0.0, 0.16, 0.33 and 0.66 Mg ha⁻¹). The soil samples were collected at three times: initial characterization, 9 and 16 months after inputs application. The experimental design was sub plots with three measure repetitions in the sub plots. The data for each dependent variable (soil chemical and crop foliar parameters) were analyzed using all samples by repeated measures using ANOVA mixed linear model, by the method of restricted maximum likelihood (REML). The analyzed soil was stratified in seven depths: from the surface until 0.6 meters depth. Foliar samples were collected to analyze the effect of the treatments in the nutrition of soybean plants, and by manual harvest the productivity was evaluated for each plot. In the first study, the dose of gypsum increased the values of pH, V% and reduced the Al saturation down to 0.10m. Magnesium leaching occurred in all layers, while S was carried down to even deeper layers than the analyzed. Leaching of K was not observed, even in the treatment with the gypsum dose. The elevated doses of potassium reduced soybean productivity in average 12%. While the treatments that had lime+ gypsum presented accumulated production 5% higher. On the second study, a correlation matrix was used to indicate the linear correlations with higher R², whereas the Ca rate and its saturation presented higher positive correlation with soybean productivity.

Key-words: Soybean. Gypsum. Nutrient balance.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 – Localização do experimento, Estrela Velha, RS..... 15

ARTIGO I

Figura 1 – Distribuição pluviométrica diária e acumulada no período experimental, e ordem coletas de solo para análises químicas do solo, culturas e intervenções realizadas no experimento. * de agosto a novembro 2012 apenas o acumulado mensal da precipitação. Estrela Velha, RS23

Figura 2 – Valores de m% para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10% de m%. Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$ 29

Figura 3 – Valores de pH para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10% de m%. Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$ 31

Figura 4 – Relação entre os valores de pH e V% para os pontos amostrados coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Retas pontilhadas representam a correlação da CQFS-RS/SC (2004). ** $p \leq 0,01$ 33

Figura 5 – Valores de Ca para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$ 35

Figura 6 – Valores de S para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10 mg dm^{-3} (leguminosas). Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$ 37

Figura 7 – Valores de K para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 180 mg dm^{-3} (leguminosas). Anova para interação entre doses de K X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$ 40

Figura 8 – Efeito dos tratamentos sobre a produtividade de soja e trigo durante as safras de 2012 a 2014. Produtividade média soja 2012/2013 (3236 kg ha ⁻¹), trigo 2013 (4052 kg ha ⁻¹) e soja 2013/2014 (3399 kg ha ⁻¹). ns (p > 0,05); *(p<0,05)	42
---	----

ARTIGO II

Figura 1 – Distribuição pluviométrica diária e acumulada no período experimental, e ordem coletas de solo para análises químicas do solo, culturas e intervenções realizadas no experimento. * agosto a novembro, apenas o acumulado mensal da precipitação. Estrela Velha, RS	55
Figura 2 – Influência da relação (Ca + Mg)/ K sobre a produtividade da cultura da soja safra 2012/13. Atributos químicos do solo coleta 9, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS	71
Figura 3 – Influência da Saturação por Alumínio sobre a produtividade da cultura da soja safra 2013/14. Atributos químicos do solo coleta 16, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS	72
Figura 4 – Influência teor de Ca sobre a produtividade da cultura da soja safra 2013/14. Atributos químicos do solo coleta 16, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS	73
Figura 5 – Influência da saturação por bases sobre a produtividade da cultura da soja safra 2012/13. Atributos químicos do solo coleta 9, camada 0-0,20cm. Estrela Velha, RS	74

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 1 – Doses dos insumos aplicados	24
Tabela 2 – Teores médios dos atributos químicos do solo estratificados e o erro padrão, referentes caracterização inicial da área. Estrela Velha, RS.....	25
Tabela 3 – Teor médio dos nutrientes foliares. Estrela Velha, RS	41

ARTIGO II

Tabela 1 – Doses dos insumos aplicados	56
Tabela 2 – Teores médios dos atributos químicos do solo estratificados e o erro padrão, referentes caracterização inicial da área. Estrela Velha, RS.....	57
Tabela 3 – Teor médio dos nutrientes foliares. Estrela Velha, RS	66
Tabela 4 – Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre teores foliares e suas correspondentes relações do solo para as 7 profundidades em duas safras de soja. Estrela Velha, RS	68
Tabela 5 – Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre as safras de soja e os teores de nutrientes foliares. Estrela Velha, RS	69
Tabela 6 – Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre as safras de soja e os teores do solo. Estrela Velha, RS.....	69
Tabela 7 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância do coeficiente de correlação para correlação linear, para as safras de soja (2012/13 e 2013/14) e trigo (2013) com atributos foliares e solo.....	70

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
Ca/Mg	Relação Cálcio/Magnésio
Ca/K	Relação Cálcio/Potássio
(Ca + Mg)/K	Relação (Cálcio + Magnésio)/Potássio
ha	Hectare
K	Potássio
KCl	Cloreto de Potássio
Kg ha ⁻¹	Quilogramas por hectare
Mg	Magnésio .../... Megagrama
Mg/K	Relação Magnésio/Potássio
m	Metros ... / ... Saturação de Alumínio
P	Fósforo
S	Enxofre
SPD	Sistema Plantio Direto
V%	Saturação por Bases
%Ca	Saturação de Cálcio
%Mg	Saturação de Magnésio
%K	Saturação de Potássio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1 Localização da Área.....	15
2 HIPÓTESE	16
3 OBJETIVOS DO TRABALHO	17
3.1 Objetivo geral	17
3.2 Objetivos específicos	17
4 ARTIGO I – MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA ADIÇÃO COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO EM LATOSSOLO ARGILOSO MANEJADO SOB PLANTIO DIRETO	18
4.1 Resumo	18
4.1.1 Abstract	18
4.2 Introdução	19
4.3 Material e Métodos.....	22
4.4 Resultados e discussão.....	27
4.4.1 Caracterização inicial da área.	27
4.4.2 Melhoramento dos indicadores de acidez.	28
4.4.3 Alterações dos atributos químicos do solo.	34
4.4.4 Nutrição e produtividade da soja	40
4.5 Conclusões.....	43
4.6 Bibliografia.....	44
5 ARTIGO II – RELAÇÕES DE BASES NO COMPLEXO DE TROCA AFETADAS PELA APLICAÇÃO ISOLADA OU COMBINADA DE CALCÁRIO, GESSO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA E SEUS EFEITOS NA NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA E TRIGO.	50
5.1 Resumo	50
5.1 Abstract	51
5.2 Introdução	51
5.3 Material e Métodos.....	54
5.4 Resultados e discussão.....	59
5.4.1 Caracterização inicial da área	59
5.4.2 Alterações das relações de bases no complexo de troca do solo	60
5.4.3 Nutrição da soja e produtividade das culturas.....	65
5.5 Conclusões.....	75
5.6 Bibliografia.....	75
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
BIBLIOGRAFIA	80
APÊNDICES	83

1 INTRODUÇÃO GERAL

A presença de solos ácidos no Brasil é um limitante da produção agrícola. Os solos tropicais apresentam limitações de fertilidade característicos pela alta acidez e pequena quantidade de fósforo (CAIRES, 2010). Nesses solos, a reduzida presença dos cátions Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Potássio (K), e alumínio - em quantidade que se torna tóxico às plantas, caracterizam os Latossolos brasileiros que estão distribuídos por todo o território e abrangem 31,5% da área (EMBRAPA, 2006).

Para os estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) utiliza-se o manual de adubação e calagem (CQFS RS/SC, 2004), que serve de referência para técnicos e produtores para correção e manutenção da fertilidade dos solos. Os três sistemas de manejo utilizados para preparo e plantio do solo são basicamente três: o Sistema Plantio Convencional que gera grande mobilização dos 0,2m iniciais do solo; o preparo mínimo que preconiza pequeno revolvimento do solo; e o Sistema Plantio Direto (SPD), o qual é utilizado sem mobilização e é considerado como um sistema conservacionista do solo.

O SPD teve início no Brasil na década de 1970. Nesse período ocorreu grande adoção por parte dos produtores que, no ano de 2003, já cultivavam mais de 25 milhões de hectares (ha). Atualmente dos 50 milhões de ha cultivados com grãos, 30 milhões utilizam o SPD (CAIRES, 2013). Esse sistema contribui para reduzir perdas de solo e nutrientes por erosão (COGO et. al., 2003, CAIRES, 2010), além de contribuir para a manutenção e o aumento da matéria orgânica presente no solo (BAYER et al., 2011). Nesse sistema é preconizada a rotação de culturas e distribuição de fertilizantes em cobertura ao solo. Sua amostragem ocorre na camada 0,00-0,10 m para interpretação dos teores (CQFS RS/SC, 2004).

No sul do Brasil há predomínio de duas culturas de verão: soja e milho, as quais estão presentes em mais de 80% da área cultivada. Na última safra, 2013/14, correspondem a mais de 12 milhões e 500 mil ha (hectares). Desses, 10 milhões e 500 mil ha cultivados com soja (IBGE, 2014). No entanto, essas culturas são sensíveis à deficiência de água, prejudicando a produção das culturas quando há redução pluviométrica, a qual foi percebida em algumas safras nas últimas décadas no estado do RS (Rio Grande do Sul). A má distribuição ou precipitação inferior ao esperado prejudica a produção de grãos pela ocorrência de chuvas com baixa

frequência e alta intensidade. Nas safras de verão dos anos 2004/05 e 2011/12, os registros de baixa pluviosidade foram suficientes para reduzir a produtividade das culturas em 30,7 e 31,5% (EMATER, 2012).

As coletas de solo realizadas sob SPD compreendem a camada de solo dos primeiros 0,1m, propiciando uma camada rica e bem estruturada próxima da superfície. As camadas inferiores do solo com pH baixo e alumínio (Al) são prejudiciais ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas tornando-se um limitante em períodos de déficit hídrico, pois as plantas não exploram a camada de solo, o que prejudica a absorção de água e nutrientes contidos nessa porção.

O calcário é utilizado como corretivo para redução da acidificação, reduzindo Al^{3+} e também elevando o pH, o qual disponibiliza mais P (fósforo), K, Ca e Mg na medida em que o pH é elevado até 6,5. A utilização da calagem isolada torna a correção do perfil do solo lenta, e na maioria dos casos restringe-se aos primeiros centímetros do solo (CAIRES, 2010). No SPD a calagem cria uma frente de correção, neutralizando em profundidade proporcional à dose e ao tempo de aplicação (CAIRES et al. 2005).

Adição de calcário combinado ao gesso propicia a correção em profundidade do perfil do solo, em função do gesso apresentar facilidade em alcançar camadas mais profundas em menor tempo. O gesso agrícola e sulfato de cálcio diidratado ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) é composto principalmente por Ca, enxofre (S) e porção menor que 1% de P. De acordo com Dias (1992), o íon Ca^{2+} pode reagir no complexo de troca do solo, deslocar Al^{3+} , K^+ e Mg^{2+} para solução do solo, onde podem reagir com sulfato (SO_4^{2-}). Ocorre a formação de pares iônicos neutros como: $K_2SO_4^0$, $MgSO_4^0$ e $CaSO_4^0$. Os pares descem no perfil do solo até as camadas mais profundas devido a ação do sulfato e deslocam os cátions, ocorrendo a formação do complexo menos tóxico às plantas $AlSO_4^0$.



Ao ser distribuído no solo o gesso sofre a dissolução (DIAS, 1992):

O gesso não substitui o calcário na correção do solo, pois não altera o pH (RAIJ, 2008). O ânion sulfato formado pela aplicação de gesso se liga ao alumínio, sendo formado o complexo $AlSO_4^0$ que apresenta menor toxidez às plantas (DIAS et al., 1992).

Um dos fatores que faz com que pesquisadores tenham encontrado resultados positivos pela aplicação conjunta de calcário e gesso para correção do

perfil do solo se deve a sua solubilidade, cerca de 150 vezes mais solúvel que o calcário (VITTI, 1987). Devido a maior solubilidade, proporciona redução de saturação de alumínio (m) pelo aumento dos teores de Ca, Mg e S em profundidade do solo (CQFS RS/SC, 2004). Ainda segundo Dias et al. (1992) a descida do SO_4 através do perfil leva os cátions Ca e Mg em maior quantidade, seguido por K, aumentando a V% (saturação por bases) a camadas inferiores.

As relações entre os nutrientes Ca, Mg e K, possuem a devida importância, pois podem limitar a produtividade (ESCOSTEGUY, 2012; NOGARA NETO et al., 2011; ROSOLEM et al., 2005; SANTI et al., 2012). Esses cátions competem por sítios de absorção de nutrientes na superfície radicular das plantas. Os nutrientes dividem o mesmo transportador que insere os nutrientes na célula, o transporte intermembrana, podendo ocasionar a deficiência de se algum estiver em demasia em relação aos demais, como alternativa para correção a adição do nutriente deficiente (MARCHNER, 1995). Ca e o Mg estão presentes em maior quantidade, nas formas trocáveis e na solução do solo, sendo a atividade do K influenciada pelos teores destes dois cátions, pela concentração de solutos e pelo teor de água disponível no solo (RAIJ, 2011).

Relações Ca/Mg, (Ca + Mg)/K, Ca/K, Mg/K são citadas como referência para observações, pois quando há aumento da disponibilidade de Ca e Mg, em relação ao K, causado pela calagem ou gessagem, a absorção de K é reduzida devido a competição entre os cátions (MASCARENHAS et al., 2000). A nutrição deficiente de K ocasiona o inadequado funcionamento de várias enzimas, reduz a taxa de fotossíntese e a translocação de açúcares, reduz a fixação biológica de nitrogênio (FBN) e também causa problemas na regulação osmótica (MALAVOLTA, 2006). Segundo Bear & Toth (1948 apud KOPITTKE & MENZIES, 2007), uns dos primeiros autores a relatarem a participação dos cátions no complexo de troca deveriam somar 80%, constituindo-se por saturações de Ca (65%), Mg (10%), K (5%) e 20% de H.

O equilíbrio de bases também teve destaque para a nutrição de plantas de milho, visto a variabilidade espacial da produtividade se correlacionou com níveis baixos de saturação de Mg (Mg%), relação Mg/K e alta relação Ca/Mg (NOGARA NETO et al., 2011). Ainda para a cultura do milho, os atributos de solo e foliares que mais tiveram influência sobre a produção foram Ca, Mg e K e suas relações,

observando o desbalanço em locais com altos teores de K (SHIRATSUCHI et al., 2007).

Watanabe et al. (2005) encontraram para cultura da soja, no equilíbrio da saturação por bases aliada a redução da população de plantas, melhores produtividades e aumento da lucratividade do produtor. Já Escosteguy (2012) relata sobre deficiências de K nas plantas, mesmo em solos com teores acima do recomendado, sendo observado esse efeito com frequência em lavouras de soja do RS.

1.1 Localização da Área

A área experimental fica localizada no Município de Estrela Velha, próxima às cidades de Julho de Castilhos, Arroio do Tigre e Salto do Jacuí. Distancia-se da Universidade Federal de Santa Maria cerca de 120 km.

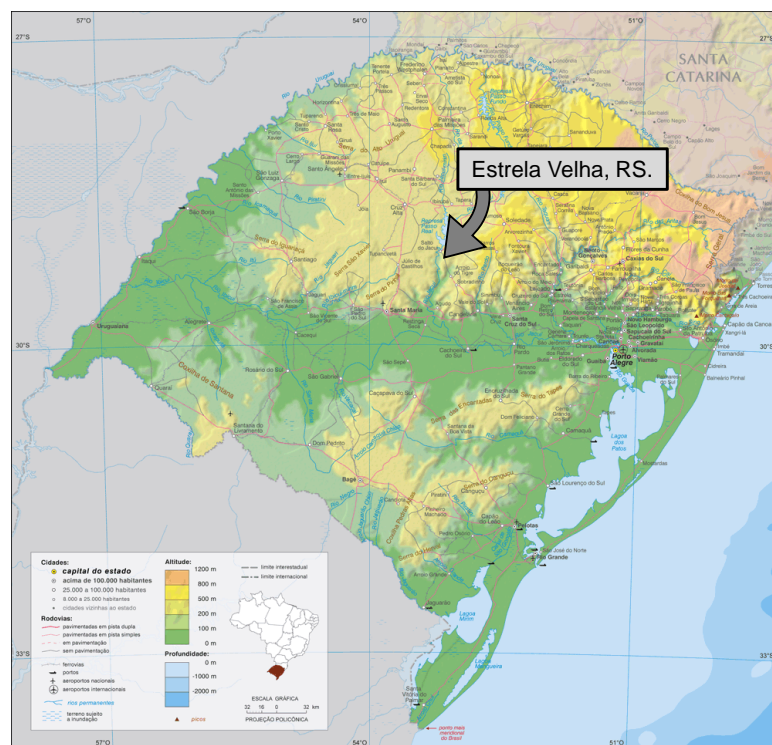


Figura 1 – Localização do experimento, Estrela Velha, RS.

Fonte: Adaptado de Mapas-RS (2014).

2 HIPÓTESE

A combinação de calcário com altas doses de gesso agrícola pode acelerar e aprofundar a correção do perfil do solo, devido à alta solubilidade do sulfato presente no gesso. Tal efeito permite as plantas aprofundarem o sistema radicular, utilizando a água e nutrientes do subsolo disponíveis para sua nutrição, sendo esse efeito mais significativo em anos com déficit hídrico.

As relações catiônicas possuem faixas ideais para a cultura da soja e, se estabelecidas, poderão expressar o alto potencial produtivo que as cultivares atuais possuem.

3 OBJETIVOS DO TRABALHO

3.1 Objetivo geral

Através da aplicação de diferentes doses de calcário, gesso e cloreto de potássio como fontes dos nutrientes cálcio, magnésio, enxofre, fósforo e potássio. Investigar as alterações químicas ao longo do perfil de um Latossolo Vermelho Distrófico típico manejado sob SPD e avaliar a produtividade da cultura da soja e do trigo sob efeito dos tratamentos.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a correção da acidez e melhoria dos atributos químicos do solo em diferentes profundidades, após 9 e 16 meses;
- Avaliar os teores foliares da soja, a produção da soja e trigo expostos à alta dose de gesso;
- Estabelecer quais relações catiônicas influenciaram na produtividade.

4 ARTIGO I – MELHORIA DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA ADIÇÃO COMBINADA DE CALCÁRIO E GESSO EM LATOSSOLO ARGILOSO MANEJADO SOB PLANTIO DIRETO

4.1 Resumo

Nos últimos anos, buscam-se alternativas que mantenham e sustentem a produção das culturas em períodos de déficit hídrico. Dessa forma, este trabalho avaliou as melhorias dos atributos químicos em curto prazo, à ação conjunta da adição de calcário + gesso e doses de potássio em Latossolo Vermelho distrófico típico de textura muito argilosa manejado sob Sistema Plantio Direto. O experimento foi realizado na região central do Rio Grande do Sul, em Estrela Velha, nos anos de 2012 a 2014. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas com três repetições, os oito tratamentos foram constituídos de: duas doses de calcário + gesso agrícola (0 + 0 e 5,5 + 3,0 Mg ha⁻¹) combinadas a quatro doses de cloreto de potássio (0, 0,16, 0,33 e 0,66 Mg ha⁻¹). O solo foi coletado em três períodos (caracterização inicial, 9 e 16 meses) e analisado em sete profundidades (0-0,05; 0,05-0,10; 0-0,10; 0-0,20; 0,10-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 m). O tecido foliar da cultura da soja foi analisado para o conteúdo nutricional e as produtividades dos grãos da soja (2012/13 e 2013/14) e do trigo (2013) foram avaliadas. As aplicações de cloreto de potássio resultaram na elevação dos teores foliares de Ca e P na cultura da soja. A dose de calcário + gesso resultaram na elevação dos valores de pH, V% para camada superficial e redução de 29% do índice m% em todo o perfil, ocorrendo a lixiviação de S no perfil do solo. As maiores doses de potássio reduziram em média a produtividade da soja 2012/2013 em 13% e em 12% no ano 2013/2014.

Palavras Chave: Calcário e gesso. Déficit hídrico. Lixiviação de nutrientes.

4.1.1 Abstract

IMPROVEMENT OF SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES COMBINED WITH LIME AND GYPSUM IN AN HIGH CLAY CONTENT OXISOL UNDER NO-TILL

In recent years, alternatives are sought to maintain and sustain crop production in periods of drought. Thus, this study evaluated the improvements of the chemical attributes in short term, when lime+ gypsum and doses of potassium were added to a high clay content dystrophic Red Oxisols, managed under no-till. The experiment was performed in the central region of Rio Grande do Sul, in Estrela Velha, on the years 2012 to 2014. The treatments were arranged in subplots with three repetitions, the 8 treatments were constituted of: two doses of lime+ gypsum (0, 0.16, 0.33 and 0.66 Mg ha⁻¹). The soil was collected at three times (initial characterization, 9 and 16 months) and analyzed at seven depths (0-0.05; 0.05-0.10; 0-0.10; 0-0.20; 0.10-0.20; 0.20-0.40; 0.40-0.60 m). Soybean foliar tissue was analyzed for nutrient content and productivity was evaluated for soybean (2012/13 and 2013/14) and wheat (2013). The potassium chloride applications resulted in the elevation of foliar rates of Ca and P in soybean. The doses of lime+ gypsum resulted in the elevation of pH, V% in the superficial layer and reduction of 29% of the m% in all soil profile, occurring S leaching in soil profile. The highest potassium doses reduced the productivity in average 13% and in 12% on 2013/2014.

Key words: Lime and gypsum. Drought. Nutrient leaching.

4.2 Introdução

Cerca de 83% (EMATER, 2014) das lavouras do RS são cultivadas com soja ou milho, no verão, e manejadas sob o SPD (Sistema Plantio Direto). Esse, contribui para reduzir perdas de solo e nutrientes por erosão (COGO et. al., 2003; BERTOL et al., 2007), chegando a redução de 74%, quando utilizada semeadura em contorno (COGO et al., 2007), além de contribuir para a manutenção e o aumento da matéria orgânica presente no solo (BAYER et al., 2011). Nele, é preconizada a rotação de culturas e a não inversão de camadas de solo. A recomendação oficial de fertilizantes e corretivos para os estados do RS e SC (Santa Catarina) da CQFS – RS/SC (Comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC, 2004) é baseada na amostragem de solo para o SPD consolidado na camada diagnóstico de 0,00-0,10 m.

A última safra do Sul do Brasil, 2013/14, corresponde a mais de 12 milhões e 500 mil ha (hectares). Desses, 10 milhões e 500 mil ha foram cultivados com soja (IBGE, 2014). No entanto, a ocorrência de déficits hídricos em virtude de secas no período do verão, vem prejudicando a estabilidade da produção das culturas ao longo dos anos, principalmente no RS (ESCOSTEGUY, 2012; SANTI et al., 2012; DALLA NORA & AMADO 2013; DALLA NORA et al., 2013b).

A correção do solo no SPD com base na camada de 0 - 0,10 m, com metade da dose para pH SMP = 5,5 e aplicado em superfície, resulta apenas na correção da camada superficial. Isso cria um gradiente de qualidade do solo entre a camada superficial e subsuperficial, especialmente em Latossolos naturalmente ácidos (CAIRES, 2010; CAIRES et al., 2011; DALLA NORA & AMADO, 2013; DALLA NORA et al. 2013b). A ocorrência de baixos teores de nutrientes como Ca (cálcio) e Mg (magnésio) em camadas subsuperficiais e a presença de toxidez causada por Al (alumínio) e Mn (manganês) são os principais limitantes ao aumento da produtividade em solos ácidos tropicais (FAGERIA & BALIGAR, 2003; CAIRES, 2014). Dessa forma, há necessidade de construção de um perfil de solo favorável ao desenvolvimento radicular em Latossolos ácidos do RS, o que auxiliaria na manutenção da produtividade mesmo em período de déficit hídrico de curta duração (DALLA NORA & AMADO, 2013).

A ocorrência de déficit hídrico é frequente no RS. Das últimas dez safras, duas registraram baixa precipitação: 2004/05 e 2011/12. Nessas, a redução da produtividade das culturas foi de 30,7 e 31,5% (EMATER, 2012).

Através da calagem obtém-se a redução do teor de Al^{3+} , a elevação do pH e a disponibilidade de P (fósforo), K, Ca e Mg. A utilização de calcário isolada, em dose limitada e aplicado em superfície, torna lenta a correção do perfil do solo. Na maioria dos casos, a correção restringe-se aos primeiros centímetros do solo. Pela aplicação do calcário são geradas cargas variáveis negativas, as quais retêm os cátions nas primeiras camadas do solo, dificultando a distribuição vertical dos nutrientes (CAIRES, 2010). No SPD, a calagem cria uma frente de correção, neutralizando em profundidade proporcional à dose e ao tempo de aplicação, criando uma onda alcalinizante (CAIRES et al. 2005; RAIJ, 2011).

Uma alternativa para a correção da camada de enraizamento sob SPD é a combinação da aplicação de calcário e do gesso agrícola, pois a composição do gesso apresenta elevada solubilidade em água, possibilitando o arraste de bases

para camadas inferiores do perfil (RAIJ, 2011; CAIRES, 2012; DALLA NORA, 2013b). A cultura da soja expressa seu máximo rendimento quando as raízes atingem cerca de 1 m de profundidade. Quando atingem apenas 0,60 m é reduzido cerca de 30% da produtividade (ROSOLEM, 2005 apud RAIJ, 2011), realçando a necessidade de um perfil de solo mais homogêneo entre a superfície e as camadas inferiores do solo, com o intuito de melhores condições para o bom desenvolvimento radicular.

O gesso agrícola, também denominado de fosfogesso (sulfato de cálcio diidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) é composto principalmente por Ca, S (enxofre) e P (fósforo, em porção menor que 1%). Na produção industrial de fertilizante fosfatado para a agricultura, a reação do ácido sulfúrico com a rocha fosfática resulta em ácido fosfórico - produto primário, e em gesso - produto secundário (VITTI et al., 2008). Para cada tonelada de ácido fosfórico produzido são geradas de 4 a 5 toneladas de gesso (VITTI, 2000). De acordo com a legislação do Brasil (2006), o gesso é classificado como corretivo de sodicidade e condicionador de solo. Também promove melhorias nas propriedades físicas, físico-químicas ou atividade biológica do solo, sendo ainda capaz de recuperar solos degradados ou que apresentam desequilíbrios nutricionais, além de reduzir perdas de P solúvel por escoamento superficial (WATTS & DICK, 2014).

O gesso não substitui o calcário na correção do solo, pois sozinho não altera o pH. Portanto, gesso e calcário são insumos complementares (RAIJ, 2008, 2011). O gesso forma pares iônicos neutros como: K_2SO_4^0 , MgSO_4^0 e CaSO_4^0 , e AlSO_4^0 sendo que esse último possui menor toxicidade às plantas (DIAS et al., 1992; FAVARETTO et al., 2008).

O gesso, quando utilizado como condicionador do solo, apresenta elevada solubilidade: cerca de 150 vezes mais que o calcário (VITTI, 1987). Em razão disso, proporciona redução de saturação de alumínio (m) pelo aumento dos teores de Ca, Mg e S em profundidade do solo (CQFS RS/SC, 2004). Segundo Dias et al. (1992) a descida do SO_4 através do perfil carrega os cátions Ca e Mg em maior quantidade, seguido por K, aumentando a V% (saturação por bases) no subsolo. Experimentos com doses combinadas de calcário e gesso verificaram aumento do pH em camadas do subsolo de diferentes texturas, em períodos que variam de 8 a 55 meses (CAIRES et al., 2003; ZAMBROSI et al., 2007a; DALLA NORA et al., 2013a,b; DALLA NORA & AMADO, 2013; PAULETTI et al., 2014).

No RS existem poucos trabalhos sobre o uso de calcário combinado com gesso sob SPD, notadamente em latossolo muito argiloso. Nesse contexto, este trabalho testou se a hipótese da aplicação conjunta de gesso e calcário, combinado a doses de cloreto de potássio é capaz de melhorar a qualidade química das camadas subsuperficiais, mesmo em solos com textura muito argilosa.

4.3 Material e Métodos

Este estudo foi conduzido em uma área agrícola comercial no município de Estrela Velha – RS (lat.-29,206672°, long. -53,188621°), região que está à 365m de altitude média em relação ao nível do mar. O clima é classificado como subtropical úmido Cfa (Köppen, 1948), com períodos de déficit hídrico frequentes no período de verão e outono. As variáveis meteorológicas regionais (Júlio de Castilhos – RS, distante 60km) apresentam precipitação média anual de 1678 mm, e a temperatura média anual de 18,5°C, com mínimas de 8,8°C no inverno e máximas de 28,4 °C no verão (CEMETRS, 2014). Os registros de precipitação no período do experimento são apresentados na Figura 1, sendo os mesmos disponibilizados pelo Sistema AgroDetecta (BASF® Brasil e Fundação ABC). O solo é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006), com relevo suave ondulado de textura muito argilosa.

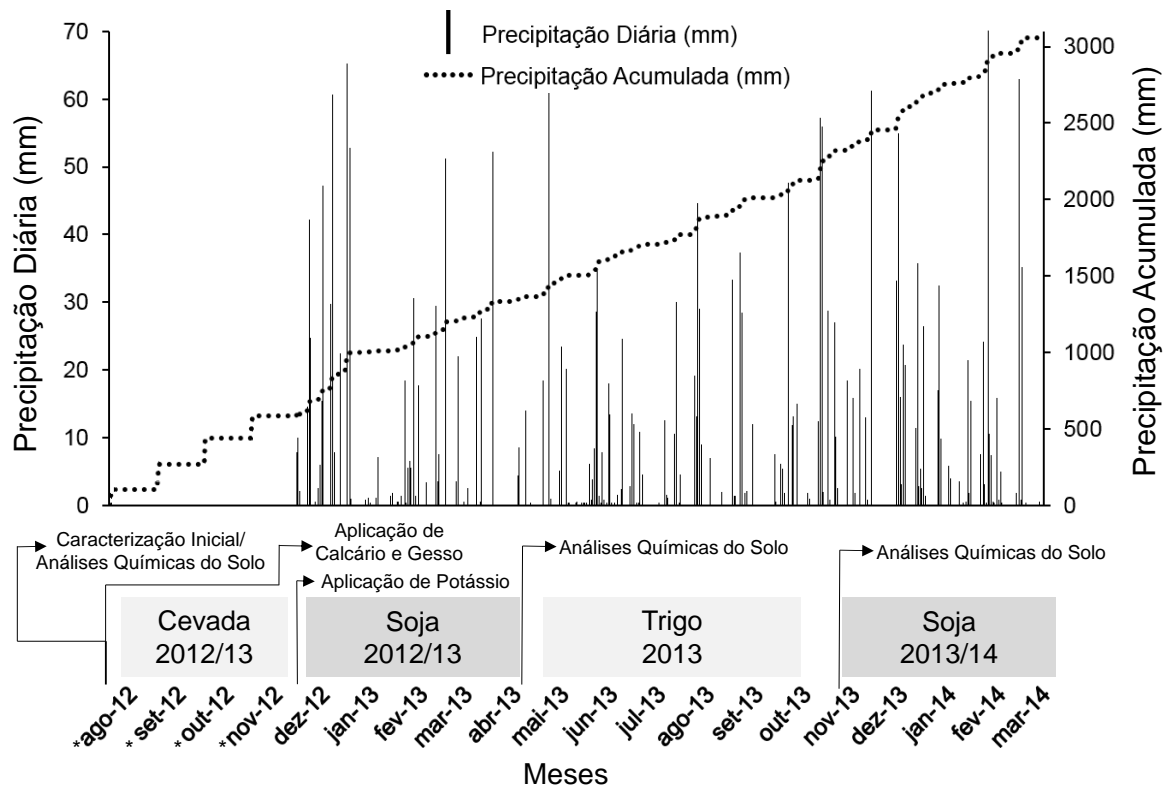


Figura 1 – Distribuição pluviométrica diária e acumulada no período experimental, e ordem coletas de solo para análises químicas do solo, culturas e intervenções realizadas no experimento. * de agosto a novembro 2012 apenas o acumulado mensal da precipitação. Estrela Velha, RS.

A área experimental é manejada sob SPD há aproximadamente 20 anos. Anteriormente o local era manejado com pecuária extensiva sob campo nativo e a área recebia quantidades limitadas de corretivos e fertilizantes. Quando convertido para a produção de grãos, ocorreu a transição direta para o SPD. Nesse período de plantio direto não ocorreram intervenções para correção do pH. Eram realizadas apenas adubações de fertilizantes formulados no sulco de plantio. As rotações de culturas foram introduzidas com culturas de inverno: aveia, canola, cevada, trigo; e com culturas de verão: milho e soja.

O estudo foi conduzido em delineamento de parcelas sub divididas com três medidas repetidas na sub parcela. As parcelas experimentais foram dimensionadas em 10 m X 40 m, totalizando 400 m². Os tratamentos foram doses de calcário combinadas com doses de gesso agrícola e cloreto de potássio (Tabela 1).

Utilizou-se calcário calcítico (CaO 45%, 1,5% Mg e PRNT 80%) nas doses de 0 e 5,5 Mg ha⁻¹. A dose foi determinada pelo índice SMP da camada 0 – 0,10 m para o intervalo entre o pH desejado 6, seguindo a recomendação de metade da dose

aplicada para SPD consolidado (CQFS-RS/SC, 2004). As doses estabelecidas foram em função da análise de solo referência, que havia sido analisada em março de 2012 para camada de 0-0,15 m, a qual possuía teores de argila (500 g kg^{-1}) e índice SMP (5,1) necessários para recomendação de calcário e gesso. A aplicação de calcário foi combinada com a dose de gesso de $3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, estabelecidas pela recomendação do Estado de São Paulo ($\text{NG}=6 \times \text{argila} (\text{g kg}^{-1})$), seguindo os critérios para aplicação pelo teor de Ca inferior a $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e saturação por Al (m%) maior que 40% para a camada de 0,20 – 0,40 m (RAIJ et al., 1996).

Tabela 1 – Doses dos insumos aplicados.

Tratamento	Insumo kg ha^{-1}			Nutriente adicionado (kg ha^{-1})				
	Calcário ¹	Gesso ²	Potássio ³	Ca	Mg	S	K ⁴	P ⁵
T 0 a	0	0	0	0	0	0	0	0
T 0 b	0	0	167	0	0	0	100	0
T 0 c	0	0	333	0	0	0	200	0
T 0 d	0	0	667	0	0	0	400	0
T 1 a	5500	3000	0	3056	83	508	0	24
T 1 b	5500	3000	167	3056	83	508	100	24
T 1 c	5500	3000	333	3056	83	508	200	24
T 1 d	5500	3000	667	3056	83	508	400	24

¹Calcário calcítico (45% Ca, PRNT 80%), ²Gesso Agrícola (19,35% Ca, 16,93% S e 0,8% P), ³Cloreto de potássio (60% K₂O), ⁴K₂O ⁵P₂O₅.

Foram coletadas amostras de solo estratificadas de cada parcela nas camadas de 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 m de profundidade do solo, para realização das análises químicas de acordo com Tedesco et al. (1995). As amostragens ocorreram em três períodos: a primeira, com o intuito da caracterização inicial da área ocorreu em agosto de 2012, e as coletas subsequentes após 9 e 16 meses da coleta inicial. As amostras foram secas em estufa de aeração forçada a 65°C até estabilização do peso e depois foram moídas e peneiradas em malha de 2 mm. Em seguida, foram realizadas as determinações dos teores de Argila, Al, Ca, K, M.O., Mg, P, pH, S e SMP. A caracterização inicial dos atributos químicos do solo está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores médios dos atributos químicos do solo estratificados e o erro padrão, referentes caracterização inicial da área. Estrela Velha, RS.

Profundidade m	pH H ₂ O	SMP	Al ⁽¹⁾	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽³⁾	Ca/Mg ⁽⁴⁾	CTC _{pH7,0} ⁽⁵⁾	K ⁽⁶⁾	P ⁽⁷⁾	S ⁽⁸⁾	m ⁽⁹⁾	V ⁽¹⁰⁾	Argila	MOS ⁽¹¹⁾
			----- cmol _c dm ⁻³ -----					---- mg dm ⁻³ ----			---- % ----		---- g kg ⁻¹ ----	
0,00-0,05	4,8	5,3	1,3	4,7	1,6	3,0	16,5	260,0	67,5	6,6	15,4	42,9	586,9	55,2
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	11,2	5,0	0,2	1,4	1,4	12,2	0,8
0,05-0,10	4,6	5,2	2,1	3,9	1,4	2,9	17,0	148,4	40,6	5,3	28,4	33,6	706,4	35,4
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	8,1	5,0	0,2	1,8	1,8	8,4	0,7
0,10-0,20	4,6	5,2	2,5	2,8	1,2	2,4	15,8	101,1	17,8	4,7	37,6	27,8	758,3	24,0
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	6,2	1,8	0,2	3,0	2,2	10,7	-
0,20-0,40	4,5	5,1	3,3	2,4	1,0	2,0	16,4	64,1	9,4	10,0	52,1	19,6	808,5	11,0
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	4,9	1,3	1,2	2,4	1,6	10,1	-
0,40-0,60	4,5	5,1	3,6	1,5	0,8	1,9	15,8	44,1	7,5	9,3	59,3	16,3	863,7	3,5
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	3,2	1,1	1,3	1,7	1,1	10,3	-
Erro total ⁽¹³⁾	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,1	0,2	7,7	2,6	0,4	0,1	1,1	9,1	2,0

⁽¹⁾Alumínio; ⁽²⁾Cálcio; ⁽³⁾Magnésio; ⁽⁴⁾Relação Ca/Mg; ⁽⁵⁾CTC_{pH7,0}; ⁽⁶⁾Potássio; ⁽⁷⁾Fósforo; ⁽⁸⁾Enxofre; ⁽⁹⁾Saturação por Alumínio CTC efetiva; ⁽¹⁰⁾Saturação por bases; ⁽¹¹⁾Matéria Orgânica; ⁽¹²⁾Erro padrão; ⁽¹³⁾Erro padrão total.

Durante os anos 2012/13 e 2013/14, foi cultivada a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na área do experimento. A primeira safra foi semeada em 28 de novembro de 2012 com a utilização da cultivar Ativa (Brasmax). No ano seguinte, a oleaginosa foi semeada em 23 de novembro de 2013 com a cultivar 5909 (Nidera). As adubações formuladas aplicadas no sulco de semeadura foram idênticas em suas quantidades (300 kg ha⁻¹) e distintas nas formulações 0-25-25 e 2-30-10 NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), primeira e segunda safra, respectivamente. A segunda safra foi complementada com a adição via distribuição a lanço de 120 kg ha⁻¹ de KCl (cloreto de potássio (60% K₂O)). As aplicações no sulco resultaram em um total de 75 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para primeira e a segunda; e de 90 e 102 kg ha⁻¹ para K₂O, na primeira e segunda safra, respectivamente.

As fertilizações ocorreram de acordo com a expectativa e o histórico da produtividade 3600 kg ha⁻¹, exportando em grãos 54 e 85 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2004). Em relação à exportação de nutrientes via colheita, na primeira e segunda safra de soja foram adicionados fertilizantes acima da quantidade exportada.

O espaçamento da soja nos dois anos foi de 0,5m entre linhas, com uma média de 18 plantas por metro, resultando em um estande de plantas de 360 mil plantas ha⁻¹. Os tratos culturais foram os mesmos durante os dois anos investigados.

A coleta de amostra do tecido foliar ocorreu no período do florescimento, de acordo com a metodologia proposta por CQFS-RS/SC (2004), coletadas folhas com pecíolo, no terço superior de 30 plantas. Foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), analisados de acordo com a metodologia proposta por Tedesco (1995).

A cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.) desenvolveu-se na safra de inverno de 2013. Seu plantio ocorreu no dia 5 de julho e a colheita em 18 de novembro. O espaçamento entre plantas de 0,2 m entre linhas juntamente com uma média de 60 plantas por metro resultou em um estande de plantas de 300 plantas m⁻². A fertilização empregada foi de DAP (fosfato diamônio) 200 kg ha⁻¹ com adição de uréia em cobertura, parcelada em duas aplicações de 80 kg ha⁻¹ para a cultivar FUNDACEP 52.

A determinação da produtividade através da colheita manual das safras agrícolas ocorreu com a coleta de 2 metros lineares em cada parcela, constituindo duas fileiras paralelas para soja e cinco para o trigo, totalizando 2 m² por parcela. A umidade foi corrigida para 13% e os resultados de produtividade transformados para kg ha⁻¹.

Os dados para cada variável dependente (parâmetros químicos do solo e foliar da cultura) foram analisados através de todas as coletas usando medidas repetidas por meio da ANOVA de modelos lineares mistos, pelo Método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) usando o procedimento PROC MIXED no SAS v9.1 (SAS Institute Inc., USA), para estudar o efeito dos tratamentos, calcário + gesso, doses de potássio, época de amostragem e interações entre tratamentos e épocas de amostragem. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo ($P \leq 0,05$), a significância da diferença entre as médias dos tratamentos foi determinada usando o método de comparação múltipla de Tukey ($P \leq 0,05$). A normalidade dos dados foi testada usando o procedimento PROC UNIVARIATE. Parâmetros que não estavam distribuídos normalmente foram transformados pelo método de Box-Cox (Box e Cox, 1964).

4.4 Resultados e discussão

4.4.1 Caracterização inicial da área.

Os resultados da amostragem na coleta inicial, interpretados conforme a Comissão (CQFS-RS/SC, 2004), mostram que os teores de Ca estavam altos na superfície e baixos nas camadas mais profundas. Já o Mg, é classificado como alto e o S com níveis médios, ambos em todas as camadas. Fica evidenciado a qualidade química inferior de solo traduzida pela elevada acidez: o índice m (Saturação por Alumínio) apresenta valores inferiores ao limite crítico (10%), tanto para pH, como para V%, nas amostras da superfície até as camadas mais profundas.

A área apresentava teores dos nutrientes Ca, Mg e K acima do crítico (4, 1 e 180 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$), teor muito elevado de P, cerca de 350% acima do recomendado (12 mg dm^{-3}). Já o teor de enxofre (S) era inferior ao recomendado (5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$). Observamos a presença de Al e sua saturação no solo, correlacionados com pH baixos. A elevação da saturação de Al e os teores de Ca, Mg, K e P reduzem-se à medida que o perfil do solo vai se aprofundando. Quanto ao teor de Matéria orgânica (MO), na superfície é elevado (47 g kg^{-1}), reduzindo-se na camada mais profunda (1 g kg^{-1}).

O pH presente na área encontrava-se muito baixo em virtude da não utilização de corretivos no período de manejo com SPD. O perfil apresenta valor médio de 4,67, mostrando um gradiente que se eleva de 4,5 no subsolo a 5 em superfície. A camada superficial deveria apresentar valores próximos de 5,5 a 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004). No tratamento testemunha, o pH estava abaixo de 5 em todas as camadas investigadas, alterando a disponibilidade de vários nutrientes como: cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio, enxofre, boro, fósforo, molibdênio e cloro (MALAVOLTA, 1976). O pH influi na atividade do Al de tal maneira que sob pH abaixo de 5,5 ocorre a presença de Al^{3+} tóxico às plantas.

Segundo a CQFS a recomendação de calcário seria de 6,0 Mg ha^{-1} para pH 5,5, ou 9,1 Mg ha^{-1} para pH 6,0, sendo estabelecida essa última dose com utilização de ½ dose SMP e PRNT 100%. O total recomendado foi de 5,5 Mg ha^{-1} de calcário, o que demonstra que a área apresentava probabilidade de resposta ao calcário e também ao gesso (CAIRES, 2012; DALLA NORA & AMADO, 2013). Raij et al.

(1996) indicam o teor de Ca menor que $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, e valor de m acima de 40% para as camadas sub superficiais (0,20-0,40 m), para que o gesso agrícola apresente probabilidade de resposta.

A Tabela ANOVA foi gerada para ordenar os testes de médias por Tukey. No Apêndice A é apresentado os níveis de significância para 7 camadas de solo analisadas dos fatores isolados: C+G (doses de calcário + gesso); K (doses de potássio); T (tempo). As Interações: C+G X K (doses de calcário + gesso X doses de potássio); C+G X T (doses de calcário + gesso X tempo); K X T (doses de potássio X tempo); C+G X K X T (doses de calcário + gesso X doses de potássio X tempo). Já o Apêndice B apresenta a ANOVA para os dados foliares e produtividade das culturas para os fatores isolados C+G (doses de calcário + gesso), K (doses de potássio) e as Interações: C+G X K (doses de calcário + gesso X doses de potássio).

4.4.2 Melhoramento dos indicadores de acidez.

Os valores médios das interações e comparação por Tukey da saturação por alumínio são apresentados no Apêndice A, enquanto a Figura 2 apresenta a evolução temporal para as três coletas realizadas nas cinco profundidades. A recomendação para camada 0-0,10 m é de que esses valores estejam inferiores a 10% para que não prejudiquem o desenvolvimento radicular (SOUSA et al., 2005; CQFS-RS/SC, 2004). A Figura 2 apresenta que a recomendação oficial foi obtida apenas em uma parcela na coleta aos 16 meses, T1C, a qual recebeu calcário + gesso e $0,2 \text{ Mg ha}^{-1}$ de K_2O . Nesse tratamento é observada uma redução de 40% em relação a coleta inicial. Quando observado a redução pela média da saturação por alumínio para os tratamentos T1, que receberam as doses de calcário + gesso para camada superficial, houve redução de 80% após 16 meses, já para as camadas subsequentes a redução foi de 37, 13, 10, e 7% (0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 m).

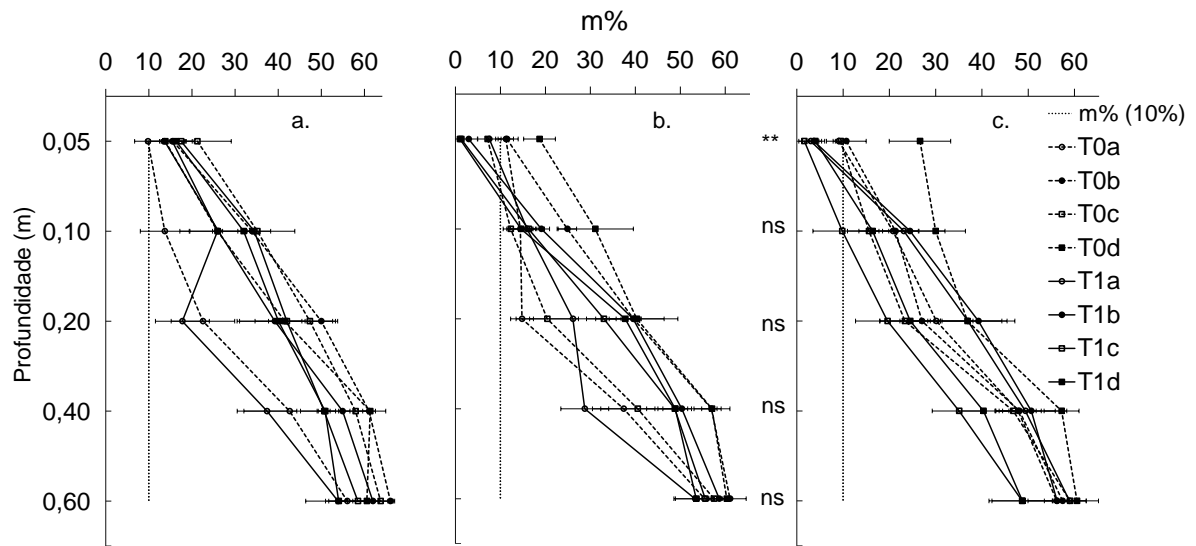


Figura 2 – Valores de m% para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10% de m%. Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

Quando da implantação dos tratamentos em todas as camadas, os valores eram superiores ao crítico para os tratamentos que receberam doses de calcário + gesso. Os quatro tratamentos ficaram com os valores do índice m inferiores a recomendação nas avaliações de 9 e 16 meses 0-0,05 (Figura 2).

A interação entre os três fatores não foi significativa para nenhuma camada do solo, ocorrendo o mesmo para algumas camadas das interações duplas e também para os fatores isolados. Já os dados do fator isolado dose calcário + gesso, ou sem a dose apresentaram diferenças para as camadas de 0-0,05, 0-0,10 m e 0,20-0,40 m de m%. As reduções nessas três camadas citadas foram de 46, 22 e 11%, vide Apêndice C.

A interação entre calcário + gesso X tempo para camada de 0-0,10 m reduz m% em 38% na segunda coleta, enquanto dos 9 para 16 meses ocorre elevação em 9%. Diferentemente do que se esperaria, a redução gradual no tempo pela ação lenta que calcário exerce de correção. Esse efeito diferenciou-se do reportado por Raji (2011) sobre a redução de m% na camada 0,0 a 0,25 m em Latossolo de textura leve, pela adição de 6 Mg ha^{-1} de calcário + 6 Mg ha^{-1} gesso reduzindo a saturação por alumínio de 68 para 2%, concomitantemente elevando a saturação por bases. Esse efeito descrito pelo autor deva ocorrer pela maior dose de gesso

adicionada, o dobro do atual trabalho, beneficiado pela baixa quantidade de argila e reação dos corretivos em período superior de observação.

Ao investigar o efeito da aplicação conjunta de 1,5 Mg de gesso e 5, Mg de calcário, Dalla Nora et al. (2013b) verificaram reduções no índice m em 36% (0,30 a 0,45 m), em solo de textura média, decorridos 40 meses. Esse trabalho apresenta doses semelhantes as utilizadas no presente trabalho, com o período de observações mais amplo que possa descrever melhor as reações conjuntas dos corretivos no solo. A redução de 10% é observada na camada de 0,20–0,40 m neste trabalho, para tratamentos com doses de calcário + gesso em relação a caracterização inicial.

A recomendação da Comissão nos estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2004) seria somente a de corrigir o pH com calcário. No entanto, optou-se por aplicar gesso e calcário associados e observou-se que isso foi determinante para o aumento do pH e da saturação por bases em subsuperfície. Para calcário e gesso ou somente gesso para o SPD não há essa recomendação. Por isso, mais testes devem ser realizados para confirmar a dose a ser aplicada (CAIRES, 2012). O indicado para camada diagnóstica do SPD (0-0,10 m) pH na faixa de 5,5 a 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004), onde os valores pH abaixo dessa faixa apresentam resposta a calagem. A Figura 3, apresenta os dados para as camadas analisadas e fica evidente pela Figura 3a que todos os valores estavam abaixo da faixa ideal.

O Apêndice D apresenta a variação dos tratamentos que ocasionaram alteração no pH. Ele ocorre primeiramente em superfície, deslocando-se para camadas subsuperficiais logo após 9 meses, ocorrendo leve redução na última coleta. Os tratamentos que adicionam calcário e gesso apresentam melhora no pH solo, esses tratamentos adicionam 0,5 Mg de enxofre contidos no gesso, proporcionando a movimentação descendente no perfil (OH^- e HCO_3^-) devido a maior mobilidade do sulfato. Com isso, a frente de alcalinidade que ocorre pela aplicação apenas de calcário é alterada em decorrência da aplicação conjunta dos corretivos (Caires et al., 2005; Caires, 2010; RAIJ, 2011).

As interações do calcário + gesso X tempo e interação entre os três fatores apresentaram diferenças para as camadas analisadas, que são importantes para verificar a correção da acidez do solo. Na interação dos dois fatores é observada 18% de melhoria para coleta aos 9 meses; já aos 16 meses, fica em 13% para os tratamentos T1 (média dos que receberam calcário + gesso) para camada 0-0,05m.

As camadas inferiores a superfície do solo apresentaram melhorias até a última camada analisada, em relação a caracterização inicial. Para coleta 9, a elevação do pH apresentou 2,3%, 12,9%, 7,9%, 2,9%, enquanto aos 16 meses apresentou 4,2%, 10,3%, 5,9%, 1,5% para as camadas 0,05-0,10, 0-0,10, 0-0,20 e 0,40-0,60 m, respectivamente.

A interação entre os três fatores apresenta o tratamento que recebeu doses de calcário + gesso e zero de potássio como o melhor estatisticamente, diferenciando-se dos demais na camada de 0,40-0,60 m. Já as demais camadas de solo verificadas para essas interações não apresentaram diferença estatística.

A Figura 3 apresenta a evolução temporal por tratamentos e profundidades destacando a faixa ideal de pH entre 5,5 e 6,0. Dentre as amostras analisadas na primeira coleta, nenhum ponto está na faixa ideal. Já nas coletas posteriores para camada 0-0,5m, os tratamentos que receberam a dose de calcário + gesso ficaram dentro da faixa ideal ou próximos a ela. Os tratamentos T1c e T1d (Tabela1), apresentam evolução dos valores de pH até a camada de 0,20 m, possivelmente em virtude da maior mobilidade do sulfato que lixivia rapidamente.

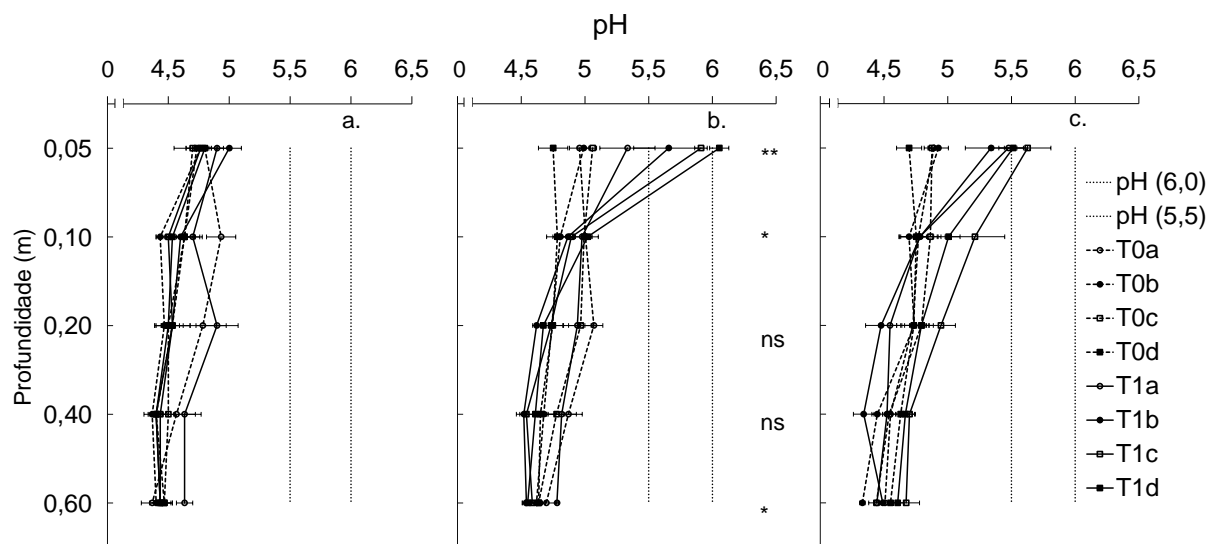


Figura 3 – Valores de pH para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10% de m%. Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

A camada diagnóstica de 0,0-0,10 m para o tratamento com dose de calcário e gesso atingiu pH 5,22, enquanto os tratamentos sem a dose 4,8. Eles

representaram acréscimo de pH em 8,5% para T1, relacionados a dose zero, na coleta de 16 meses, Apêndice D.

Trabalhos reportam que o aumento do pH em camadas mais profundas ocorre em virtude da adição do calcário. Se aplicado em superfície, o incremento do pH ocorrerá em camadas profundas somente a longo prazo (CAIRES et al., 2003, 2005), existindo a necessidade de um volume de precipitação superior a 1000 mm anuais (OLIVEIRA & PAVAN, 1996). A precipitação ocorrida (Figura 1) nos primeiros 9 meses chega ao acumulado de 1336 mm, precipitando mais 987 mm até o período da coleta com 16 meses, resultando no acumulado geral do período de 2323 mm. A pluviosidade observada nesses 469 dias representa o volume diário de $5,1 \text{ mm dia}^{-1}$ referente ao primeiro período e o acumulado total de $4,95 \text{ mm dia}^{-1}$.

Outros trabalhos reportam a eficiência da calagem e gessagem na melhora do pH em profundidade (CAIRES et al. 2003), diferindo desta análise, principalmente na textura, valores iniciais de pH e período de análise. Para Dalla Nora et al. (2013a) o pH evolui em 3,5% após 30 meses, com doses de calcário + gesso (2 Mg + 5Mg) em latossolo de textura média de 650 g kg^{-1} , valores de elevação do pH próximos a média da evolução deste trabalho, o qual para todas as camadas do perfil foi de 7%.

A relação entre os valores de pH próximos a 5,5, 6,0 e 6,5 correspondem a V% próximos a 65, 80 e 85%, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2004). Nos pontos da camada superficial (0-0,10 m), na faixa de pH 5,5 a 6,0 e V% entre 65 e 80%, foram encontrados 6% dos pontos analisados neste trabalho. A relação pH X V% das amostras de solo pode ser observada na Figura 4, na qual foram estabelecidas relações lineares para cada coleta. A Figura 4a apresenta a reta elaborada a partir de todos os dados da coleta 1, com regressão linear de $R^2 0,78$. Já os dados da coleta 9 resultam em $R^2 0,85$ e os dados da última coleta apresentaram o melhor ajuste $R^2 0,86$. Para as regressões b. e c. é possível verificar que os dados mais próximos a superfície se encontram na parte superior da reta, enquanto os dados das camadas mais inferiores se localizam no outro extremo da reta, devido a melhoria desses atributos pela ação do calcário + gesso.

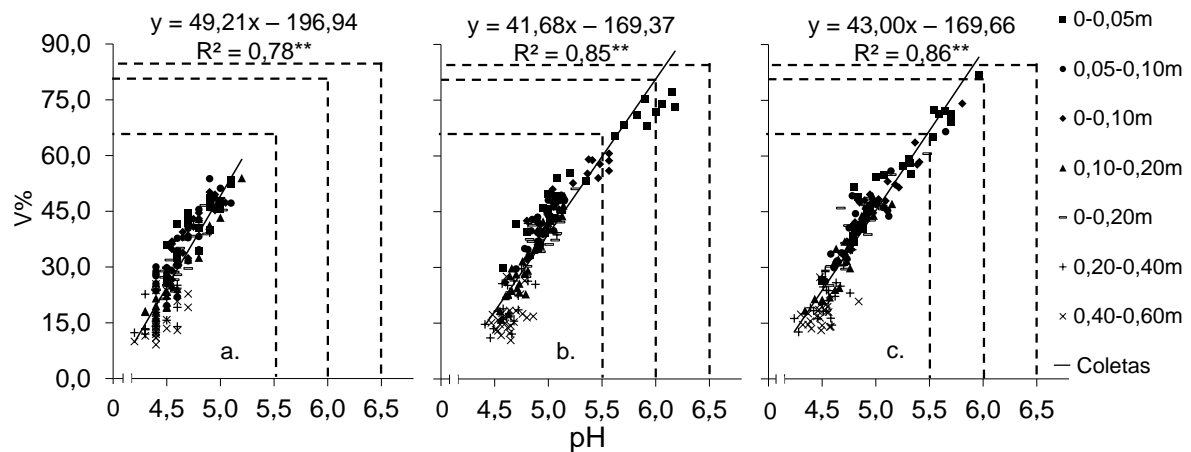


Figura 4 – Relação entre os valores de pH e V% para os pontos amostrados coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Retas pontilhadas representam a correlação da CQFS-RS/SC (2004). ** $p \leq 0,01$.

Para as profundidades 0-0,05 e 0-0,10 m a adição combinada de calcário + gesso incrementou a saturação por bases, em decorrência da adição de Ca e Mg, que por sua vez, contribuíram para redução do alumínio presente no solo, Apêndice E. A V% para os tratamentos T1 (doses de Calcário + gesso, com e sem potássio) apresentaram incremento com diferenças significativas, após 9 e 16 meses, em todas as camadas investigadas. O tratamento T1 diferiu de T0 na primeira camada e elevou a saturação por bases em 41%. Já na camada de 0-0,10 m a V% se elevou em 34% em relação a caracterização inicial. Nas demais não houve diferença estatística, Apêndice E. A interação entre K e tempo apresentou diferença, após 16 meses, para as camadas 0-0,20 e 0,10-0,20 m para o tratamento que recebeu 0,2 Mg ha⁻¹ de K₂O, possivelmente pela contribuição que o potássio tem na composição do V%.

Caires et al. (2006) e Sousa et al. (2012) reportaram o efeito do gesso após 55 meses em camadas de solo até 0,40 m e 0,20-0,30 m, respectivamente. Neste trabalho os tratamentos receberam doses inferiores e tempo reduzido em relação aos dos autores acima citados, ocorrendo alteração significativa até a camada diagnóstica para o SPD 0-0,10 m, apresentando valor de 54,26%. Observando o fator tempo isolado, Apêndice E, as camadas apresentam significativa evolução de V%, representando 27, 22, 25, 25, e 25% para as profundidades 0-0,05, 0,05-0,10, 0-0,10, 0-0,20, 0,10-0,20 m, respectivamente.

4.4.3 Alterações dos atributos químicos do solo.

Nesta seção, são discutidos em decorrência da influência das doses de calcário, gesso e potássio aplicadas no presente trabalho, os resultados dos teores de cálcio, magnésio, enxofre e fósforo. Os níveis de fertilidade do solo apresentavam-se com teores de Ca, Mg, P e K acima dos níveis críticos: Ca ($4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); Mg ($1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); P (12 mg dm^{-3}); K (180 mg dm^{-3}) (CQFS-RS/SC, 2004). Havia, assim, a necessidade de correção do pH, elevação do teor de S, elevação da V% e redução do índice m%. O efeito do tratamento com calagem + gessagem propiciou melhoria química da superfície, não sendo percebida nas camadas da subsuperfície, inferiores a 0,10 m.

As principais alterações ocorridas no perfil do solo foram a elevação dos teores de Ca, Mg e S, significativas temporalmente até 0,6m, Apêndices F, G e H. Inicialmente houve uma evolução no S, principalmente na camada superficial. No entanto, com o transcorrer do tempo, ele migrou para as camadas mais profundas de 0,20-40 e 0,40-0,60 m. Conseqüentemente a elevação do pH, redução da atividade de alumínio e maior percentual de saturação por bases catiônicas foram observadas.

A aplicação conjunta de calcário e gesso resultou no incremento dos teores de cálcio, magnésio e enxofre, sendo que os dois primeiros constituem parte do valor de V%, o qual possui faixas de recomendação adequada ao bom desenvolvimento das culturas (Figura 4).

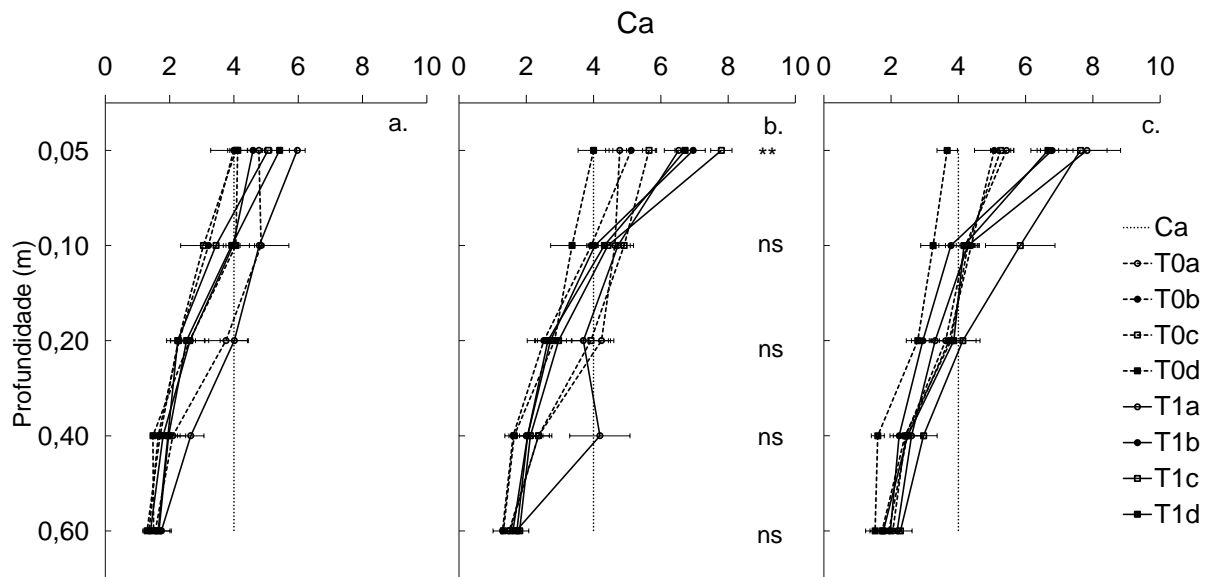


Figura 5 – Valores de Ca para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 4 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

As doses de calcário e gesso proporcionaram elevação dos teores de Ca na camada 0-0,05m, sendo percebido nos quatro tratamentos que receberam os corretivos. Ao observar o fator tempo, apêndice F a diferença estatística para as camadas superficiais até a última camada coletada. A coleta dos 9 meses apresenta diferenciação até a camada 0,20-0,40 m, enquanto na coleta dos 16 meses o teor é elevado em todas as camadas até a 0,40-0,60 m. A elevação dos teores de Ca aos 9 meses representou 25, 18, 16, 14 e 20%, para as camadas 0-0,05, 0-0,10, 0-0,20, 0,10-0,20, 0,20-0,40 m, respectivamente. Enquanto na análise posterior, 16 meses a elevação dos teores de Ca foi de 27, 19, 22, 26, 25 e 27%, para as camadas 0-0,05, 0-0,10, 0-0,20, 0,10-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 m, respectivamente. Essa elevação de cálcio em profundidade ocorre possivelmente em virtude da percolação do nutriente devido a associação do Ca ao sulfato (DIAS, 1992; SOUSA, 2005; CAIRES, 2012).

O teor de Ca na interação calcário + gesso X tempo, Apêndice F, os tratamentos T1 são promovidos em relação a coleta 1 para camada 0-0,05m em 33 e 37% para coleta 9 e 16 meses, respectivamente. Quando observado a média para todo o perfil pelo efeito do tempo, ocorre aumento do teor de cálcio em 24%, ou seja, o teor de cálcio passa de 3,14 para 3,90 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Ainda de acordo com Dias (1992) a lixiviação de Ca às camadas do subsuperficiais do solo está relacionada a

textura do solo, granulometria do corretivo, pluviosidade e o tempo de ação dos corretivos. O efeito do gesso de aumentar o teor de Ca e ocasionar a redução do índice m% no subsolo, proporciona estímulo às raízes e melhores condições de explorar o solo até as camadas mais profundas, resultando em uso mais eficiente de água e maior absorção de nutrientes (DIAS, 1992; SUMNER, 1995). Pauletti et al. (2014) reportam que a baixa mobilidade natural de Ca nas camadas subsuperficiais aliada a reduzida mobilidade do nutriente na planta, causa deficiência nos tecidos das novas raízes que exploram camadas mais profundas do solo com reduzido teor do nutriente.

Para os teores de magnésio (Apêndice G), verificou-se no efeito isolado dos tratamentos com dose de calcário + gesso, aumento do teor em superfície e profundidade. Teores de Mg para as camadas 0-0,05 e 0-0,10 m evoluíram em 28 e 12% para a média dos tratamentos que receberam calcário + gesso. O fator isolado do tempo demonstra efeito descendente desse nutriente no solo, após 9 meses os teores haviam se elevado até a última camada do perfil, enquanto aos 16 meses há pequena redução dos teores em todas as camadas.

Esse resultado provavelmente resulta de mobilização vertical do nutriente pré-existente à correção, em função da dose de gesso (OLIVEIRA & PAVAN, 1996; CAIRES et al., 2003). A reduzida quantidade de Mg contido no calcário adicionado, proporcionou a adição de apenas 83 kg ha⁻¹ do nutriente. O sulfato presente no gesso movimenta-se no perfil até as camadas mais profundas (ZAMBROSI et al., 2007b; CAIRES, 2012), podendo ligar-se ao magnésio, formando assim o par iônico sulfato de magnésio (MgSO₄), o qual é lixiviado no solo.

Essa movimentação percebida aos 16 meses não é identificada como perda dos nutrientes, mas sim como um benefício à elevação dos teores em subsuperfície. Ela beneficia os valores da saturação por bases, como visto na Figura 3. Se analisado o nível crítico, de acordo com a comissão (CQFS-RS/SC, 2004), 1 cmol_c dm⁻³ para camada de 0,0 a 0,10 m, o teor de Mg para todos os tratamentos é superior ao crítico em até 100%. Dias (1992) e Caires (2012) recomendam o uso conjunto de calcário dolomítico ao gesso, principalmente em solos com teores limitantes de Mg. Tal efeito da percolação de Mg devido a doses de gesso é reportado por diversos autores Zambrosi et al. (2007b), Rampim et al. (2011), Dalla Nora et al. (2013a) e Pauletti et al. (2014), ocorrendo devido à alta contração de Ca₂⁺

no solo que desloca o Mg_2^+ dos sítios de troca, que pode ligar-se ao sulfato, formando sulfato de magnésio.

Para o enxofre, os teores acima de 5 mg dm^{-3} são classificados como alto, mas é estabelecido que para espécies como leguminosas deve considerar-se teor crítico de 10 mg dm^{-3} (CQFS-RS/SC,2004). As aplicações de gesso nos tratamentos T1 adicionaram S em quantidades extremamente superiores ao necessário para demanda nutricional da cultura da soja que seria de 20 kg ha^{-1} , adicionou-se 510 kg ha^{-1} . A Figura 6 apresenta os dados de enxofre para as 5 camadas e três tempos de análise dos atributos químicos do solo. A barra de erro apresentada na Figura é superior aos demais nutrientes devido à grande mobilidade no S no perfil do solo, gerando variação dentro do mesmo tratamento, principalmente nas camadas mais profundas do solo. Pela Figura 6 percebe-se que mesmo os tratamentos que não receberam doses de S tiveram algum aumento no seu teor. Esse pode ser atribuído a descida, no perfil, do nutriente que havia no local, antes da implantação do experimento.

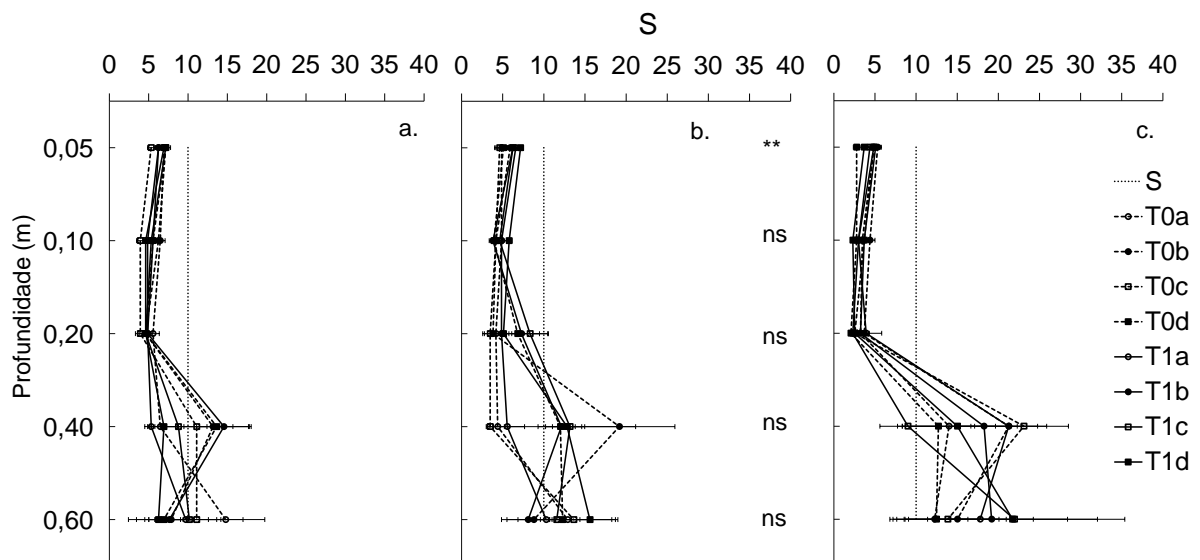


Figura 6 – Valores de S para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 10 mg dm^{-3} (leguminosas). Anova para interação entre doses de calcário + gesso X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

Os teores observados após 9 meses (Apêndice H) somente por efeito do tempo apresentaram redução dos teores nas primeiras camadas do perfil. Os teores S reduziram 12% na camada de 0-0,05 e 15% na 0,05-0,10 m. Posteriormente aos

16 meses, decaem os teores até 0,20 m do perfil de solo e ocorre elevação nas camadas de 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m. Devido a mobilidade do sulfato, o teor para camada recomendada é inferior ao indicado à cultura da soja. Mesmo nos tratamentos que receberam dose de gesso, o enxofre não supera os 10 mg dm^{-3} nos primeiros 0,10 m.

A redução dos teores de S na terceira coleta, acumulando-se nas camadas mais profundas (20 a 60 m), demonstra a lixiviação do nutriente nas camadas que vão além das amostradas (PAULETTI et al., 2014). O elevado regime de precipitação contribuiu para a perda dos teores de S adicionados pelo gesso, apresentando a média de 145 mm mês^{-1} para o período dos 16 meses. Dalla Nora et al. (2013a) apresentam teores de enxofre semelhantes ao encontrados neste trabalho, sendo que os autores conduziram o trabalho em um Latossolo muito argiloso utilizando dose superior de gesso (5 Mg) para a camada de 0,40 a 0,60 m, após 36 meses. Enquanto Rampim et al. (2011) observaram redução dos teores após 12 meses de aplicação do gesso, como alternativa que possa reduzir a perda de S, utilizaram a calagem antecipada ao gesso para redução da lixiviação.

A interação das doses de potássio e o tempo apresentaram interações significativas para os primeiros 0,10 m do solo, a maior dose de K apresentou efeito inverso e reduzindo os teores de S nesses locais. Pela comparação de médias de Tukey para coleta 1, o teor de S era o mais alto nas parcelas que receberiam a maior dose de K, enquanto na coleta aos 16 meses esses teores são os menores. Observamos a redução de 55 e 53% para as camadas 0-0,05 e 0,05-0,10 m que receberam a maior dose de K_2O , frente aos demais tratamentos que tiveram uma perda de S média para essas duas camadas de 28%.

O teor de P para camada diagnóstica é indicado como muito alto pela comissão (CQFS-RS/SC, 2004), se superior a 12 mg dm^{-3} - considerando argila superior a 600 g kg^{-1} . Os teores encontrados nas três coletas para os tratamentos são 3 vezes superiores ao estabelecido como muito alto, como pode ser observado no Apêndice I.

Não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de fósforo nas diferentes profundidades. Para os tratamentos T1 foi observado o incremento dos teores de P na camada superficial, sendo esse resultado, justificado pelo pequeno aporte de P que o gesso proporciona, com concentração inferior a 1% observado na interação calcário + gesso X tempo. Outra possível explicação é a maior disponibilidade do

nutriente associado à elevação do pH (Apêndice D). Caires et al. (2003) reportaram aumento no teor de P para a camada de 0-0,05 pela aplicação superficial de gesso na dose de 9 Mg ha⁻¹ transcorridos 8, 20 e 32 meses. Isso também se verifica neste trabalho, mesmo com doses 3 vezes menor, apresentando elevação de 8% na média dos tratamentos que receberam a dose de gesso, observados na camada 0-0,05m na interação calcário + gesso X tempo.

Transcorridos 9 e 16 meses, observou-se a redução nos teores de P nas camadas abaixo de 0,10 m. Esse resultado não pode ser atribuído à formação do composto fosfato de cálcio que ocorre devido a dissociação do cálcio e enxofre na presença de água (SOUZA et al., 2012). Para ocorrência deste composto o solo deve ter pH superior a 6,0. Os mesmos autores, em trabalho com dose de 2 Mg de gesso, identificaram o efeito da formação de fosfato de cálcio, causando a precipitação do fosfato contido na camada do solo de 0,05-0,10 m. Outra hipótese seria a absorção devido ao aprofundamento do sistema radicular, associado à melhoria química e diminuição do Al.

De acordo com Dias (1992) a existência da relação P x S apresenta relação positiva para diversas culturas. Solos com elevados teores de P exigem mais S, devido as atividades metabólicas das plantas. Nesse experimento, há altos teores de P e com tratamento T1 há perda de S por lixiviação, prejudicando a relação P X S, indicando uma restrição quanto ao uso desse nutriente.

De acordo com a comissão (CQFS-RS/SC, 2004) o teor crítico de K é de 90 mg dm⁻³ em solos com CTC pH7 superior a 15. Se for acima de 180 mg dm⁻³ d, é considerado muito alto. A Figura 7 apresenta os teores de K para as camadas observadas, na qual os teores estão superiores ao alto na camada de 0-0,10 m nas três análises do atributo. Quando considerado muito alto, os tratamentos T0a e T1b estão nessa classe na coleta 1, enquanto para as análises subsequentes todos os tratamentos encontram-se com teores muito alto. De acordo com Dias (1992) e Sumner (1995) o uso do gesso causa a lixiviação do cátion no perfil, devido ao mesmo se ligar ao sulfato formando o par iônico K₂SO₄⁰. A reduzida lixiviação K nesse trabalho pode ser atribuída pela reduzida formação de sulfato de potássio e também a elevada matéria orgânica que esse solo possui: acima 3,55 g kg⁻¹, alta CTC, textura muito argilosa, rotação de culturas e manejo SPD (Amado et al., 2006).

O Apêndice J apresenta a análise estatística para o teor de K, mostrando que o fator tempo resultou na elevação do potássio em maior intensidade nas camadas

mais próximas a superfície, ao mesmo tempo que as camadas subsuperficiais elevaram-se em menor proporção. Pela interação entre doses de K X tempo é percebido que em alguns tratamentos ocorre elevação até as camadas mais profundas na coleta aos 9 meses, retornando para valores próximos ao início do experimento na coleta aos 16 meses.

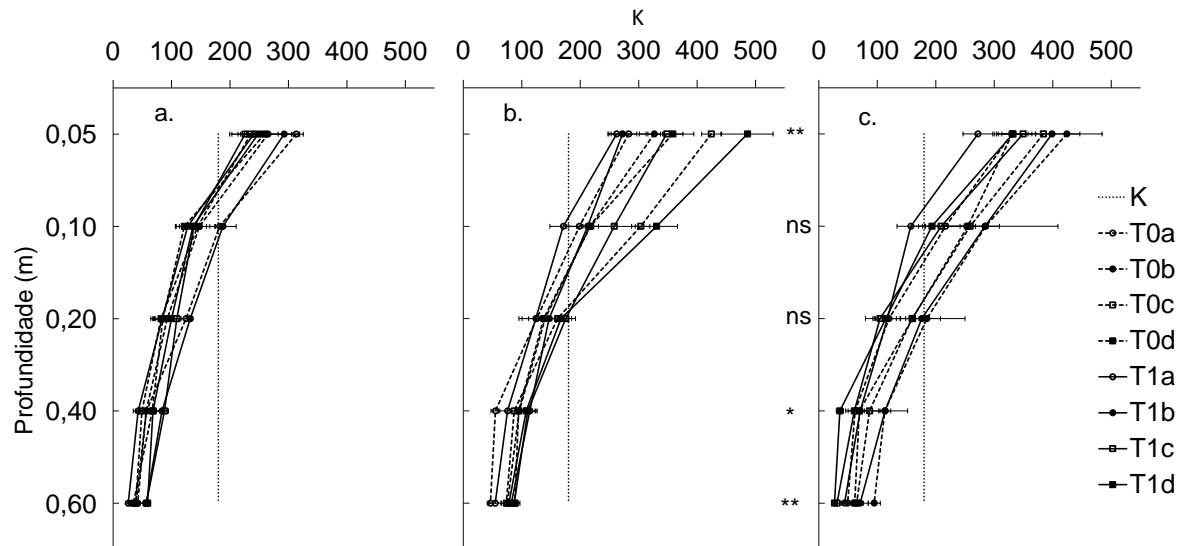


Figura 7 – Valores de K para coleta 1(a), coleta 9 (b) e coleta 16 (c). Valor recomendado apresentado uma linha em 180 mg dm⁻³(leguminosas). Anova para interação entre doses de K X tempo, ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

4.4.4 Nutrição e produtividade da soja

De acordo com Rosolem (2005) a cultura da soja possui exigência hídrica distinta, conforme seu estágio de desenvolvimento, sendo que as maiores exigências ocorrem no início do florescimento ($5,1 \text{ mm dia}^{-1}$), no surgimento das vagens ($7,4 \text{ mm dia}^{-1}$) e com 50% das folhas amareladas ($6,6 \text{ mm dia}^{-1}$). No período de maior demanda hídrica, em decorrência das datas de semeadura nos meses de fevereiro e março, necessita-se um acumulado de 380 mm, ou seja $6,4 \text{ mm}^{-1} \text{ dia}$, correspondendo ao déficit hídrico diário de 42 e 20% para as safras de 2012/2013 e 2013/14, respectivamente.

Tabela 3 – Teor médio dos nutrientes foliares. Estrela Velha, RS.

	N ¹	P ²	K ³	Ca ⁴	Mg ⁵	Ca/Mg ⁶	(Ca+Mg)/K ⁷	Ca/K ⁸	Mg/K ⁹
Soja 2012/13	4,33	0,12	1,21	1,27	1,29	0,99	2,12	0,11	0,11
Soja 2013/14	3,62	0,17	0,99	1,86	1,28	1,46	3,18	0,19	0,13

¹Nitrogênio (%); ²Fósforo (%); ³Potássio (%); ⁴Cálcio (%); ⁵Magnésio (%); ⁶Relação cálcio/magnésio; ⁷Relação (cálcio + magnésio)/ potássio; ⁸Relação Cálcio/potássio; ⁹Relação magnésio/potássio.

Os teores de nutrientes foliares médio de soja para as duas safras estão na Tabela 3, enquanto a estatística nível de significância (Apêndice B) e Tukey (Apêndice K e L) foram pouco influenciados pela aplicação de calcário + gesso e K, transcorridos 7 e 19 meses (folhas coletadas no período de pleno florescimento) da aplicação dos tratamentos. A comissão (CQFS-RS/SC, 2004) estabelece níveis de suficiência para os macronutrientes foliares, no qual aplica-se para cultura da soja o percentual de 4,5 a 5,5% para Nitrogênio (N), o intervalo de 0,26 a 0,5% P, de 1,7 a 2,5% K, 0,4 a 2 Ca e 0,3 a 1 para Mg.

Os teores foliares se mantiveram abaixo do crítico para N, P e K, nas duas safras e o K não foi afetado, mesmos com as doses dos tratamentos. A redistribuição de Ca e Mg não comprometeu a nutrição das plantas por desbalanço, mantendo os teores acima do indicado para cultura da soja. Os resultados das doses de K aumentaram a nutrição de N e P nos tratamentos com maior dose de K, apresentando esse efeito para as duas safras.

Para segunda safra de soja, 2013/14, o aumento do teor foliar de Ca na safra ocorre em decorrência das aplicações de calcário + gesso. Também apresentou efeito significativo para doses de K como pode ser visto no Apêndice L. O resultado é coerente com o incremento do teor de Ca no solo (Figura 5).

As melhorias na qualidade química do solo verificadas nos tratamentos T1 não se traduziram em incremento da produtividade de soja, ocorrendo menor produtividade nos tratamentos com as maiores doses de potássio. O efeito das doses de potássio foi significativo para as duas safras de soja. Na safra 2012/13 os tratamentos 0,0 K produziram 13% (421 kg) a mais que a média dos tratamentos que receberam K (Figura 8). Já na segunda safra, 2013/14, a média dos tratamentos 0,4 K apresentou produtividade inferior as demais em 12%(414 kg). As doses de calcário + gesso isoladas ou a interação com as doses de K não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Como reportado por Caires et al. (2003) e Rampim et al. (2011) que o uso do gesso não incrementou a produtividade da soja.

A produtividade do trigo, safra 2013 não apresentou diferença estatística entre os tratamentos.

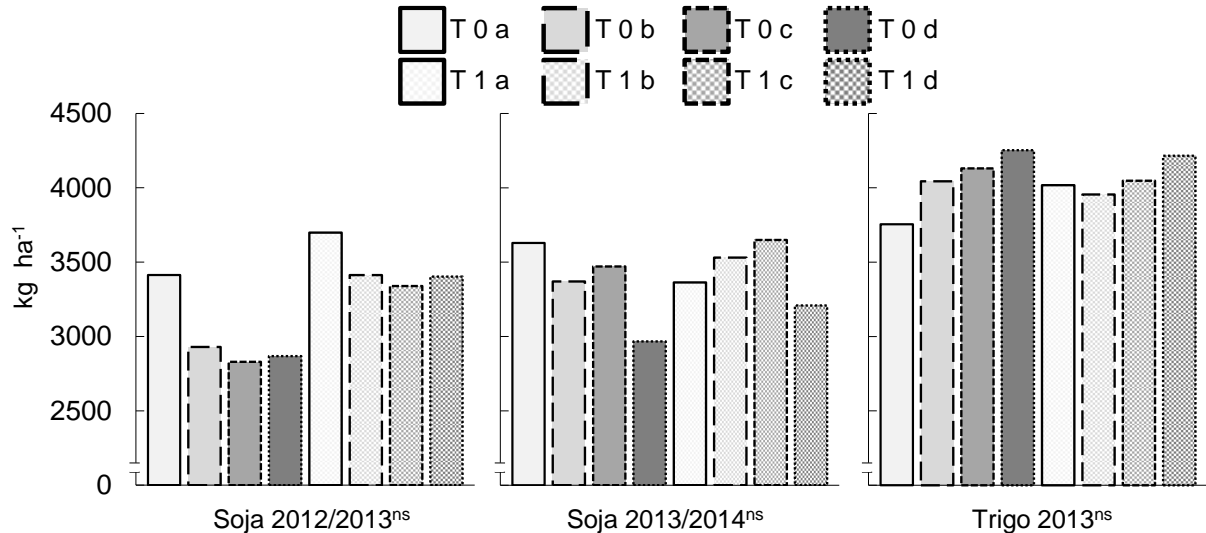


Figura 8 – Efeito dos tratamentos sobre a produtividade de soja e trigo durante as safras de 2012 a 2014. Produtividade média soja 2012/2013 (3236 kg ha^{-1}), trigo 2013 (4052 kg ha^{-1}) e soja 2013/2014 (3399 kg ha^{-1}). ns ($p > 0,05$); *($p < 0,05$).

Em trabalhos realizados em Latossolos ácidos com a presença de Al, a aplicação de calcário e gesso elevou os teores de Ca, Mg e valores de pH reduzindo o Al. No entanto, não influenciaram na produtividade da soja (CAIRES, 2000; CAIRES et al., 2003). Em aplicações somente de gesso, não houve resposta da soja (NEIS et al., 2010; RAMPIM et al., 2011).

Também há outros trabalhos que reportam a resposta positiva da soja a doses de calcário e gesso, principalmente em condições de déficit hídrico (DALLA NORA et al., 2013a, 2013b; PAULETTI et al., 2014), ou que apresentem pH baixo e presença de Al em subsuperficial (DALLA NORA & AMADO 2013).

A cultura do trigo não apresentou resposta positiva ao manejo com calcário + gesso, enquanto autores como Caires et al. (2003), Rampim et al. (2011); Dalla Nora et al. (2013b) e Pauletti et al. (2014) obtiveram elevação da produtividade da cultura. As maiores respostas ao gesso são esperadas nas plantas de inverno com a cultura do trigo e nas plantas de verão com a cultura do milho (CAIRES, 2012).

A maximização do investimento pela aplicação do gesso é percebida em anos com déficit hídrico, pois há maior eficiência do uso da água do solo (CAIRES et al.,

2012), devido a melhoria química do perfil do solo, que se traduz na maior expansão do sistema radicular nas camadas mais profundas do solo.

Considerando o breve período em que o atual trabalho foi desenvolvido, considera-se que a produtividade da soja não tenha sido impactada, ocorrendo a melhoria química do perfil do solo. A possível resposta para que nas três safras analisadas não houvesse incremento na produtividade das culturas pode ser atribuído ao elevado volume de precipitação e a adequada distribuição nos estádios fenológicos críticos. Esse resultado também foi observado no trabalho conduzido por Dalla Nora et al.(2013b) no qual constatou que, após seis safras acumuladas, a produção foi superior a 15%, verificado pela dose combinada de calcário e gesso em Latossolo ácido.

Para trabalhos futuros, recomenda-se acompanhar por mais tempo as alterações do solo, avaliar sistema radicular, eficiência de uso da água e variações físicas do solo.

4.5 Conclusões

A combinação de calcário + gesso, aplicados simultaneamente, e posteriormente, cloreto de potássio em superfície de um Latossolo muito argiloso, propiciaram em 16 meses de aplicação a correção química na camada de 0,0 a 0,10 m do solo, a elevação do pH, redução dos teores de alumínio e incremento dos teores de Ca e K.

O teor de S adicionado ao solo foi rapidamente lixiviado, devido elevada mobilidade do sulfato no perfil, ocasionando a elevação do teor nas camadas superficiais 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m.

Não houve descida vertical de K em todas as camadas, devido ao elevado teor de MOS e argila.

A nutrição da soja foi influenciada pela calagem + gessagem e doses de K, ocorrendo incremento do teor foliar de P e Ca nos tratamentos de maior dose de K.

As safras de soja foram influenciadas pelo potássio, ocorrendo decréscimo produtivo com aumento da dose de K.

4.6 Bibliografia

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B.C.; VEIGA, M. Potential of Carbon Accumulation in No-Till Soils with Intensive Use and Cover Crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v.35, p.1599-1607, 2006.

BAYER, C.; AMADO, T.J.C.; TORNQUIST, C.G.; CERRI, C.E.P.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J.A.; NICOLOSO, R.S.; CARVALHO, P.C.F. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos em Ciência do Solo**, v.7, p.55-118, 2011.

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL, I.; ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** [online]. v.31, n.4, p. 781-792. 2007.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária.** Instrução Normativa nº 35, de 4 de julho de 2006. Aprova as normas sobre especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez, de alcalinidade e de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados à agricultura, na forma do Anexo a esta Instrução Normativa e revoga a Instrução Normativa nº 4, de 2 agosto de 2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 jul. 2006. Seção 1, p. 32. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/in_35_2006_anexo.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2014.

CAIRES, E.F. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto: Experiências no Estado do Paraná. In: **reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 24., FertBio**, 2000. Anais. Santa Maria, RS, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.24. 2000. 1 CD-ROM

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G; GARBUIO, F.J; KUSMAN, M.T. Alterações químicas no solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.275-286, 2003.

CAIRES, E. F.; ALLENONI, L. R. F.; CAMBRI, M. A.; BARTH, G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madson, v.97, n3, p.791-798, 2005.

CAIRES, E. F.; CHURKA, S.; GARBUIO, F. J.; FERRARI, R. A.; MORGANO, M. A. Soybean yield and quality as a function of lime and gypsum applications. **Scientia Agrícola, Piracicaba**, v. 63, n. 4, p. 370-379, 2006.

CAIRES, E. F. Manejo da acidez do solo. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: contexto mundial e técnicas de suporte**. Piracicaba, IPNI, Volume 1, 462p. 2010

CAIRES, E. F.; MASCHIETTO, E. H. G.; GARBUIO, F. G.; CHURKA, S.; JORIS, H. A. W. Surface application of gypsum in low acidic Oxisol under no-till cropping system. **Scientia Agrícola, Piracicaba**, v.68, n.2, p.209-216, 2011.

CAIRES, E. F. Calagem e uso de gesso em Sistema Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, ed. 128 p. 11, 2012.

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema Plantio Direto. **Informações Agronômicas, IPNI**. N141, março 2013. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A4F64F9876B415683257B3F00708191/\\$FILE/Page1-13-141.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/4A4F64F9876B415683257B3F00708191/$FILE/Page1-13-141.pdf)>. Acesso em: 09 mai. 2014.

CEMETRS, Centro Estadual de Meteorologia RS. **Nota Técnica**. 2014. Disponível em: http://www.cemet.rs.gov.br/upload/20140514081536nota_tecnica_28_julio_de_castilhos.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2014.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.743-753, 2003.

COGO, N. P.; PORTELA, J. C.; AMARAL, A. J.; TREIN, C. R.; GILLES, L.; BAGATINI T.; CHAGAS, J. P. Erosão e escoamento superficial em semeadura direta efetuada com máquina provida de hastes sulcadoras, influenciados pela direção da operação de semeadura e pela cobertura superficial do solo. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, Gramado – RS. resumos. 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 400p. 2004.

DALLA NORA, D.; AMADO, T.J.C. Improvement in Chemical Attributes of Oxisol Subsoil and Crop Yields under No-Till. **Agronomy Journal**, v.105, p. 1393-1403, 2013.

DALLA NORA, D.; AMADO, T. J. C.; GIRARDELLO, V. C.; MERTINS, C. Gesso: Alternativa para redistribuir verticalmente nutrientes no perfil do solo sob sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**. p.8-20, Jan/Fev 2013a.

DALLA NORA, D.; AMADO, T. J. C.; NOVAIS, E. J. P.; POTT, E.; OERLECKE, D.; XAVIER, J. S.; BORTOLOTTI, R. P.; MAZUCO, A. C.; GRUHN, E. M. Melhoria da qualidade química do perfil do solo sob plantio direto pela adição de gesso e de enxofre elementar isolada ou combinada com calcário e a produtividade das culturas. **Revista Plantio Direto**. p.137-138, Set/Dez 2013b.

DIAS, L.E. Uso de gesso como insumo agrícola. Seropédica, Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Biologia -CNPBS, 6p. (Comunicado Técnico 7) 1992.

EMATER. **Informativo conjuntural**. Nº 1309, 4 de setembro de 2014. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/conjuntural/conj_04092014.pdf>. Acessado em: 10 set. 2014.

EMATER. **Notícia**: Avançam perdas de Safra de grãos com estiagem no RS. 2012. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/noticias/detalhe-noticia.php?id=13997#.U5CrhPldXwA>>. Acessado em: 05 jul. 2014.

ESCOSTEGUY, P.A.V. Deficiência de potássio em lavouras de soja do Planalto do Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, 127: p.1-16. Jan./Fev. 2012.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Fertility Management of Tropical Acid Soils for Sustainable Crop Production. In: Zdenko Rengel. (Org.). **Handbook of Soil Acidity**. New York: Marcel Dekker, p.359-385. 2003. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=ulikWeQ_aC8C&pg=PA360&dq=Fertility+Management+of+Tropical+Acid+Soils+for+Sustainable+Crop+Production&hl=pt-BR&sa=X&ei=lofSU6TRL4eg8QG3kYHACQ&redir_esc=y#v=onepage&q=fageria&f=false>. Acessado em: 1 jul. 2014.

FAVARETTO, N.; NORTON, L.D.; BROUDER, S.M.; JOERN, B.C. Gypsum amendment and exchangeable calcium and magnesium effects on plant nutrition under conditions of intensive nutrient extraction. **Soil Science Society of America Journal**, v.133, p.108-118, 2008.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção agrícola**. 2014 Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201404.pdf>. Acessado em: 05 jul 2014.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, p. 410 1976.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. São Paulo, Agronômica CERES. p.124 1992.

NEIS, L.; PAULINO, H. B.; SOUZA E. D.; REIS E. F.; PINTO F. A. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol. 34 n.2, p.409-416. 2010.

OLIVEIRA, E.L.; PAVAN, M.A. Control of soil acidity in no-tillage system for soybean production. **Soil Tillage Research**. v.38, p.47–57. 1996.

PAULETTI, V.; PIERRI, L.; RANZAN, T.; BARTH, G.; MOTTA, A. C. V. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.38. p.495-505, 2014

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª ed. (Boletim Técnico, 100) Instituto agrônomo e fundação IAC, Campinas, SP. 1996.

RAIJ, Bernardo van, Gesso na agricultura. Campinas: **Instituto Agrônomo de Campinas**,. P.233. 2008.

RAIJ, B. V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. **Informações agrônômicas**. IPNI Brasil.n.135, p.11, 2011.

RAMPIM, L.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.35, p.687-1698, 2011.

ROSOLEM, C. A. Água na cultura da soja. In: **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação MT. p.95-102.2005.

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**, Brasília, v.47, n.9, p.1346-1357. 2012.

SUMNER, M. E. Amelioration of subsoil acidity with minimum disturbance. In: **Subsoil management techniques**. In: Jayawardane NS & Stewart BA. p. 147–185. 1995 Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=dIAoxg6gX4cC&pg=PA147&lpg=PA147&dq=Amelioration+of+subsoil+acidity+with+minimum+disturbanc e.+In:+Subsoil+management+techniques&source=bl&ots=YateIW4uQX&sig=fCfrePQj4LSTuzXhEgUXgZhlue0&hl=pt-BR&sa=X&ei=Ero5VK_dLZWMNvrCgBA&ved=0C CcQ6AEwAA#v=onepage&q=Amelioration%20of%20subsoil%20acidity%20with%20 minimum%20disturbance.%20In%3A%20Subsoil%20management%20techniques&f=false>. Acesso em: 20 fev. 2014.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos Solos do Cerrado**. Circular técnica 32, Embrapa. Planaltina, DF. 2005.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N. OLIVEIRA, S. A. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. **Fertilidade do solo**. 1 ed. Viçosa. 2007.

SOUZA, F. E.; ROSA JUNIOR, E. J.; FIETZ, C. R.; BERGAMIN, A. C. ROSA, Y. B. C. J.; ZEVIANI, W. M. Efeito do gesso nas propriedades químicas do solo sob dois sistemas de manejo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. 2012

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico, 5. 2.ed. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, p. 118, 1995.

VITTI, G. C. Acidez do Solo, calagem e gessagem. In: FERNANDEZ, F.M.; NASCIMENTO, V.M. Curso de atualização em fertilidade do solo. 1 ed. Campinas: **Fundação Cargill**. v. 1, p.303-348. 1987.

VITTI, G. C. **Uso eficiente do gesso agrícola na agropecuária**. Piracicaba, ESALQ/GAPE, 2000.

VITTI, G. C.; LUZ, P. H. C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. 1.ed. Piracicaba: GAPE, 104p. 2008.

WATTS, A. B.; DICK, W. A. Sustainable Uses of FGD Gypsum in Agricultural Systems: Introduction. **Journal of Environmental Quality**. v.43,p.246–252.2014.

ZAMBROSI, F. C. B.; ALLEONI, L. R. F.; CAIRES, E. F. Teores de alumínio trocável e não trocável após calagem e gessagem em latossolo sob sistema plantio direto. **Bragantia**. Campinas, v.66, n.3, p.487-495, 2007a.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.37, p.110-117, 2007b.

5 ARTIGO II – RELAÇÕES DE BASES NO COMPLEXO DE TROCA AFETADAS PELA APLICAÇÃO ISOLADA OU COMBINADA DE CALCÁRIO, GESSO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA E SEUS EFEITOS NA NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE DA SOJA E TRIGO.

5.1 Resumo

Este trabalho teve como objetivo investigar o efeito de fontes de Ca e K sobre as relações de bases e saturações do solo, além de avaliar a influência destas relações sobre a produtividade das culturas soja e trigo em um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura muito argilosa no Rio Grande do Sul. O trabalho foi conduzido em uma área comercial no município de Estrela Velha, localizado na região central do RS. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas com três repetições. Os 8 tratamentos foram constituídos de: duas doses de calcário + gesso agrícola (0 + 0 e 5,5 + 3,0 Mg ha⁻¹) combinadas a quatro doses de cloreto de potássio (0, 0,16, 0,33 e 0,66 Mg ha⁻¹). O solo foi avaliado em três tempos (caracterização inicial, 9 e 16 meses) e analisado em sete profundidades (0-0,05; 0,05-0,10; 0-0,10; 0-0,20; 0,10-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 m). O tecido foliar da cultura da soja e as produtividades dos grãos da soja (2012/13 e 2013/14) e do trigo (2013) foram avaliadas. Os benefícios da calagem mais gessagem foram identificados pela adição de Ca e Mg às camadas mais profundas. Para camada diagnóstica as saturações de Ca, Mg e K e V% tiveram elevação superior a 30%. A reação Ca/Mg não foi desbalanceada em virtude da alta adição de Ca, devido à descida verificada para os dois cátions. A lixiviação de K não foi registrada, mesmo para o tratamento com dose de gesso e maior dose de cloreto de potássio. A matriz de correlação de Pearson foi satisfatória para selecionar os fatores de solo e planta que influenciaram positivamente ou negativamente a produtividade das culturas. O teor de Ca apresentou correlação positivas para as duas safras de soja, com R² superior a 42%.

Palavras chave: Relação de cátions. Rendimento de grãos. Balanço nutricional.

5.2 Abstract

CATION BALANCE IN THE EXCHANGE COMPLEX AFFECTED BY THE ISOLATED OR COMBINED APPLICATION OF LIME, GYPSUM AND POTASSIUM FERTILIZATION AND ITS EFFECTS ON NUTRITION AND PRODUCTIVITY IN SOYBEAN AND WHEAT

This study aimed to investigate the effects of Ca and K sources on cation balance and soil saturation, as well as evaluate the influence of these relations on soybean and wheat productivity in a high clay content dystrophic Red Oxisols, in Rio Grande de Sul. The experiment was performed in a commercial area in Estrela Velha city, located in the central region of RS. The treatments were arranged in subplots with three repetitions. The eight treatments were constituted by: two lime doses + gypsum (0 + 0 and 5.5 + 3.0 Mg ha⁻¹) combined with four potassium chloride (0, 0.16, 0.33 and 0.66 Mg ha⁻¹). The soil was evaluated at three times (initial characterization, 9 and 16 months) and analyzed at seven depths (0-0.05; 0.05-0.10; 0-0.10; 0-0.20; 0.10-0.20; 0.20-0.40; 0.40-0.60 m). Soybean foliar tissue was analyzed for nutrient content and productivity was evaluated for soybean (2012/13 and 2013/14) and wheat (2013). The benefits of lime plus gypsum were identified by the addition of Ca and Mg to deeper layers. For the 0- 0.10 layer, Ca, Mg, K and V% had an increase of 30%. The reaction Ca/Mg was not unbalanced due to Ca addition, seen that both cations leached in the profile. The leaching of K was not observed, even for the treatment with doses of gypsum and higher potassium chloride. Pearson's correlation was satisfactory to select the soil and plant factors that had a positive or negative influence in crop productivity. The Ca rate presented positive correlation for both soybean crop years, with R² higher than 42%.

Key words: Cation balance. Grain yield. Nutritional balance.

5.3 Introdução

A soja tem se destacado, atualmente, como a cultura com maior área plantada nos estados do sul do Brasil. Só na safra de 2013/14, foram cultivados 10,5 milhões de hectares (ha) (IBGE, 2014). Com esse aumento, também cresce a

necessidade de maximizar a produtividade e conseqüentemente o lucro, em contra partida aos aumentos dos custos de produção: valorização da terra, máquinas, insumos, entre outros.

A produtividade desejada requer certos fatores, sendo que alguns desses são dependentes do manejo do solo, tais como: a escolha da cultivar mais adequada, época de plantio, correto manejo do solo e tratos culturais. No entanto, alguns fatores são independentes, como a precipitação, temperatura e luminosidade. Levando em conta esses aspectos a adequada interação entre a planta, o manejo e o ambiente produtivo, propiciam a obtenção de elevadas produtividades das culturas (WATANABE et al., 2005). Segundo Sagata et al. (2009) o desenvolvimento de novas cultivares de soja tem sido fundamental, pois esses materiais devem garantir o aumento da produtividade, a estabilidade da produção e a adaptação às variações ambientais de cada região.

O sistema de manejo predominante adotado para a cultura da soja no sul do país é o Sistema Plantio Direto (SPD), técnica que preserva o solo e reduz o decréscimo de sua qualidade associado ao processo erosivo (COGO et al., 2003). Além da proteção, o SPD geralmente aumenta o teor de matéria orgânica presente no solo (BAYER et al., 2011), principalmente nos locais onde o sistema é bem manejado e estabelecido de 10 a 20 anos (SPD consolidado). No SPD consolidado ocorre maior acúmulo de palha que associa-se ao acréscimo de Carbono – elevação da CTC, a mineralização de nitrogênio é maior que a imobilização, ocorrendo maior ciclagem de nutrientes (SÁ et al. 2004).

Em sistemas de cultivo intensivo de soja ou milho (no verão) e trigo, cevada ou plantas de cobertura (no inverno), ocorrem elevada extração de nutrientes, a partir da exportação de grãos. A cultura da soja, ao produzir $4,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de grãos, exporta cerca de 245, 55, 25, 24,11 e 10 kg ha^{-1} de nitrogênio (N), potássio (K), enxofre (S), fósforo (P), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), respectivamente (KURIHARA, 2013). A determinação dos teores dos nutrientes do solo é necessária, a fim de definir se as adubações não estão sendo realizadas em demasia ou brandas de modo que solos férteis passem a apresentar desequilíbrios entre os nutrientes.

As relações entre os nutrientes Ca, Mg e K têm sido citadas como importantes, pois, dependendo do desequilíbrio, podem limitar a produtividade (ROSOLEM et al., 2005; NOGARA NETO et al., 2011; ESCOSTEGUY, 2012; SANTI et al., 2012). Tal preocupação ocorre porque esses cátions competem por sítios de

absorção de nutrientes na superfície radicular das plantas. Os nutrientes dividem o mesmo transportador, o transporte intermembrana, que insere os nutrientes na célula. Se algum deles estiver em teor demasiadamente elevado em relação aos demais poderá ocasionar a deficiência (BÜLL, 1993; MARCHNER, 1995). O Ca e o Mg estão presentes em maior quantidade nas formas trocáveis e na solução do solo, sendo a atividade do K influenciada pelos teores desses dois cátions, pela concentração de solutos e pelo teor de água disponível no solo (RAIJ, 2011).

A nutrição deficiente de K ocasiona o inadequado funcionamento de várias enzimas, reduz a FBN (fixação biológica de nitrogênio), a taxa de fotossíntese e a translocação de açúcares, além de causar problemas na regulação osmótica responsável pelo uso eficiente de água (MALAVOLTA, 2006). Também são observadas questões relacionadas a resistência ao estresse, pragas, doenças e acamamento. Relações Ca/Mg, (Ca + Mg)/K, Ca/K, Mg/K são citadas como importantes para nutrição da soja, pois quando há aumento da disponibilidade de Ca e Mg em relação ao K gerado pela calagem ou gessagem, a absorção de K pode ser reduzida devido a competição entre os cátions (MASCARENHAS et al., 2000). Bear & Toth (1948), uns dos primeiros autores a relatarem a participação dos cátions no complexo de troca, sustentaram que a soma de bases deveria ser de 80%, constituindo-se por saturações de Ca (65%), Mg (10%), K (5%) e 20% de H. Trabalhos sobre as relações e níveis de saturação são escassos para a soja, com já relatado por Fageria (2001) no cerrado.

O equilíbrio de bases avaliando a nutrição do milho, conduzido no Paraná, utilizando as ferramentas da agricultura de precisão, reportou que a menor produtividade se correlacionou com níveis baixos de saturação de mg (Mg%), relação Mg/K e alta relação Ca/Mg (NOGARA NETO et al., 2011). Ainda para a cultura do milho, os atributos de solo e teores foliares que mais influenciaram a produtividade foram Ca, Mg e K e suas relações, observando o desbalanço em locais com altos teores de K (SHIRATSUCHI et al., 2007).

Watanabe et al. (2005) concluíram que o equilíbrio da saturação por bases aliado a redução da população de plantas produziu melhores produtividades e proporcionou o aumento da lucratividade no cultivo da soja. Já Escosteguy (2012) relatou deficiência de K nas plantas, mesmo em solos com teores do nutriente acima do crítico, sendo observado esse fato com frequência em lavouras de soja do RS.

Este trabalho teve como objetivo investigar o efeito de fontes de Ca e K sobre as relações de bases e saturações do solo, avaliar a influência destas relações sobre a produtividade das culturas soja e trigo em um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura muito argilosa no Rio Grande do Sul.

5.4 Material e Métodos

Este estudo foi conduzido em uma área agrícola destinada a produção de grãos no município de Estrela Velha – RS (lat.-29,206672°, long. -53,188621°), região que está à 365m de altitude média em relação ao nível do mar. O clima é classificado como subtropical úmido Cfa (Köppen, 1948), com períodos de déficit hídrico frequentes no período de verão e outono.

As variáveis meteorológicas regionais (Júlio de Castilhos – RS, distante 60 km da área experimental) apresentam precipitação média anual de 1678 mm, e a temperatura média anual é de 18,5°C, com mínimas de 8,8°C no inverno e máximas de 28,4 °C no verão (CEMETRS, 2014). Os registros de precipitação no período de condução do experimento são apresentados na Figura 1, sendo os mesmos disponibilizados pelo Sistema AgroDetecta (BASF® Brasil e Fundação ABC). O solo é classificado como um Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006), com relevo suave ondulado de textura muito argilosa.

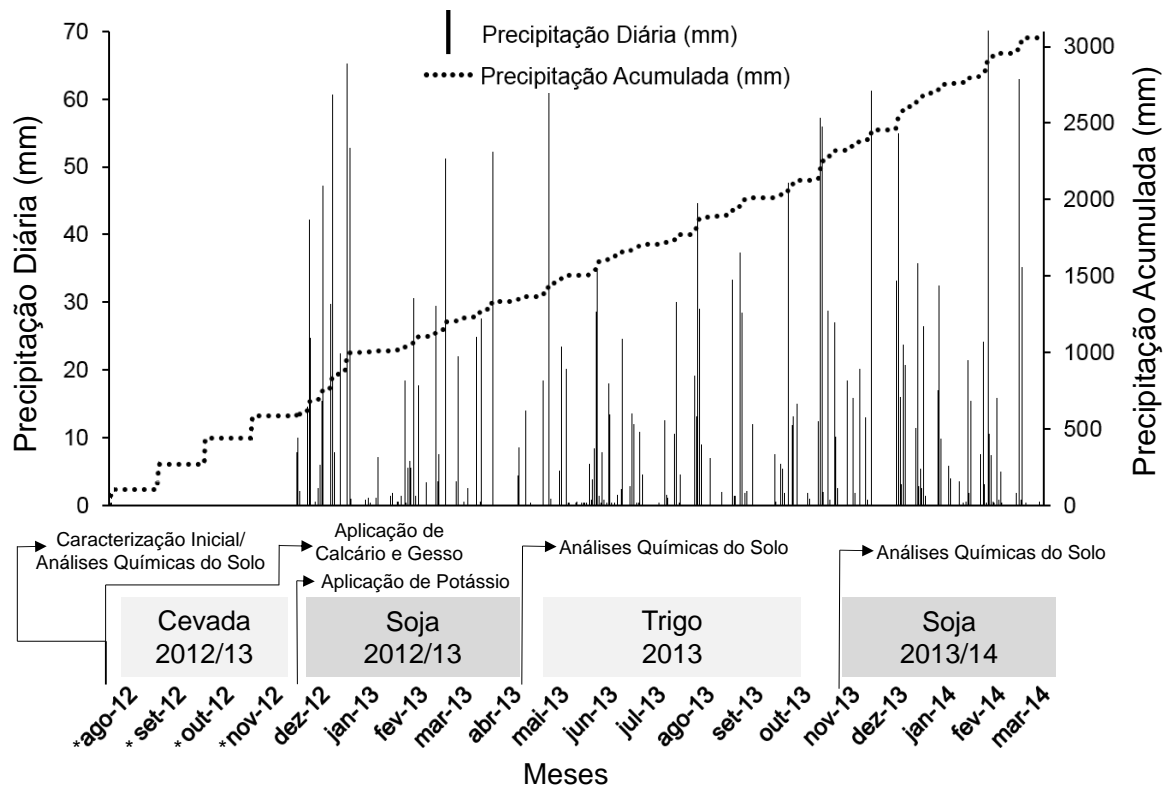


Figura 1 – Distribuição pluviométrica diária e acumulada no período experimental, e ordem coletas de solo para análises químicas do solo, culturas e intervenções realizadas no experimento. * agosto a novembro, apenas o acumulado mensal da precipitação. Estrela Velha, RS.

A área experimental é manejada sob SPD há aproximadamente 20 anos. Anteriormente o local era manejado com pecuária extensiva sob campo nativo e a área recebia quantidades limitadas de corretivos e fertilizantes. Quando convertido para a produção de grãos, ocorreu a transição direta para o SPD. Nesse período de plantio direto não ocorreram intervenções para correção do pH. Eram realizadas apenas adubações de fertilizantes formulados no sulco de plantio. As rotações de culturas foram introduzidas com culturas de inverno: aveia, canola, cevada, trigo; e com culturas de verão: milho e soja.

O estudo foi conduzido em delineamento de parcelas sub divididas com três medidas repetidas na sub parcela. As parcelas experimentais foram dimensionadas em 10 m X 40 m, totalizando 400 m². Os tratamentos foram doses de calcário combinadas com doses de gesso agrícola e cloreto de potássio (Tabela 1).

Utilizou-se calcário calcítico (CaO 45%, 1,5% Mg e PRNT 80%) nas doses de 0 e 5,5 Mg ha⁻¹. A dose foi determinada pelo índice SMP da camada 0 – 0,10 m para o intervalo entre o pH desejado 6, seguindo a recomendação de metade da dose

aplicada para SPD consolidado (CQFS-RS/SC, 2004). As doses estabelecidas foram em função da análise de solo referência, que havia sido analisada em março de 2012 para camada de 0-0,15 m, a qual possuía teores de argila (500 g kg^{-1}) e índice SMP (5,1) necessários para recomendação de calcário e gesso. A aplicação de calcário foi combinada com a dose de gesso de $3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, estabelecidas pela recomendação do Estado de São Paulo ($\text{NG}=6 \times \text{argila} (\text{g kg}^{-1})$), seguindo os critérios para aplicação pelo teor de Ca inferior a $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e saturação por Al (m%) maior que 40% para a camada de 0,20 – 0,40 m (RAIJ et al., 1996).

Tabela 1 – Doses dos insumos aplicados.

Tratamento	Insumo kg ha^{-1}			Nutriente adicionado (kg ha^{-1})				
	Calcário ¹	Gesso ²	Potássio ³	Ca	Mg	S	K ⁴	P ⁵
T 0 a	0	0	0	0	0	0	0	0
T 0 b	0	0	167	0	0	0	100	0
T 0 c	0	0	333	0	0	0	200	0
T 0 d	0	0	667	0	0	0	400	0
T 1 a	5500	3000	0	3056	83	508	0	24
T 1 b	5500	3000	167	3056	83	508	100	24
T 1 c	5500	3000	333	3056	83	508	200	24
T 1 d	5500	3000	667	3056	83	508	400	24

¹Calcário calcítico (45% Ca, PRNT 80%), ²Gesso Agrícola (19,35% Ca, 16,93% S e 0,8% P), ³Cloreto de potássio (60% K₂O), ⁴K₂O ⁵P₂O₅.

Foram coletadas amostras de solo estratificadas de cada parcela nas camadas de 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,40; 0,40-0,60 m de profundidade do solo, para realização das análises químicas de acordo com Tedesco et al. (1995). As amostragens ocorreram em três períodos: a primeira, com o intuito da caracterização inicial da área ocorreu em agosto de 2012, e as coletas subsequentes após 9 e 16 meses da coleta inicial. As amostras foram secas em estufa de aeração forçada a 65°C até estabilização do peso e depois foram moídas e peneiradas em malha de 2 mm. Em seguida, foram realizadas as determinações dos teores de Argila, Al, Ca, K, M.O., Mg, P, pH, S e SMP. A caracterização inicial dos atributos químicos do solo está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Teores médios dos atributos químicos do solo estratificados e o erro padrão, referentes caracterização inicial da área. Estrela Velha, RS.

Profundidade m	pH H ₂ O	SMP	Al ⁽¹⁾	Ca ⁽²⁾	Mg ⁽³⁾	Ca/Mg ⁽⁴⁾	CTC _{pH7,0} ⁽⁵⁾	K ⁽⁶⁾	P ⁽⁷⁾	S ⁽⁸⁾	m ⁽⁹⁾	V ⁽¹⁰⁾	Argila	MOS ⁽¹¹⁾
			----- cmol _c dm ⁻³ -----					--- mg dm ⁻³ ---			--- % ---		--- g kg ⁻¹ ---	
0,00-0,05	4,8	5,3	1,3	4,7	1,6	3,0	16,5	260,0	67,5	6,6	15,4	42,9	586,9	55,2
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,3	11,2	5,0	0,2	1,4	1,4	12,2	0,8
0,05-0,10	4,6	5,2	2,1	3,9	1,4	2,9	17,0	148,4	40,6	5,3	28,4	33,6	706,4	35,4
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	8,1	5,0	0,2	1,8	1,8	8,4	0,7
0,10-0,20	4,6	5,2	2,5	2,8	1,2	2,4	15,8	101,1	17,8	4,7	37,6	27,8	758,3	24,0
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	6,2	1,8	0,2	3,0	2,2	10,7	-
0,20-0,40	4,5	5,1	3,3	2,4	1,0	2,0	16,4	64,1	9,4	10,0	52,1	19,6	808,5	11,0
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	4,9	1,3	1,2	2,4	1,6	10,1	-
0,40-0,60	4,5	5,1	3,6	1,5	0,8	1,9	15,8	44,1	7,5	9,3	59,3	16,3	863,7	3,5
Erro ⁽¹²⁾	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	3,2	1,1	1,3	1,7	1,1	10,3	-
Erro total ⁽¹³⁾	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	0,1	0,2	7,7	2,6	0,4	0,1	1,1	9,1	2,0

⁽¹⁾Alumínio; ⁽²⁾Cálcio; ⁽³⁾Magnésio; ⁽⁴⁾Relação Ca/Mg; ⁽⁵⁾CTC_{pH7,0}; ⁽⁶⁾Potássio; ⁽⁷⁾Fósforo; ⁽⁸⁾Enxofre; ⁽⁹⁾Saturação por Alumínio CTC efetiva; ⁽¹⁰⁾Saturação por bases; ⁽¹¹⁾Matéria Orgânica; ⁽¹²⁾Erro padrão; ⁽¹³⁾Erro padrão total.

A cultura antecessora ao período avaliado era a cevada (*Hordeum vulgare* sp. vulgare). Durante os anos 2012/13 e 2013/14, foi cultivada a soja [*Glycine max* (L.) Merrill] na área do experimento. A primeira safra foi semeada em 28 de novembro de 2012 com a utilização da cultivar Ativa (Brasmax). No ano seguinte, a oleaginosa foi semeada em 23 de novembro de 2013 com a cultivar 5909 (Nidera). As adubações formuladas aplicadas no sulco de semeadura foram idênticas em suas quantidades (300 kg ha⁻¹) e distintas nas formulações 0-25-25 e 2-30-10 NPK (nitrogênio, fósforo e potássio), primeira e segunda safra, respectivamente. A segunda safra foi complementada com a adição via distribuição a lanço de 120 kg ha⁻¹ de KCl (cloreto de potássio (60% K₂O)). As aplicações no sulco resultaram em um total de 75 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para primeira e a segunda; e de 90 e 102 kg ha⁻¹ para K₂O, na primeira e segunda safra, respectivamente.

As fertilizações ocorreram de acordo com a expectativa e o histórico da produtividade 3600 kg ha⁻¹, exportando em grãos 54 e 85 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, respectivamente (CQFS-RS/SC, 2004). Em relação à exportação de nutrientes via colheita, na primeira e segunda safra de soja foram adicionados fertilizantes acima da quantidade exportada.

O espaçamento da soja nos dois anos foi de 0,5m entre linhas, com uma média de 18 plantas por metro, resultando em um estande de plantas de 360 mil plantas ha⁻¹. Os tratos culturais foram os mesmos durante os dois anos investigados.

A coleta de amostra do tecido foliar ocorreu no período do florescimento, de acordo com a metodologia proposta por CQFS-RS/SC (2004), coletadas folhas com pecíolo, no terço superior de 30 plantas. Foram determinados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), analisados de acordo com a metodologia proposta por Tedesco (1995).

A cultura do Trigo (*Triticum aestivum* L.) desenvolveu-se na safra de inverno de 2013. Seu plantio ocorreu no dia 5 de julho e a colheita em 18 de novembro. O espaçamento entre plantas de 0,2 m entre linhas juntamente com uma média de 60 plantas por metro resultou em um estande de plantas de 300 plantas m⁻². A fertilização empregada foi de DAP (fosfato diamônio) 200 kg ha⁻¹ com adição de uréia em cobertura, parcelada em duas aplicações de 80 kg ha⁻¹ para a cultivar FUNDACEP 52.

A determinação da produtividade através da colheita manual das safras agrícolas ocorreu com a coleta de 2 metros lineares em cada parcela, constituindo duas fileiras paralelas para soja e cinco para o trigo, totalizando 2 m² por parcela. A umidade foi corrigida para 13% e os resultados de produtividade transformados para kg ha⁻¹.

Os dados para cada variável dependente (parâmetros químicos do solo e foliar da cultura) foram analisados através de todas as coletas usando medidas repetidas por meio da ANOVA de modelos lineares mistos, pelo Método de Máxima Verossimilhança Restrita (REML) usando o procedimento PROC MIXED no SAS v9.1 (SAS Institute Inc., USA), para estudar o efeito dos tratamentos, calcário + gesso, doses de potássio, época de amostragem e interações entre tratamentos e épocas de amostragem. Quando o efeito dos tratamentos foi significativo ($P \leq 0,05$), a significância da diferença entre as médias dos tratamentos foi determinada usando o método de comparação múltipla de Tukey ($P \leq 0,05$). A normalidade dos dados foi testada usando o procedimento PROC UNIVARIATE. Parâmetros que não estavam distribuídos normalmente foram transformados pelo método de Box-Cox (Box e Cox, 1964).

Para utilização das regressões e matrizes foram utilizadas as camadas de solo 0-0,10 e 0,020m, pelo fato dessas camadas possuírem a maior porcentagem dos nutrientes do perfil do solo. Os fatores foram compostos pelos dados químicos dos nutrientes e suas relações como S, pH, Ca, Mg, K, %Ca, %Mg, %K, P, Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, (Ca + Mg)/K, V%, Al, m%. Para safra de soja 2012/2013 e trigo 2013

foram utilizados dados da Coleta 9, enquanto a soja 2013/14 os dados da coleta 16, pois são a coleta de solo mais próxima ao desenvolvimento da cultura.

Os dados de produtividade foram analisados pela regressão múltipla, método de Stepwise utilizando os fatores do solo. O grau de significância para o teste F foi de 15% de probabilidade para a inclusão das variáveis no modelo. Também foi realizada a análise de regressão e o nível de significância entre: produtividade e teor foliar, e teor foliar e atributos químicos.

Com os valores dos 32 (fatores) atributos químicos do solo foram elaboradas matrizes para determinar possíveis relações entre as variáveis (atributos e produtividade da soja e trigo). Após, realizou-se a correlação linear de Pearson, sendo utilizado o teste “t” (5% de probabilidade) para avaliar a significância do coeficiente de correlação. Para os parâmetros que mostraram uma correlação significativa, foram criados gráficos de dispersão com a equação linear que melhor ajusta a correlação, com banda de confiança de 95%.

5.5 Resultados e discussão

5.5.1 Caracterização inicial da área

A comparação de média dos dados e o nível de significância são apresentados nos Apêndices do trabalho, a ANOVA é apresentada no Apêndice A. o local do experimento possuía atributos químicos do solo inferiores aos limites críticos para pH, S, e V%, possuindo elevada saturação por alumínio (índice m%). Já os teores de Ca, Mg, P e K estavam superiores ao limite estabelecido pela CQFS-RS/SC (2004). Os teores de matéria orgânica (MO) são elevados na superfície do solo, sendo reduzidos à medida que o perfil se aprofunda. O teor de argila, com média de 780 g kg^{-1} para as camadas analisadas, foi classificado como muito argiloso (EMBRAPA, 2006).

O pH da área encontrava-se muito baixo em virtude da não utilização de corretivos no período de manejo com SPD. O perfil apresentava valor médio de 4,6, 4,5 na camada mais profunda e 4,8 em superfície, sendo recomendado para essa camada superficial valores próximos de 5,5 a 6,0 (CQFS-RS/SC, 2004). Portanto, a área apresentava alta probabilidade de resposta ao calcário e também ao gesso (CAIRES, 2012; DALLA NORA & AMADO, 2013).

No tratamento testemunha, sem dose de nenhum corretivo ou fertilizante, o pH estava abaixo de 5 em todas as camadas investigadas, alterando a disponibilidade de vários nutrientes como: cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio, enxofre, boro, fósforo, molibdênio e cloro (MALAVOLTA, 1976). O pH influi na atividade do Al de tal maneira que sob pH abaixo de 5,5 ocorre a presença de Al^{3+} tóxico às plantas. Com a elevação do pH, a atividade do Al^{3+} se reduz gerando formas menos tóxicas ($\text{Al}(\text{OH})_2^+$) e não tóxicas ($\text{Al}(\text{OH})_3^0$) (SOUSA et al. 2007).

De acordo com a CQFS-RS/SC (2004) a dose de calcário recomendada, observando o SMP e PRNT 100%, é de $9,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ para pH 6,0. Já para o SPD a comissão recomenda metade da dose, no entanto foi necessário corrigir o PRNT em 20%. Assim, foi determinada uma dose de calcário de $5,5 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Para o gesso Raij et al. (1996) indicam as condições em que o solo deve estar para apresentar resposta ao condicionador: Ca inferior a $4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e valor de m acima de 40% para as camadas sub superficiais (0,20-0,40 m).

As relações Ca/Mg presentes na camada superficial variavam de 1,65 a 5,43. Enquanto a relação Ca/K varia de 4,77 a 12,46, a relação Mg/K tem valores entre 1,77 a 3,20. Trabalhos apontam que elas apresentaram correlação com os resultados encontrados, tais como Nogara Neto et al. (2011), Escosteguy (2012) e Santi et al. (2012).

5.5.2 Alterações das relações de bases no complexo de troca do solo

As doses de calcário aplicadas com o gesso, juntamente com as doses de cloreto de potássio, adicionaram os nutrientes Ca, Mg, S, P e K. As relações Ca/Mg, Ca/K, Mg/K e $(\text{Ca} + \text{Mg})/\text{K}$ e as saturações de Ca, Mg e K serão apresentadas, com foco principalmente para os primeiros 0,20 m, por ser a principal camada responsável por ofertar esses nutrientes à nutrição das plantas anuais.

Ao analisar o efeito dos tratamentos sobre as relações de bases no complexo de troca do solo, constatou-se alterações das relações, tanto na camada superficial, como subsuperficial. Assim, na camada de solo recomendada para o SPD (0-0,10 m), a relação Ca/Mg (Apêndice M) apresentou elevação para os tratamentos que receberam calcário + gesso, tanto pela interação simples dos fatores como para a interação no tempo. Os tratamentos com as doses dos corretivos (calcário + gesso),

como fator isolado, elevou os teores para camada de 0-0,10 em 12%, enquanto a camada de 0-0,20, em 10%.

Para camada superficial 0-0,10m a relação apresentou influência dos fatores calcário + gesso X tempo. Logo era esperado alteração e elevação da relação Ca/Mg devido a adição de Ca, contrariamente na coleta 9 houve pequena redução. No tempo 1 e 16, não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos com doses de Ca, possivelmente em decorrência do Ca descido a camadas inferiores do solo.

As relações estiveram de acordo com as recomendações da CQFS RS/SC (2004), a qual indica que os solos do RS normalmente apresentam relação Ca/Mg de 1:1 até 5:1. Segundo a CQFS RS/SC (2004), uma relação mais ampla, variando de 0,5 até 10:1, não apresenta efeitos negativos na nutrição da cultura, desde que nenhum destes nutrientes esteja abaixo do nível crítico.

Quando a relação Ca/Mg é superior a 10:1 pode ocasionar um desequilíbrio nutricional na planta e conseqüentemente redução da produção da cultura. Salvador et al.(2011) avaliaram a relação Ca/Mg do solo e foliar para a soja, e relatam que a medida que Ca aumenta no solo, eleva-se também nos teores foliares, enquanto o teor de Mg se reduz.

Para a relação Ca/K no solo (Apêndice N), verifica-se que a interação esperada entre as duas fontes não foi significativa, conforme é apresentado no Apêndice A (ANOVA). Com isso a análise se restringe a observação dos fatores isolados e suas alterações no tempo. A resposta aos tratamentos aplicados é percebida pelo aumento crescente em profundidade na amplitude desta relação, devido a lixiviação de Ca que se liga ao sulfato (sulfato de cálcio) (DIAS, 1992; SOUSA, 2005; CAIRES, 2012). Há também a formação do sulfato de potássio, sendo esse nutriente carregado para camadas inferiores em menor proporção que o Ca. Também por não haver diferença nas camadas de 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m entre os tratamentos que receberam 0,1 e 0,4 Mg ha⁻¹ de K₂O, no efeito isolado das doses de potássio.

Escosteguy (2012) em seu trabalho apresenta plantas de soja deficientes em K, mesmo em solo com teores acima do crítico, apresentando ampla variação da relação Ca/K de 10,7 a 28,7 para camada diagnóstica. Para que essa relação esteja equilibrada, a recomendação no estado de São Paulo, varia de 8 a 16 (MALAVOLTA, 2006). No presente estudo a relação Ca/K para as camadas e

coletas apresenta média menor que as citadas pelos autores, 9,1, 7,3 e 7,4 coletas 1, 9 e 16 meses (0-0,10 m), e 10,5, 8,28 e 9,14 coletas 1, 9 e 16 meses (0-0,20 m). Essas médias apresentaram desvio padrão de 2,4, 2,2 e 2,5 (0-0,10 m), 3,8, 3,3 e 2,9 (0-0,20 m) para as coletas 1, 9 e 16 meses, respectivamente.

A relação Mg/K (Apêndice O) ficou mais estreita transcorridos 9 e 16 meses da aplicação dos tratamentos, devido a pequena adição de Mg e a doses variáveis de K. A quantidade adicionada de Mg foi de 83 kg ha^{-1} , em razão do calcário ser do tipo calcítico e possuir pequena quantidade de Mg na sua constituição. Para camada de solo 0-0,10, a diferença estatística pelos fatores potássio X tempo mostraram que as doses de K influenciaram essa relação. Tratamentos de dose zero de K possuem em média a relação 36% superior.

Para camada de solo 0-0,20, 0,10-0,20 e 0,40-0,60 m a relação Mg/K foi a que apresentou diferença estatística para interação dos três fatores. Entre todos as análises de teores e relações do trabalho, apenas Mg/K apresentou significância nessas interações, ANOVA Apêndice A.

Devido a interação do fator K na camada 0-0,20 m, ocorrem as menores relações em consequência da adição das doses cloreto de potássio. O tratamento "Ca 0,0, K 0,1 e tempo 16" e "Ca 0,0, K 0,4 e tempo 16" apresentaram redução de 37 e 45% em relação a coleta 1. Enquanto os tratamentos com doses de calcário + gesso "Ca 0,3, K 0,1 e tempo 16" e "Ca 0,0, K 0,4 e tempo 9" reduziram-se 19 e 29%. As reduções inferiores da relação em que foi adicionado calcário pode ser atribuída ao teor de Mg adicionado juntamente com a calagem.

Quando observado a interação de dois fatores calcário + gesso X tempo, ou dos três fatores juntamente com as profundidades do perfil analisadas, os tratamentos que receberam as doses de Ca (calcário + gesso) apresentam elevação da relação na última camada, 0,40-0,60, devido a lixiviação do Mg no perfil ser superior a ocorrida pelo K. Esses resultados vão de acordo com Dias (1992) que atribui a lixiviação do Mg à formação do complexo do par iônico neutro MgSO_4 , sendo o gesso responsável pela adição do sulfato ao solo, possuindo alta solubilidade em água. Mascarenhas et al. (2004) propuseram que a relação deveria estar no intervalo de 3 a 6 em solos paranaenses utilizados para cultivar soja. Observando essa faixa ideal 62% dos pontos se enquadram nessa faixa, enquanto os outros 38% são menores que 3 para a camada de solo 0-0,20 m.

Para a relação $(Ca + Mg)/K$, foi verificado a interação dos fatores potássio X tempo para camada de 0-0,10 m, onde ocorre a redução na camada superficial e o aumento da relação em profundidade (Apêndice P). A relação média para a camada 0-0,10 foi de 12,26, 9,87 e 9,91 $(Ca + Mg)/K$ para as coletas 1, 9 e 16, enquanto a maior redução nesta camada ocorre no tratamento de maior dose de potássio, 35% relativo a diferença entre a coleta 1 e 16.

Na coleta aos 16 meses ocorreu aumento em profundidade devido ao movimento de bases no perfil. Como os nutrientes Ca e Mg são carregados quando formam o par iônico com o sulfato, lixiviam no perfil. Em decorrência da alta CTC, MOS e argila, fatores que dificultam a percolação de K no perfil (AMADO et al., 2006), tais características presentes no local do experimento dificultam a descida de K no perfil.

Pela adição de Ca e K e o movimento dos nutrientes no perfil, as alterações na relação diferenciaram-se estatisticamente e não apresentaram elevação da relação nos tratamentos que receberam as doses de calcário + gesso. Mascarenhas et al. (2000) reportaram que a maior produtividade foi alcançada na relação $(Ca + Mg)/K$ na faixa de 23 a 31. Já Escosteguy (2012) estabelece uma faixa mais ampla como ideal, variando de 17 a 35. O atual trabalho apresenta variação de 5,9 a 15,7 para coleta 9. Após 16 meses essa variação ocorre de 5,4 a 16,9 na camada de 0-0,10. À medida que o perfil se aprofunda (0-0,20 m) essas relações variam de 6,4 a 27,9 para 9 meses e 5,9 a 19,5 em 16 meses, após adição dos corretivos e fertilizantes.

Com isso, a hipótese de desequilíbrio nas relações pela aplicação de calcário combinado com gesso não ocorre mesmo após a distribuição dos corretivos, devido a mobilidade do Ca e Mg no perfil junto com o Sulfato. Assim, a nutrição não será prejudicada pois os teores de Ca, Mg e K ficaram acima do crítico (CQFS RS/SC, 2004), mantendo-os em níveis adequados na camada diagnóstica (0-0,10 m) e elevando em subsuperfície, facilitando a capacidade das plantas em buscar água.

De acordo com Oliveira et al. (2001) a relação $(Ca + Mg)/K$ ideal para a nutrição e produção das plantas deve estar na faixa de 20 a 30. Quando superior a 30, é evidenciado desbalanço na nutrição da soja expressa pela deficiência de K. Para a camada 0-0,10 m nenhum dos tratamentos atingiu valor superior a 30, mantendo-se dentro da faixa ideal. Para alguns tratamentos a camada de solo de

0,20 a 0,60 m possui relação superior a 30, sendo que a esta profundidade a relação provavelmente seja menos importante para nutrição das plantas.

A observação dos teores de Ca, Mg e K na saturação representa importante ferramenta para identificar o nível de fertilidade do solo. Existem faixas pré-estabelecidas que determinam o bom desenvolvimento da cultura da soja. Vitti & Trevisan (2000) determinam faixas de acordo com a saturação por bases, variando de 50 a 70%. Os mesmos autores recomendam para V% de 50% o valor de 35% da saturação de Ca e quando elevar a V% (70%), a %Ca deve ser 48%. No presente trabalho as saturações para camada de 0-0,10 m encontravam-se baixas na coleta 1, a V% apresentava valores na faixa de 24 a 50%, enquanto para Ca% valores vão de 16 a 32%, inferiores ao recomendado pelos autores. Já Malavolta (2006) estabelece valores sem correlacionar com a saturação por bases. Para ele, os valores de Ca devem estar entre 40 a 50% da saturação.

De acordo com a classificação de Vitti & Trevisan (2000) e Malavolta (2006) a %Ca mínima seria 35%. O valor dos pontos da primeira coleta são, na sua totalidade, inferiores a esse valor. Após as intervenções realizadas, a faixa das saturações após 16 meses se eleva, ocorrendo variação de 17 a 54% para a camada diagnóstica (0-0,10 m). Os valores da comparação de médias (Apêndice Q), a diferença significativa para camada diagnóstica ocorre pela interação entre as doses de Ca X tempo. A média dos tratamentos que receberam $3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de Ca após 9 e 16 meses, se elevam em 29 e 33% da saturação, respectivamente. Essa porcentagem de aumento foi suficiente para que a saturação se elevasse, chegando a valores mínimos que haviam sido estabelecidos de 36,6 (coleta 9) e 37,7 (coleta 16).

Para Vitti & Trevisan (2000) a saturação de mg deve ser de 11 a 16%. Já para Malavolta (2006) de 10 a 15%. Novamente eles apresentam faixas muito semelhantes. Os valores expostos no Apêndice R apresentam suficiência para camada diagnóstica de 0-0,10 m, os mesmos estabelecidos pelos autores para os tratamentos que receberam as doses de calcário + gesso após 9 e 16 meses. A interação ocorreu pelas doses de Calcário + gesso X tempo e após a segunda coleta os valores da %Mg se elevaram em 37%. Os valores na última coleta se reduziram em 1,7%, não suficiente para se diferenciar pelo teste de Tukey entre a coleta 9 e 16.

Para saturação por potássio os dados do presente trabalho apresentaram evolução em todos os tratamentos em virtude das doses de K_2O (Apêndice S). Malavolta (2006) recomenda que a saturação por potássio deva estar na faixa de 3 a 5%. A interação entre as doses de potássio X tempo são as mais importantes frente a %K, a observação das camadas 0-0,05 e 0-0,10m e as modificações e elevação dos valores de acordo com a dose de K recebida por tratamento. Para camada de 0-0,10m, última coleta, todos os tratamentos estão dentro da faixa recomendada.

Essa elevação pode ser atribuída ao aumento do pH SMP, o qual determina a acidez potencial ($H + Al$) (CQFS RS/SC, 2004), uma vez que compõe a equação do cálculo da saturação.

Em relação a m%, os valores iniciais estavam acima do indicado na CQFS RS/SC (2004), a qual recomenda para camada de 0-0,10m valores inferiores a 10%. Os dados apresentados no Apêndice C evidenciam a redução dos teores de alumínio para a camada diagnóstica, os quais receberam as doses de calcário + gesso. A interação significativa da dose do corretivo X tempo para camada de 0-0,10m, resulta na redução de 52% da saturação por alumínio após 16 meses.

A evolução do fator isolado calcário + gesso, apresenta redução de 46% para camada de 0-0,05m, 22% para camada de 0-0,10m e 12% para 0,20-0,40m da saturação por Al.

5.5.3 Nutrição da soja e produtividade das culturas

Os teores foliares de N, P, K, Ca e Mg e suas relações Ca/Mg, $(Ca + Mg)/K$, Ca/K e Mg/K (Apêndice K e L), apresentam diferenças significativas entre os tratamentos para as duas safras de soja como visto anteriormente na ANOVA (Apêndice B). De acordo com os valores recomendados pela CQFS RS/SC (2004) os quais são para Ca entre 0,4 e 2%, para magnésio 0,3 a 1% e para K entre 1,7 a 2,5%, as plantas de soja no experimento em questão estão suficientes em Ca e Mg e os teores de K inferiores ao indicado para as duas safras (Tabela 3). De acordo com Malavolta (2006) a absorção de K está sempre na dependência da relação Ca/K, podendo explicar o baixo teor de K foliar. Oliveira et al. (2001) também observaram o antagonismo entre Ca e K. Os teores de K de 1,21% na primeira safra reduziram-se a na segunda, chegando a 0,99%, resultado que está abaixo do

indicado por Scherer (1998), o qual recomenda níveis foliares acima de 1,4% para cultura da soja obter 90% do teto produtivo.

Tabela 3 – Teor médio dos nutrientes foliares. Estrela Velha, RS.

	N ¹	P ²	K ³	Ca ⁴	Mg ⁵	Ca/Mg ⁶	(Ca+Mg)/K ⁷	Ca/K ⁸	Mg/K ⁹
Soja 2012/13	4,33	0,12	1,21	1,27	1,29	0,99	2,12	0,11	0,11
Soja 2013/14	3,62	0,17	0,99	1,86	1,28	1,46	3,18	0,19	0,13

¹Nitrogênio (%); ²Fósforo (%); ³Potássio (%); ⁴Cálcio (%); ⁵Magnésio (%); ⁶Relação cálcio/magnésio; ⁷Relação (cálcio + magnésio)/ potássio; ⁸Relação Cálcio/potássio; ⁹Relação magnésio/potássio.

Para os teores de N e P a CQFS RS/SC (2004) indica os valores de 4,5 a 5,5% de N e para P 0,26 a 0,5%. Quando observado os valores médios para as duas safras os nutrientes N e P estão menores que o indicado.

Mesmo com adição de 3 Mg ha⁻¹ a absorção das plantas tanto para Ca, Mg ou Ca/Mg não se diferenciou, acreditando-se que não houve o comprometimento da nutrição da cultura que se desenvolveu logo após a aplicação das doses de calcário + gesso. Já para segunda safra ficou evidente pelo teste de Tukey que a adição de calcário e gesso beneficiaram a absorção de Ca, conseqüentemente maior relação Ca/Mg nos tecidos das plantas, como observado na safra 2013/14 (Apêndice L). O sistema de absorção dos nutrientes que a planta possui é o mesmo para Ca, Mg e K, ou seja, o sistema de transporte intermembrana, onde as células absorvem K por seletividade (MARSCHENER, 1995; ROSOLLEM, 2005; MALAVOLTA, 2006).

A safra 2012/13 apresentou diferença para os teores de N nas folhas. As doses de K apresentaram maior teor de N na folha no tratamento de dose de 0,2 Mg ha⁻¹ de K₂O e quando receberam a dose de gesso + calcário houve resposta positiva ao incremento de N foliar. Para o teor de fósforo foliar houve resposta as doses de K, proporcionando o maior teor a dose de 0,2 Mg ha⁻¹ de K₂O.

De acordo com Salvador et al. (2011) diferentes relações Ca/Mg não oferecem efeito sobre absorção, e conseqüentemente os teores foliares de P. Evidenciado também neste trabalho, por não ocorrer diferença de P foliar quando se observa as doses de Ca isoladas. Mas observando-se os valores da recomendação, mínimo de 0,26, os tratamentos e suas interações ficam abaixo do indicado.

Na Tabela 4, a análise de regressão linear foi realizada para correlacionar o teor foliar da cultura da soja com os mesmos teores do solo, objetivando explicar qual das 7 camadas apresentava maior peso. Nela estão apresentados os

coeficientes de regressão superiores a 30% que explicam o teor foliar da cultura da soja em relação ao teor no solo das profundidades analisadas.

A relação Ca/Mg entre o teor foliar e os teores verificados no solo, em duas profundidades explicou o teor foliar da soja safra de 2013/2014. As camadas de solo que se relacionaram com o teor foliar da cultura foram a camada de 0,10-0,20 m com coeficiente positivo e a 0,40-0,60 m com negativo, sendo que os fatores isolados explicam 33% e juntas as variáveis explicam 55%. Para a camada de 0,10-0,20 a regressão se mostrou positiva devido a relação do solo (Apêndice M) ser maior nessa camada, principalmente em função da dose de Ca adicionada. A medida que o perfil se aprofunda (0,40-0,60 m) a relação diminui.

Para Ca (R^2 32%) e Ca% (R^2 30%), a correlação na camada 0,40-0,60 m, apresentou coeficiente positivo. A Ca% para profundidade de 0,20-0,40 m também apresentou coeficiente positivo, o qual explica 36% do teor foliar para safra 2012/2014. Esses resultados sugerem que o incremento de Ca e Mg em profundidade foi favorável a nutrição de plantas de soja.

Os teores de Mg e Mg% na camada superficial do solo apresentam coeficiente negativo de 38 e 36%, respectivamente. Coeficientes negativos de Mg pode ocorrer devido as adições de Ca e K ocasionando o aumento da relação Ca/Mg. Moreira et al. (1999) reportaram que ocorre competição pelos sítios de absorção entre os cátions. Eles afirmam também a concorrência dos nutrientes na cultura da alfafa, na qual a absorção de K é inibida pelo excesso de Ca ou Mg. O incremento na relação Ca/Mg proporcionou redução nos teores foliares de magnésio na cultura soja, enquanto o teor de K foi superior (SALVADOR et al., 2011). Tais relações corresponderam a variação de 10:1 até 1:10, não ocorrendo semelhante efeito neste trabalho, devido as relações dos nutrientes variarem de 2 a 4:1.

A relação Mg/K com R^2 0,46 é o fator que mais explicou isoladamente o teor para a safra 2013/2014 e apresenta coeficiente de regressão negativo referente a camada de solo de 0,00 – 0,05 m. A relação dos teores Ca/K explicam 38% do teor foliar pela camada mais profunda do solo, possuindo coeficiente de regressão muito baixo e positivo.

Era esperado que essas relações se apresentassem altas, principalmente para as três primeiras camadas do solo. No entanto, os teores foliares se correlacionaram melhor com as camadas do solo mais profunda. Das nove correlações lineares apresentadas, em 55,5% ocorre correlação com os das

camadas de 0,4m a 0,6, indicando que possa existir um desbalanço em virtude das doses da adição de K e Ca que estão competindo pelos sítios de absorção de nutrientes das plantas.

Tabela 4 – Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre teores foliares e suas correspondentes relações do solo para as 7 profundidades em duas safras de soja. Estrela Velha, RS.

Foliar	Intercepto	1	2	3	4	5	6	7	Teste F	R ² modelo
Ca 12/13	0,94	-	-	-	-	-	-	0,24	13,49**	0,32
R ² Parcial	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	-
Ca% 12/13	0,98	-	-	-	-	-	-	0,03	12,33**	0,30
R ² Parcial	-	-	-	-	-	-	-	0,33	-	-
Ca% 13/14	1,71	-	-	-	-	-	0,01	-	15,91**	0,36
R ² Parcial	-	-	-	-	-	-	0,39	-	-	-
Mg 13/14	1,47	-0,10	-	-	-	-	-	-	16,72***	0,38
R ² Parcial	-	0,40	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg% 13/14	1,14	-0,01	-	-	-	-	-	-	15,73**	0,36
R ² Parcial	-	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-
Ca/Mg 13/14	1,17	-	-	-	0,31	-	-	-0,24	19,33***	0,55
R ² Parcial	-	-	-	-	0,33	-	-	0,33	-	-
Ca/K 12/13	0,09	-	-	-	-	-	-	0,002	13,26**	0,32
R ² Parcial	-	-	-	-	-	-	-	0,35	-	-
Ca/K 13/14	0,18	-	-	-	-	-	-	0,001	16,90***	0,38
R ² Parcial	-	-	-	-	-	-	-	0,40	-	-
Mg/K 13/14	0,15	-0,01	-	-	-	-	-	-	23,16***	0,46
R ² Parcial	-	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-

1 - 0,00 - 0,05m; 2 - 0,05 - 0,10 m; 3 - 0,00 - 0,10 m; 4 - 0,10 - 0,20 m; 5 - 0,00 - 0,20 m; 6 - 0,20 - 0,40 m; 7 - 0,40 - 0,60 m. *(p<0,05), **(p<0,01) e ***(p<0,001).

A regressão múltipla para os dados de produtividade e teores foliares (Tabela 5) selecionou fator apenas para a soja da primeira safra, 2012/2013, na qual o teor de cálcio obteve coeficiente positivo, explicando 20% da produção. Já para safra seguinte, não houve seleção pelo método Stepwise. Tal resultado pode ser em virtude da variação nos teores foliares, enquanto no segundo ano, a baixa variação nos tecidos não possibilitou a seleção de outro fator.

A baixa correlação entre os nutrientes foliares selecionados pode ser devido à baixa variação de seus teores (Tabela 3 e Apêndices K e L), os quais possuem diferenciação entre alguns nutrientes.

Tabela 5– Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre as safras de soja e os teores de nutrientes foliares. Estrela Velha, RS.

Safra	intercepto	Ca ¹ %	Teste F	R ² modelo
Soja 2012/2013	2221,09	798,67	5,57*	0,20
R ² Parcial	-	0,20	-	-
Soja 2013/2014		-		
R ² Parcial	-	-	-	-

¹Teor foliar de cálcio (%). *(p<0,05), **(p<0,01) e ***(p<0,001).

Os fatores selecionados que apresentaram ajuste, Tabela 6, para safra 2012/2013 de soja, foram o M.O. (0-0,10 m) e para safra 2013/14 a Mg% (0-0,10 m). A correlação negativa entre a produtividade e o teor de M.O. com R² 19%, não era esperado uma vez que o teor de M.O. é um indicativo de qualidade do solo e os dados do experimento classificam-se como médio (2,6 a 5%) CQFS-RS/SC (2004).

Para a safra de soja 2013/14 o coeficiente da regressão saturação por magnésio foi negativo e apresenta R² 21%. Essa pode ser explicada pelo magnésio apresentar teores acima do crítico, classificado com alto 1 cmol_c dm⁻³ CQFS-RS/SC (2004). Os altos teores de Mg podem estar prejudicando a absorção de Ca e K, ao passo que os cátions competem pelos mesmos sítios de absorção (MASCARENHAS et al., 2000, MARSCHENER, et al., 1995).

Tabela 6 – Coeficientes de regressão múltipla pelo método Stepwise entre as safras de soja e os teores do solo. Estrela Velha, RS.

Safra	intercepto	M.O. ¹ (0-0,10m)	Mg% ² (0-0,10m)	Teste F	R ² modelo
Soja	4793,41	-34,69	-	6,40*	0,19
R ² Parcial	-	0,22	-	-	-
Soja	4029,67	-	-59,08	7,08*	0,21
R ² Parcial	-	-	0,24	-	-

¹Matéria orgânica (0-0,10m); ²Saturação por magnésio (0-0,10 m). *(p<0,05), **(p<0,01) e ***(p<0,001).

A Tabela 7 apresenta o resumo dos Apêndices T, U, V, W, X e Y com as correlações de Pearson dos teores de nutrientes no solo e foliares. Os teores de S, correlacionados com a safra de soja, apresentam r positivo e significativo nas camadas de solo 0-0,10m safra 2012/13 e a para as duas camadas na safra 2013/14. A cultura do trigo não aparenta r significativo, não sendo suficiente para explicar a correlação negativa que apresenta.

Tabela 7 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) e nível de significância do coeficiente de correlação para correlação linear, para as safras de soja (2012/13 e 2013/14) e trigo (2013) com atributos foliares e solo.

Safra/ Camada		S	Ca	K	P	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	Sat. Al (m%)	Foliar Ca	Foliar Rel. Ca/K
Soja 2012/13 (0-0,10m)	r	0,41	0,49	-0,32	-0,57	0,61	0,52	0,60	-0,41	0,45	0,41
	p	0,05	0,01	0,13	0,00	0,00	0,10	0,00	0,05	0,03	0,05
Soja 2012/13 (0-0,20m)	r	0,26	0,43	-0,26	-0,45	0,43	0,31	0,39	-0,29	0,45	0,41
	p	0,22	0,03	0,22	0,03	0,04	0,14	0,06	0,16	0,03	0,05
Soja 2012/14 (0-0,10m)	r	0,41	0,43	0,15	0,23	0,22	0,13	0,20	-0,44	-0,41	-0,42
	p	0,05	0,04	0,49	0,29	0,31	0,53	0,34	0,03	0,05	0,04
Soja 2012/14 (0-0,20m)	r	0,42	0,46	0,12	0,23	0,25	0,18	0,23	-0,36	-0,41	-0,42
	p	0,04	0,03	0,59	0,29	0,25	0,41	0,28	0,08	0,05	0,04
Trigo 2013 (0-0,10m)	r	-0,23	-0,16	0,37	0,24	-0,42	-0,45	-0,43	0,20	-	-
	p	0,28	0,46	0,07	0,26	0,04	0,03	0,04	0,34	-	-
Trigo 2013 (0-0,20m)	r	-0,30	-0,17	0,36	0,26	-0,42	-0,43	-0,43	0,19	-	-
	p	0,16	0,43	0,09	0,22	0,04	0,04	0,04	0,38	-	-

As relações foliares apresentadas respostas diferentes em cada ano, possuindo correlações positivas para teor de Ca e rel. Ca/K para safra 2013/14. Já na safra seguinte, 2013/14, o r foi negativo sendo inverso ao encontrado na primeira safra. A relação (Ca + Mg)/K nas matrizes geradas foi a que apresentou o maior r 0,6, sendo essa correlação significativa para soja (2012/13) na camada de 0-0,10 m (Figura 2). Todos os gráficos da correlação de Pearson apresentados possuem a banda de confiança que agrupa a área onde há certeza de que 95% dos pontos estão na curva verdadeira. Os dados, mesmo sendo inferiores ao indicado por Mascarenhas et al. (2000) e Escosteguy (2012) 17 a 35, apresentaram boa resposta a produtividade da cultura, principalmente para os dados nos quais essa relação é superior a 12.

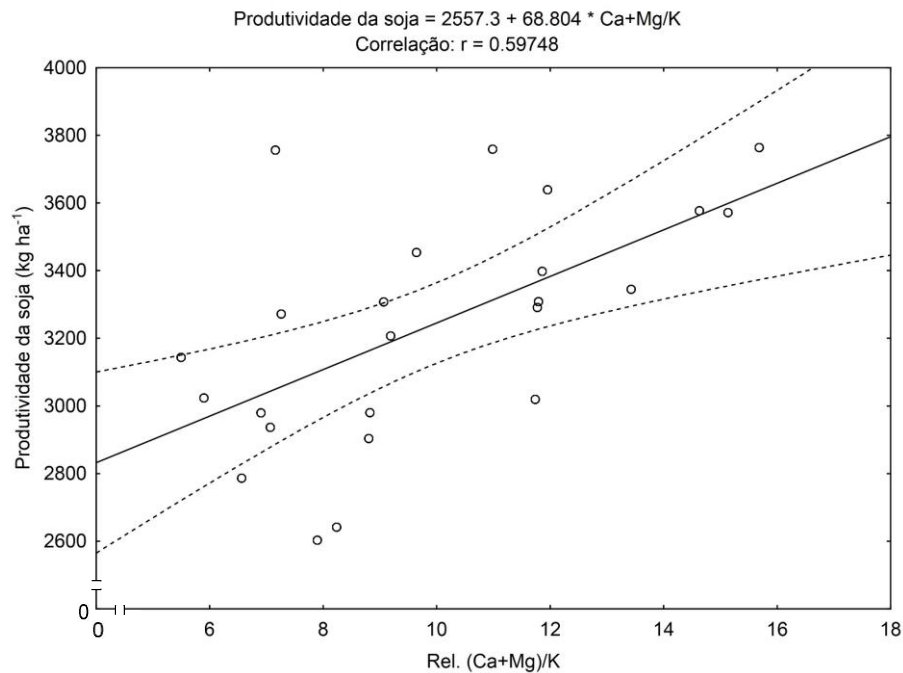


Figura 2 – Influência da relação (Ca + Mg)/ K sobre a produtividade da cultura da soja safra 2012/13. Atributos químicos do solo coleta 9, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS.

Já a cultura do trigo não apresentou a mesma resposta positiva na correlação (Ca + Mg)/K, sendo negativa para as duas profundidades analisadas para R 43.

A saturação por alumínio apresentou correlação negativa para duas safras de soja, nas duas camadas de solo. Como verificado por Lima (2003), o efeito negativo da m% para valores maiores que 12% afetam a produtividade da soja em mais de 10%. O Al prejudica o desenvolvimento do sistema radicular, com isso afeta a absorção de nutrientes e água, resultando em decréscimo da produtividade (RAMPIM et al., 2011). A Figura 3 apresenta a correlação linear de Pearson para a safra de soja 2012/13 de R 43%.

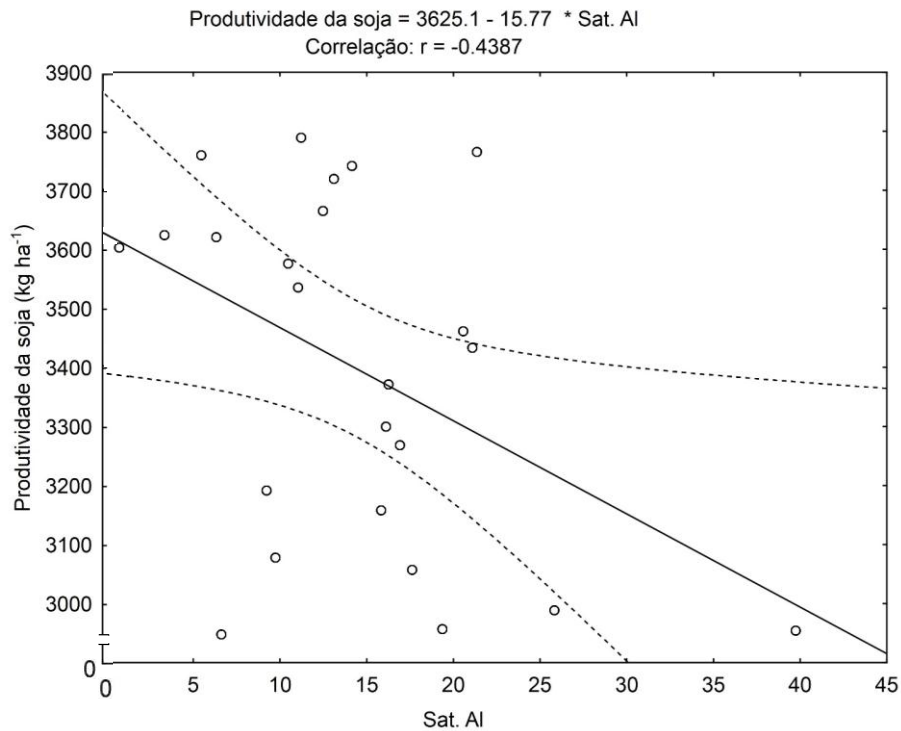


Figura 3 – Influência da Saturação por Alumínio sobre a produtividade da cultura da soja safra 2013/14. Atributos químicos do solo coleta 16, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS.

O cálcio é o nutriente que apresenta os melhores resultados para as duas safras de soja, com coeficientes significativos e r superior a 0,43. A Figura 4 mostra que mesmo que os teores estejam acima do alto ($4\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$) pela CQFS-RS/SC (2004), ocorre resposta positiva a produtividade. Para as duas safras de soja e também as duas profundidades a correlação foi positiva.

Já em relação ao trigo, ocorre o inverso. A resposta desse à elevação de Ca é negativa, mostrando que ser adequada a recomendação de $4\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$. Para os teores foliares e a produtividade, a relação é positiva na primeira safra de soja, tanto para Stepwise (R^2 0,20), quanto para Pearson (r 0,46). Quando observado a correlação de Pearson na segunda safra de soja, a correlação foi negativa de r - 0,41.

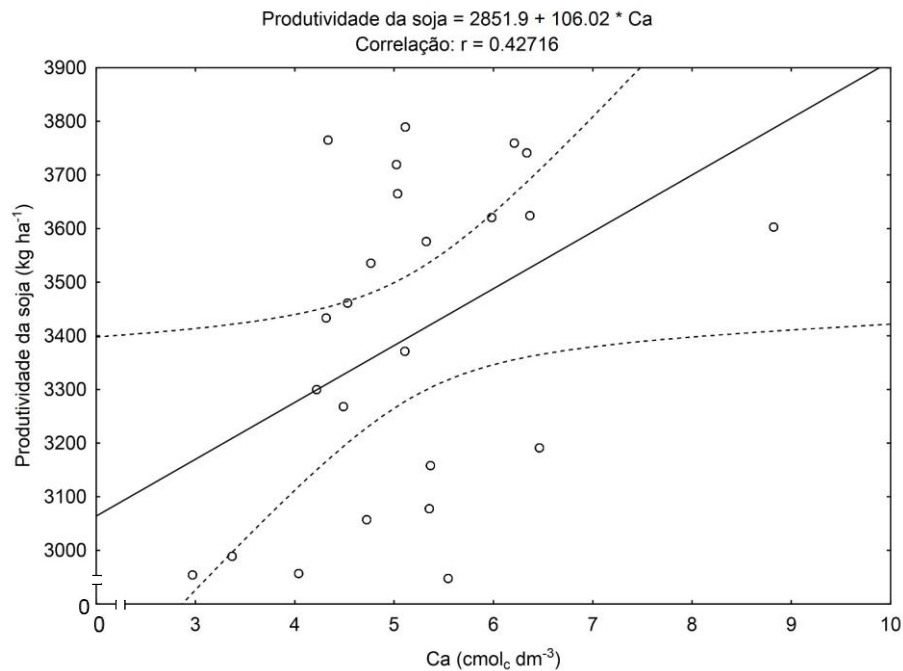


Figura 4 – Influência teor de Ca sobre a produtividade da cultura da soja safra 2013/14. Atributos químicos do solo coleta 16, camada 0-0,10cm. Estrela Velha, RS.

A saturação por bases teve correlação positiva ($r = 0,43$) com a produtividade da soja safra de 2012/13, na camada de solo 0-0,20 m (Figura 5). A CQFS-RS/SC (2004) classifica como muito baixo a V% inferior a 45% e baixo de 45 a 64% indicados para camada de 0-0,10. Observa-se a necessidade da criação de um perfil mais profundo, que não limite as plantas a buscarem água e nutrientes nas camadas subsuperficiais. Podemos utilizar faixas inferiores para classificação dessa parcela do solo, para assim determinar as faixas ideais.

O resultado observado na camada de solo da Figura 5, deveria possuir níveis de nutrientes suficientes à nutrição de plantas e um bom desenvolvimento radicular, possibilitando que as plantas aumentassem o volume do solo explorado, propiciando a busca de água nessa camada e também nas inferiores. Mas, esse resultado não foi satisfatório. Dalla Nora et al. (2013) destacam que a não formação de um perfil do solo que propicie o desenvolvimento radicular pode ser um dos principais limitantes para manutenção de elevadas produtividades.

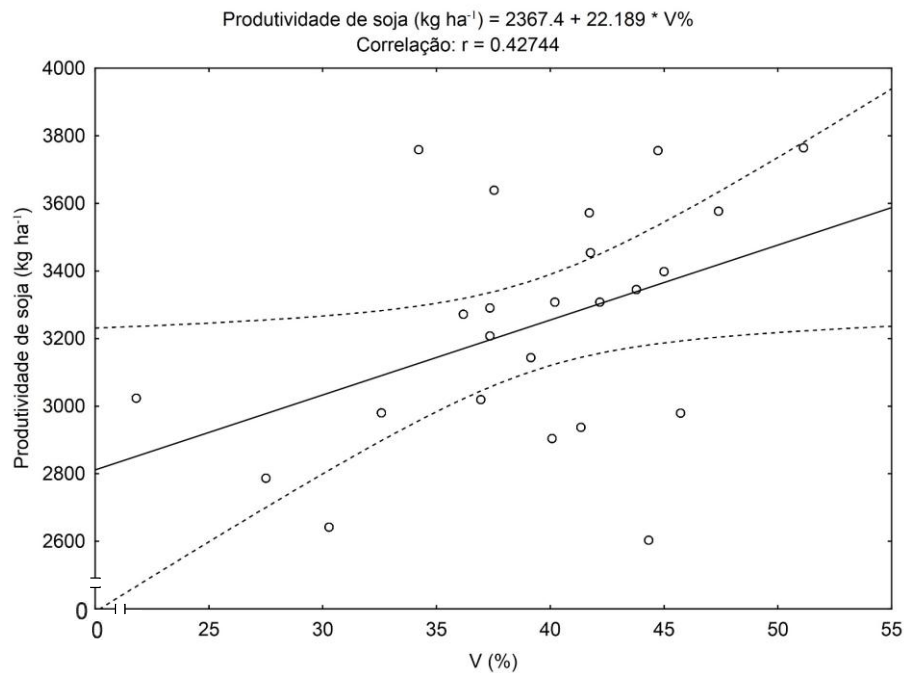


Figura 5 – Influência da saturação por bases sobre a produtividade da cultura da soja safra 2012/13. Atributos químicos do solo coleta 9, camada 0-0,20cm. Estrela Velha, RS.

A produtividade média da soja da safra 2012/13 foi de 3236 kg ha^{-1} e 3399 kg ha^{-1} em 2013/14. Já para o trigo em 2013, 4052 kg ha^{-1} . O teste de média apresenta as intervenções significativas para cultura 2012/13 da soja (Apêndice K). Os tratamentos que receberam as doses de K reduziram suas produtividades em 13%. Na safra de soja 2013/14 (Apêndice L) a influência das doses também foi negativa, mas em menor proporção. O tratamento com dose de K_2O $0,4 \text{ Mg ha}^{-1}$, foi 12% menos produtivo. A produtividade do trigo safra 2013 não apresentou diferença estatística entre os tratamentos.

As regressões de Stepwise e correlação de Pearson mostram-se eficientes para apresentar qual ou quais nutrientes e relações influenciaram a produção das culturas. A Stepwise se mostrou mais restritiva, pois selecionou menos fatores e os que foram selecionados apresentaram menor R. Já a correlação de Pearson, através da sua linear, mostrou-se eficiente para os dados deste trabalho a fim de estabelecer significativas relações entre os dados do solo e a produção das culturas.

5.6 Conclusões

A matriz de correlação de Pearson foi satisfatória na determinação dos nutrientes que apresentam maior influência sobre a produtividade das culturas.

O teor de cálcio, nas duas safras da soja, apresentou boa correlação, sendo superior a 42% nas camadas analisadas.

A relação $(Ca + Mg)/K$, superior a 12, apresentou maior resposta à produção da soja.

Mesmo com elevada dose de calcário + gesso e cloreto de potássio, não se verificou a descida de K no perfil.

A produtividade da cultura da soja e do trigo foram diferentemente influenciadas pelos teores e as relações em que o cálcio participa.

A adição de calcário + gesso pouco alterou a relação Ca/Mg na superfície e na subsuperfície.

5.7 Bibliografia

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B.C.; VEIGA, M. Potential of Carbon Accumulation in No-Till Soils with Intensive Use and Cover Crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v. 35, p. 1599-1607, 2006.

BOX G.; COX D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Society**, v. 26, p. 211-252. 1964.

CAIRES, E. F. Calagem e uso de gesso em Sistema Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, ed. 128 p. 11, 2012.

CEMETRS, **Centro Estadual de Meteorologia RS**. Disponível em: http://www.cemet.rs.gov.br/upload/20140514081536nota_tecnica_28___julio_de_cas_tilhos.pdf Acesso em: 06 de Julho de 2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400p.

DALLA NORA, D.; AMADO, T. J. C.; GIRARDELLO, V. C.; MERTINS, C. Gesso: Alternativa para redistribuir verticalmente nutrientes no perfil do solo sob sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**. p. 8-20, Jan/Fev. 2013a.

DALLA NORA, D.; AMADO, T. J. C.; NOVAIS, E. J. P.; POTT, E.; OERLECKE, D.; XAVIER, J. S.; BORTOLOTTI, R. P.; MAZUCO, A. C.; GRUHN, E. M. Melhoria da qualidade química do perfil do solo sob plantio direto pela adição de gesso e de enxofre elementar isolada ou combinada com calcário e a produtividade das culturas. **Revista Plantio Direto**. p. 137-138, Set/Dez. 2013.

DIAS, L.E. Uso de gesso como insumo agrícola. Seropédica, Embrapa - **Centro Nacional de Pesquisa de Biologia -CNPBS**, 6p. (Comunicado Técnico 7) 1992.

ESCOSTEGUY, P.A.V. Deficiência de potássio em lavouras de soja do Planalto do Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, 127: p. 1-16. Jan./Fev. 2012.

KURIHARA, C. H., VENEGAS, V. H. A., NEVES, J. C. L., NOVAIS, R. F. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo. **Revista Ceres**, Viçosa, MG. v. 60, n. 5, p. 690-698, 2013.

MALAVOLTA, E. ABC da análise de solos e folhas. São Paulo: **Agronômica CERES**. p. 124. 1992.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora **Agronômica Ceres**, p.638. 2006.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: **Academic Press Limited**. 1995. 889p.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, TETSUO, R.; CARMELLO Q. A. C; GALLO, P. B.; AMBROSANO, G. M. B. CALCÁRIO E POTÁSSIO PARA A CULTURA DE SOJA **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 445-449. 2000.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; WUTKE, E. B.; BRAGA N. R.; MIRANDA, M. A. C. Potassium for Soybeans. **Better Crops**. v. 88, n. 3 p. 26-27. 2004.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J. G.; EVANGELISTA, A. R. Influência da relação cálcio:magnésio do corretivo na nodulação, produção e composição mineral da alfafa. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 34, n. 2, p. 249-255, 1999.

NOGARA NETO, F.; ROLOFF, G.; DIECKOW, J.; MOTTA, A.C.V. Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1025-1036, 2011.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, C. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 329-335, 2001.

RAIJ, B. V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. **Informações agronômicas**. IPNI Brasil. n. 135, p. 11, 2011.

RAMPIM, L.; LANA, M. C.; FRANDOLOSO, J. F.; FONTANIVA, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 35, p. 687-1698, 2011.

ROSOLEM, C. A. Água na cultura da soja. In: **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação MT. p. 95-102. 2005.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E.; FORNARI, A.; Sá, M.F.M.; VENZKE FILHO, S.P.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S. & PAULLETI, V. O plantio direto como base do sistema de produção visando o sequestro de carbono. **R. Plantio Direto**, v. 84, p. 45-61, 2004.

SAGATA, E., HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B., HAMAWAKI, C. D. L. Desempenho agronômico das linhagens de soja desenvolvidos pelo programa de melhoramento da UFU. **Journal of Biosciences**, Uberlândia, MG. v.25, n.6, p. 112-120, 2009.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, PR, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SAS Institute Inc., SAS 9.1.3 **Help and Documentation**, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2002-2004.

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 57-62, 1998.

SHIRATSUCHI, L. S.; MARCHÃO, R. L.; JERKE, C.; REZENDE, A. V.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, C. M. de; VILELA, M. de F.; SÁ, M. A. C. de; SANTOS JÚNIOR,

J. de D. G. dos; HURTADO, S. M. C. Geração de mapas multitemáticos em agricultura de precisão. Planaltina: **Embrapa** Cerrados, p. 22. 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Uso de gesso agrícola nos Solos do Cerrado. Circular técnica 32, **Embrapa**. Planaltina, DF. 2005

WATANABE, R. T.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. B. da; SEIFERT, A. L.; SANTIAGO, D. C.; CRESTE, J. E.; HARADA, A.; CUCOLOTTO, M. Produtividade da cultura de soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, p. 477-484, 2005.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nesse estudo apontam que um aspecto que deve ser observado é a profundidade de amostragem, devido à alta solubilidade do gesso em virtude do sulfato. As altas doses de gesso somadas à elevada precipitação resultam na lixiviação intensa de S até as camadas profundas. Fato que não registrado nesse trabalho devido a percolação ir além dos 0,6m amostrados. Isso demonstra a necessidade dos trabalhos futuros investigarem camadas superiores a 1 m ou mais, a fim de estabelecer pela dose do gesso a profundidade que ele atinge no tempo. Também recomenda-se que para trabalhos futuros investigue-se os efeitos dos tratamentos por um período mais longo, uma vez que no período analisado, a alta dose de gesso ainda estaria modificando quimicamente o perfil do solo.

Foram verificados resultados que demonstram que a cultura da soja e do trigo não tiveram suas produtividades prejudicadas sob alta dose do gesso. Pelo contrário, na cultura do trigo houve acréscimo de produtividade, enquanto a soja manteve-se na média dos outros tratamentos, mesmo em safras de boa precipitação. Outros autores já reportaram que a soja não responde ao gesso nessas condições.

Os cátions Ca e Mg movimentam-se no perfil, alcançando as camadas mais profundas 9 meses após as aplicações. Tais resultados mostram que o gesso é um grande aliado, se adicionado com o calcário, para fazer as correções de elevação dos teores de Ca e Mg em subsuperfície, elevar o pH e minimizar o m%.

BIBLIOGRAFIA

BAYER, C.; AMADO, T. J. C.; TORNQUIST, C. G.; CERRI, C. E. P.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; NICOLOSO, R. S.; CARVALHO, P. C. F. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 7, p. 55-118, 2011.

CAIRES, E. F. Manejo da acidez do solo. Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: contexto mundial e técnicas de suporte. Piracicaba, **IPNI**, Volume 1, 462p. 2010

CAIRES, E. F. **A prática da calagem em sistema plantio direto. Seminário sobre o dia nacional do calcário**. Brasília, DF. 31p. 2013. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/Palestras/Seminario%20Dia%20Nacional%20do%20Calcario%20-%20maio%202013%20-%20Dr_%20Caires.pdf Acessado em: 10 de maio de 2014.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.743-753, 2003.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 400p. 2004.

DIAS, L. E. Uso de gesso como insumo agrícola. Seropédica, Embrapa - **Centro Nacional de Pesquisa de Biologia** -CNPBS, 6p. (Comunicado Técnico 7) 1992.

EMATER. Notícia: Avançam perdas de Safra de grãos com estiagem no RS. 2012. Disponível em: <http://www.emater.tche.br/site/noticias/detalhe-noticia.php?id=13997#.U5CrhPIdXwA>. Acessado em: 05 jul. 2014.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 2. ed. 306p. 2006.

ESCOSTEGUY, P. A. V. Deficiência de potássio em lavouras de soja do Planalto do Rio Grande do Sul. **Revista Plantio Direto**, 127: p.1-16. Jan./Fev. 2012.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção agrícola**. 2014 Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201404.pdf>. Acessado em: 05 jul 2014.

KOPITTKE, P. M.; MENZIES, N. w. A Review of the Use of the Basic Cation Saturation Ratio and the “Ideal” Soil. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 71:259–265. 2007

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 638. 2006.

MAPAS RS, Guia geográfico do **Rio Grande do Sul**. 2014. Disponível em: <<http://www.mapas-rs.com/>>. Acessado em: 20 mai. 2014.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: **Academic Press Limited**. p. 889. 1995.

NOGARA NETO, F.; ROLOFF, G.; DIECKOW, J.; MOTTA, A.C.V. Atributos de solo e cultura espacialmente distribuídos relacionados ao rendimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1025-1036, 2011.

RAIJ, Bernardo van, Gesso na agricultura. Campinas: **Instituto Agronômico de Campinas**, p. 233. 2008.

RAIJ, B. V. Melhorando o ambiente radicular em subsuperfície. **Informações agronômicas**. IPNI Brasil. n. 135, p. 11, 2011.

ROSOLEM, C. A. Água na cultura da soja. In: **Boletim de pesquisa de soja**. Rondonópolis: Fundação MT. p. 95-102. 2005.

SANTI, A. K.; 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**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1346-1357. 2012.

SHIRATSUCHI, L. S.; MARCHÃO, R. L.; JERKE, C.; REZENDE, A. V.; FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, C. M. de; VILELA, M. de F.; SÁ, M. A. C. de; SANTOS JÚNIOR, J. de D. G. dos; HURTADO, S. M. C. Geração de mapas multitemáticos em agricultura de precisão. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, p. 22 2007.

VITTI, G. C. Acidez do Solo, calagem e gessagem. In: FERNANDEZ, F.M.; NASCIMENTO, V.M. Curso de atualização em fertilidade do solo. 1 ed. Campinas: **Fundação Cargill**. v. 1, p. 303-348. 1987.

WATANABE, R. T.; FIORETTO, R. A.; FONSECA, I. B. da; SEIFERT, A. L.; SANTIAGO, D. C.; CRESTE, J. E.; HARADA, A.; CUCOLOTTO, M. Produtividade da cultura de soja em função da densidade populacional e da porcentagem de cátions (Ca, Mg e K) no complexo sortivo do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, p. 477-484, 2005.

APÊNDICES

Apêndice A – Anova geral para fatores calcário + gesso, potássio (K), tempo e suas interações com os teores de solo.

		Nutrientes do solo																				
Tratamentos		S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat.Ca	Sat.Mg	Sat.K	CTC	P	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat.Al	M.O.	
		0,0 a 0,05 m																				
Interação	Fatores	C+G	*	**	**	**	**	**	ns	**	**	ns	**	*	ns	**	**	**	**	**	ns	
		K	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	**	**	ns	ns	ns	**
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	ns
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
		C+G X T	**	**	**	**	*	**	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	**	**	**	ns
		K X T	*	ns	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	**	ns	*	ns	**	**	**	ns	ns	ns	**
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		0,05 a 0,10m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	*	ns	ns	ns	ns	ns	
		K	ns	**	**	**	ns	**	ns	*	*	ns	*	ns	ns	**	**	**	*	ns	ns	ns
		T	**	**	**	**	ns	*	**	*	*	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	*
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
		C+G X T	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
		K X T	*	*	ns	ns	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
		0,0 a 0,10m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	**	**	**	**	*	ns	**	**	ns	*	**	*	**	**	**	**	**	**	ns
		K	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	ns	ns	ns	*
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	ns
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	*	ns
		C+G X T	**	**	**	ns	ns	*	ns	*	**	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	**	*	ns
		K X T	**	*	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	*	ns	ns	*	**	*	*	*	ns	ns	**
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		0,10 a 0,20m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-	
		K	ns	**	ns	ns	*	**	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	**	**	*	**	*	-
		T	**	**	ns	ns	**	*	**	*	ns	**	ns	**	**	**	ns	*	*	ns	ns	-
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		C+G X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	-
		K X T	ns	*	ns	ns	ns	**	ns	*	*	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	*	*	*	-
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-

Continua

		Nutrientes do solo																				
Tratamentos		S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat.Ca	Sat.Mg	Sat.K	CTC	P	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat.Al	MO	
		0,0 a 0,20m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	**	**	**	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	ns	-	
		K	ns	*	ns	ns	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	**	**	**	**	*	**	**	-
		T	**	**	**	**	**	**	**	**	*	**	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	-
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		C+G X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		K X T	ns	*	ns	ns	ns	**	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*	-
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-
		0,20 a 0,40m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	ns	ns	ns	ns	*	-	
		K	**	**	**	**	**	**	**	*	ns	**	ns	ns	**	**	**	**	*	**	**	-
		T	**	**	ns	ns	**	**	**	ns	*	**	ns	**	**	**	ns	**	ns	ns	*	-
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	*	*	ns	ns	ns	-
		C+G X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		K X T	ns	*	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	**	**	ns	*	*	ns	*	ns	-
		C+G X K X T	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		0,40 a 0,60m																				
Interação	Fatores	C+G	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	-
		K	ns	*	**	**	ns	ns	**	ns	**	**	ns	*	**	**	**	**	ns	**	ns	-
		T	**	**	ns	ns	**	**	**	*	ns	**	ns	**	**	**	*	**	ns	ns	ns	-
		C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-
		C+G X T	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	**	ns	ns	ns	*	**	**	ns	ns	ns	-
		K X T	ns	*	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	**	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	-
		C+G X K X T	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	-

Fatores: C+G (doses de calcário + gesso); K (doses de potássio); T (tempo). Interações: C+G X K (doses de calcário + gesso X doses de potássio); C+G X T (doses de calcário + gesso X tempo); K X T (doses de potássio X tempo); C+G X K X T (doses de calcário + gesso X doses de potássio X tempo). “-“ nutriente de solo não analisado. ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

Apêndice B – Anova geral para fatores calcário + gesso, potássio (K), tempo e suas interações com teores foliares da cultura da soja, e produtividade das culturas.

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	Ca/K	Mg/K	Produtividade
Soja 2012/13										
C+G	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
K	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
C+G X K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Trigo 2013										
C+G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns
C+G X K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ns
Soja 2013/14										
C+G	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns
K	**	**	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	*
C+G X K	ns	**	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Fatores: C+G (doses de calcário + gesso); K (doses de potássio). Interações: C+G X K (doses de calcário + gesso X doses de potássio). “-“ nutrientes foliares não analisadas. ns (não significativo) $p > 0,05$; * (significativo) $0,01 > p \leq 0,05$, ** (significativo) $p \leq 0,01$.

Apêndice C – Teor médio da saturação por alumínio (m%), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	13,73 A	- -	18,49 A	- -	- -	51,24 A	- -
3,0	-	-	7,33 B	- -	14,42 B	- -	- -	45,51 B	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	- -	- -	- -	19,44 B	24,73 B	40,57 B	- -
-	0,1	-	- -	- -	- -	28,21 A	39,12 A	53,67 A	- -
-	0,2	-	- -	- -	- -	23,05 AB	30,95 AB	46,63 AB	- -
-	0,4	-	- -	- -	- -	28,02 A	36,84 A	52,62 A	- -
Efeito do tempo									
-	-	1	15,43 A	28,41 A	21,92 A	29,74 A	- -	52,13 A	- -
-	-	9	7,64 B	18,57 B	13,11 B	22,27 B	- -	46,08 B	- -
-	-	16	8,52 B	20,18 B	14,35 B	22,04 B	- -	46,93 AB	- -
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	10,02 BCD	16,31 B	13,17 B	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	12,57 AB	26,71 AB	19,64 AB	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	12,62 ABC	21,01 AB	16,82 AB	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	19,71 A	28,99 A	24,35 A	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	8,66 BCD	21,66 AB	15,16 AB	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	6,76 CD	23,23 AB	15,00 AB	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	6,79 D	20,18 AB	13,49 B	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	7,10 D	20,99 AB	14,04 B	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	15,12 A	- -	21,15 A	- -	- -	- -	- -
0,0	-	9	12,11 A	- -	16,39 AB	- -	- -	- -	- -
0,0	-	16	13,96 A	- -	17,94 A	- -	- -	- -	- -
3,0	-	1	15,73 A	- -	22,68 A	- -	- -	- -	- -
3,0	-	9	3,17 B	- -	9,82 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	16	3,08 B	- -	10,76 B	- -	- -	- -	- -
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	- -	- -	- -	18,20 BC	20,17 B	- -	- -
-	0,0	9	- -	- -	- -	16,36 C	20,45 B	- -	- -
-	0,0	16	- -	- -	- -	23,78 ABC	33,57 AB	- -	- -
-	0,1	1	- -	- -	- -	33,47 AB	44,62 A	- -	- -
-	0,1	9	- -	- -	- -	27,07 ABC	39,56 AB	- -	- -
-	0,1	16	- -	- -	- -	24,09 ABC	33,15 AB	- -	- -
-	0,2	1	- -	- -	- -	35,89 A	44,69 A	- -	- -
-	0,2	9	- -	- -	- -	17,97 BC	26,70 AB	- -	- -
-	0,2	16	- -	- -	- -	15,30 C	21,48 AB	- -	- -
-	0,4	1	- -	- -	- -	31,41 ABC	40,81 AB	- -	- -
-	0,4	9	- -	- -	- -	27,68 ABC	39,03 AB	- -	- -
-	0,4	16	- -	- -	- -	24,97 ABC	30,69 AB	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05 "-" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice D – Valor médio pH em água, em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo							
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m	
			Média							
Efeito dose de calcário + gesso										
0,0	-	-	4,85 B	-	4,81 B	4,77 B	-	-	-	-
3,0	-	-	5,36 A	-	5,09 A	4,88 A	-	-	-	-
Efeito doses de Potássio										
-	0,0	-	-	4,86 A	-	4,89 A	4,83 A	4,66 A	4,57 A	
-	0,1	-	-	4,70 B	-	4,75 B	4,60 B	4,46 B	4,47 B	
-	0,2	-	-	4,85 A	-	4,87 AB	4,75 AB	4,58 AB	4,54 AB	
-	0,4	-	-	4,79 AB	-	4,80 AB	4,66 AB	4,56 AB	4,54 AB	
Efeito do tempo										
-	-	1	4,81 B	4,62 B	4,71 B	4,65 B	4,59 B	4,46 B	4,45 B	
-	-	9	5,34 A	4,92 A	5,13 A	4,96 A	4,81 A	4,68 A	4,63 A	
-	-	16	5,17 A	4,86 A	5,01 A	4,86 A	4,72 AB	4,55 B	4,51 B	
Interação calcário + gesso X potássio										
0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
0,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	
3,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	
Interação calcário + gesso X tempo										
0,0	-	1	4,75 B	5,17 B	4,70 C	4,64 C	-	-	4,43 C	
0,0	-	9	4,94 B	5,26 AB	4,92 B	4,90 AB	-	-	4,65 A	
0,0	-	16	4,85 B	5,32 A	4,81 BC	4,78 BC	-	-	4,46 BC	
3,0	-	1	4,87 B	5,20 B	4,73 C	4,67 C	-	-	4,48 BC	
3,0	-	9	5,74 A	5,32 A	5,34 A	5,04 A	-	-	4,61 A	
3,0	-	16	5,49 A	5,42 A	5,22 A	4,95 AB	-	-	4,55 AB	
Interação potássio X tempo										
-	0,0	1	-	4,82 ABCD	4,83 -	4,84 ABC	4,84 ABC	4,60 ABC	4,50 BCDE	
-	0,0	9	-	4,99 A	5,07 -	5,04 A	5,01 A	4,84 A	4,74 A	
-	0,0	16	-	4,78 ABCD	4,98 -	4,81 ABC	4,64 BC	4,54 BC	4,48 BCDE	
-	0,1	1	-	4,52 D	4,70 -	4,60 C	4,50 C	4,38 C	4,42 DE	
-	0,1	9	-	4,84 ABCD	5,08 -	4,88 ABC	4,68 ABC	4,60 ABC	4,58 ABC	
-	0,1	16	-	4,74 ABCD	4,94 -	4,77 ABC	4,61 BC	4,39 BC	4,41 E	
-	0,2	1	-	4,57 CD	4,65 -	4,58 C	4,52 BC	4,47 BC	4,45 CDE	
-	0,2	9	-	4,94 A	5,21 -	5,03 A	4,85 ABC	4,66 AB	4,61 AB	
-	0,2	16	-	5,04 A	5,15 -	5,01 A	4,87 AB	4,62 ABC	4,56 BCDE	
-	0,4	1	-	4,58 BCD	4,68 -	4,60 BC	4,52 BC	4,40 BC	4,45 BCDE	
-	0,4	9	-	4,90 AB	5,15 -	4,93 AB	4,71 ABC	4,63 ABC	4,59 ABCD	
-	0,4	16	-	4,88 ABC	4,99 -	4,88 ABC	4,76 ABC	4,65 ABC	4,58 ABCDE	
Interação calcário + gesso X potássio X tempo										
0,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	4,37 DE	
0,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	4,70 AB	
0,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	4,51 ABCDE	
0,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	4,40 CDE	
0,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	4,62 ABCD	
0,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	4,33 E	
0,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	4,47 BCDE	
0,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	4,64 ABCD	
0,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	4,44 BCDE	
0,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	4,47 BCDE	
0,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	4,64 ABCD	
0,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	4,55 ABCDE	
3,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	4,63 ABCD	
3,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	4,78 A	
3,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	4,44 BCDE	
3,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	4,43 BCDE	
3,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	4,54 ABCDE	
3,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	4,49 BCDE	
3,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	4,43 BCDE	
3,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	4,59 ABCDE	
3,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	4,67 ABC	
3,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	4,43 BCDE	
3,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	4,55 ABCDE	
3,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	4,61 ABCDE	

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice E – Valor médio V% (Saturação por Bases), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	41,90 B	- -	39,37 B	35,46 B	- -	- -	15,79 B
3,0	-	-	59,61 A	- -	49,46 A	40,13 A	- -	- -	18,63 A
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	- -	40,78 A	- -	41,22 A	36,64 A	26,95 A	- -
-	0,1	-	- -	34,00 B	- -	34,59 B	27,15 B	17,69 B	- -
-	0,2	-	- -	39,93 AB	- -	39,37 AB	32,14 AB	22,29 AB	- -
-	0,4	-	- -	37,59 AB	- -	36,02 AB	28,79 AB	20,11 AB	- -
Efeito do tempo									
-	-	1	42,95 B	33,58 B	38,26 B	33,02 B	27,78 B	- -	- -
-	-	9	54,88 A	39,56 A	47,22 A	39,17 A	31,13 AB	- -	- -
-	-	16	54,44 A	41,08 A	47,76 A	41,19 A	34,63 A	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	39,28 B	- -	36,16 B	- -	- -	- -	- -
0,0	-	9	43,20 B	- -	40,70 B	- -	- -	- -	- -
0,0	-	16	43,22 B	- -	41,26 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	1	46,61 B	- -	40,37 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	9	66,55 A	- -	53,74 A	- -	- -	- -	- -
3,0	-	16	65,66 A	- -	54,26 A	- -	- -	- -	- -
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	- -	- -	- -	41,92 AB	40,21 AB	- -	- -
-	0,0	9	- -	- -	- -	42,25 AB	39,58 AB	- -	- -
-	0,0	16	- -	- -	- -	39,47 AB	30,12 AB	- -	- -
-	0,1	1	- -	- -	- -	28,88 B	22,19 B	- -	- -
-	0,1	9	- -	- -	- -	35,35 AB	25,01 AB	- -	- -
-	0,1	16	- -	- -	- -	39,52 AB	34,25 AB	- -	- -
-	0,2	1	- -	- -	- -	28,93 B	23,06 AB	- -	- -
-	0,2	9	- -	- -	- -	42,51 AB	33,28 AB	- -	- -
-	0,2	16	- -	- -	- -	46,65 A	40,09 A	- -	- -
-	0,4	1	- -	- -	- -	32,35 B	25,67 AB	- -	- -
-	0,4	9	- -	- -	- -	36,57 AB	26,64 AB	- -	- -
-	0,4	16	- -	- -	- -	39,12 AB	34,07 AB	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05 "-" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice F – Teor médio de Ca (Cálcio), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo							
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m	
			Média							
Efeito dose de calcário + gesso										
0,0	-	-	4,66 B	- -	4,33 B	3,77 B	- -	1,99 B	- -	- -
3,0	-	-	6,50 A	- -	5,40 A	4,27 A	- -	2,42 A	- -	- -
Efeito doses de potássio										
-	0,0	-	5,88 A	- -	5,23 A	4,50 A	3,77 A	2,72 A	- -	- -
-	0,1	-	5,42 AB	- -	4,65 AB	3,73 B	2,81 B	1,97 B	- -	- -
-	0,2	-	5,91 A	- -	5,11 AB	4,17 AB	3,22 AB	2,25 AB	- -	- -
-	0,4	-	5,10 B	- -	4,47 B	3,68 B	2,88 B	1,87 B	- -	- -
Efeito do tempo										
-	-	1	4,75 B	- -	4,33 B	3,56 B	2,79 B	1,91 B	1,52 B	1,52 B
-	-	9	5,94 A	- -	5,12 A	4,15 A	3,19 AB	2,29 A	1,56 B	1,56 B
-	-	16	6,04 A	- -	5,16 A	4,34 A	3,52 A	2,40 A	1,93 A	1,93 A
Interação calcário + gesso X potássio										
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo										
0,0	-	1	4,24 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	-	9	4,89 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	-	16	4,86 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	-	1	5,26 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	-	9	7,00 A	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	-	16	7,23 A	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação potássio X tempo										
-	0,0	1	- -	4,82 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,0	9	- -	4,68 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,0	16	- -	4,25 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,1	1	- -	3,59 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,1	9	- -	3,99 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,1	16	- -	4,08 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,2	1	- -	3,24 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,2	9	- -	4,67 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,2	16	- -	5,06 A	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,4	1	- -	4,00 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,4	9	- -	3,84 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,4	16	- -	3,71 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo										
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice G – Teor médio de Mg (Magnésio), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	1,60 B	- -	1,55 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	-	2,05 A	- -	1,74 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	- -	1,69 A	1,80 A	1,75 A	1,69 A	1,38 A	- -
-	0,1	-	- -	1,35 B	1,57 AB	1,38 B	1,19 B	0,97 B	- -
-	0,2	-	- -	1,51 AB	1,72 AB	1,56 AB	1,40 AB	1,16 AB	- -
-	0,4	-	- -	1,33 B	1,50 B	1,35 B	1,20 B	0,96 B	- -
Efeito do tempo									
-	-	1	1,62 B	1,37 B	1,50 B	1,36 B	1,23 B	0,99 B	0,82 B
-	-	9	1,93 A	1,58 A	1,75 A	1,60 A	1,45 A	1,21 A	1,01 A
-	-	16	1,92 A	1,46 AB	1,69 AB	1,56 AB	1,42 A	1,15 A	1,00 A
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	1,61 B	- -	1,53 BC	- -	- -	- -	- -
0,0	-	9	1,65 B	- -	1,61 ABC	- -	- -	- -	- -
0,0	-	16	1,54 B	- -	1,52 BC	- -	- -	- -	- -
3,0	-	1	1,63 B	- -	1,46 C	- -	- -	- -	- -
3,0	-	9	2,21 A	- -	1,90 A	- -	- -	- -	- -
3,0	-	16	2,30 A	- -	1,86 AB	- -	- -	- -	- -
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	1,76 AB	1,88 A	1,82 AB	1,86 A	1,89 A	1,48 AB	- -
-	0,0	9	1,89 AB	1,71 AB	1,80 AB	1,80 AB	1,80 AB	1,53 A	- -
-	0,0	16	2,11 AB	1,48 ABC	1,79 AB	1,59 ABCD	1,38 ABCD	1,14 ABC	- -
-	0,1	1	1,59 AB	1,27 BC	1,43 AB	1,26 BCD	1,09 BCD	0,89 BC	- -
-	0,1	9	2,00 AB	1,49 ABC	1,75 AB	1,49 ABCD	1,23 ABCD	1,02 ABC	- -
-	0,1	16	1,75 AB	1,28 BC	1,51 AB	1,39 ABCD	1,26 ABCD	1,00 ABC	- -
-	0,2	1	1,49 B	1,11 C	1,30 B	1,13 D	0,95 D	0,84 C	- -
-	0,2	9	2,15 A	1,69 AB	1,92 A	1,76 ABC	1,59 ABC	1,34 AB	- -
-	0,2	16	2,17 A	1,71 AB	1,94 A	1,79 AB	1,65 AB	1,30 AB	- -
-	0,4	1	1,65 AB	1,21 BC	1,43 AB	1,21 CD	1,00 CD	0,77 C	- -
-	0,4	9	1,67 AB	1,40 ABC	1,54 AB	1,36 ABCD	1,19 ABCD	0,96 ABC	- -
-	0,4	16	1,67 AB	1,38 ABC	1,52 AB	1,46 ABCD	1,40 ABCD	1,15 ABC	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice H – Teor médio de S (enxofre), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo							
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m	
			Média							
Efeito dose de calcário + gesso										
0,0	-	-	5,40 B	-	-	-	-	-	-	-
3,0	-	-	5,90 A	-	-	-	-	-	-	-
Efeito doses de potássio										
-	0,0	-	-	-	-	-	-	-	9,50 B	-
-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	16,43 A	-
-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	11,44 B	-
-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	12,19 AB	-
Efeito do tempo										
-	-	1	6,64 A	5,32 A	5,98 A	5,34 A	4,59 A	10,00 B	9,30 B	-
-	-	9	5,84 B	4,52 B	5,18 B	5,32 A	4,81 A	10,34 B	11,64 AB	-
-	-	16	4,48 C	3,29 C	3,89 C	3,42 B	4,72 B	16,83 A	16,78 A	-
Interação Calcário + Gesso X Potássio										
0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Interação calcário + gesso X tempo										
0,0	-	1	6,64 A	-	6,10 A	-	-	-	-	-
0,0	-	9	5,11 B	-	4,69 B	-	-	-	-	-
0,0	-	16	4,45 B	-	4,02 B	-	-	-	-	-
3,0	-	1	6,64 A	-	5,86 A	-	-	-	-	-
3,0	-	9	6,56 A	-	5,66 A	-	-	-	-	-
3,0	-	16	4,51 B	-	3,76 B	-	-	-	-	-
Interação potássio X tempo										
-	0,0	1	6,59 ABC	6,01 A	6,30 A	-	-	-	-	-
-	0,0	9	5,72 ABCD	4,85 ABC	5,29 ABC	-	-	-	-	-
-	0,0	16	4,85 CDE	3,24 CD	4,04 CD	-	-	-	-	-
-	0,1	1	6,70 AB	5,55 AB	6,12 AB	-	-	-	-	-
-	0,1	9	6,07 ABCD	3,99 BCD	5,03 ABC	-	-	-	-	-
-	0,1	16	5,20 BCDE	4,04 BCD	4,62 BC	-	-	-	-	-
-	0,2	1	6,12 ABCD	4,28 ABCD	5,20 ABC	-	-	-	-	-
-	0,2	9	5,43 ABCD	4,39 ABC	4,91 ABC	-	-	-	-	-
-	0,2	16	4,62 DE	3,35 CD	3,99 CD	-	-	-	-	-
-	0,4	1	7,16 A	5,43 AB	6,30 A	-	-	-	-	-
-	0,4	9	6,12 ABCD	4,85 ABC	5,49 ABC	-	-	-	-	-
-	0,4	16	3,24 E	2,54 D	2,89 D	-	-	-	-	-
Interação calcário + gesso X potássio X tempo										
0,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-	-

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice I – Teor médio de P (fósforo), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	79,42 A	- -	61,97 A	- -	- -	3,70 B	- -
3,0	-	-	59,44 B	- -	45,59 B	- -	- -	6,60 A	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
-	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Efeito do tempo									
-	-	1	- -	- -	- -	- -	17,78 A	9,36 A	7,51 A
-	-	9	- -	- -	- -	- -	12,56 B	3,40 B	1,06 C
-	-	16	- -	- -	- -	- -	8,46 C	2,70 B	1,41 B
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	77,21 AB	- -	- -	- -	16,50 A	6,92 AB	- -
0,0	-	9	82,04 A	- -	- -	- -	9,35 BC	1,93 D	- -
0,0	-	16	79,02 AB	- -	- -	- -	8,21 C	2,26 D	- -
3,0	-	1	57,79 B	- -	- -	- -	19,06 A	11,80 A	- -
3,0	-	9	57,70 B	- -	- -	- -	15,77 AB	4,86 BC	- -
3,0	-	16	62,83 AB	- -	- -	- -	8,71 C	3,14 CD	- -
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	- -	- -	- -	- -	10,74 AB	3,83 BC	2,32 BC
-	0,0	9	- -	- -	- -	- -	11,73 AB	3,54 BC	0,83 D
-	0,0	16	- -	- -	- -	- -	8,38 B	2,84 BC	2,17 BC
-	0,1	1	- -	- -	- -	- -	13,65 AB	5,48 AB	3,94 AB
-	0,1	9	- -	- -	- -	- -	9,43 B	3,27 BC	1,01 D
-	0,1	16	- -	- -	- -	- -	9,55 B	3,53 BC	1,31 BCD
-	0,2	1	- -	- -	- -	- -	22,74 A	13,77 A	11,20 A
-	0,2	9	- -	- -	- -	- -	15,85 AB	3,48 BC	0,97 CD
-	0,2	16	- -	- -	- -	- -	8,80 B	2,36 BC	0,95 CD
-	0,4	1	- -	- -	- -	- -	23,99 A	14,36 A	12,58 A
-	0,4	9	- -	- -	- -	- -	13,22 AB	3,29 BC	1,44 CD
-	0,4	16	- -	- -	- -	- -	7,11 B	2,07 C	1,21 BCD
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice J – Teor médio de K (potássio), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálci o (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	-	-	-	-	-	60,52 B	43,1 B
-	0,1	-	-	-	-	-	-	95,93 A	70,2 A
-	0,2	-	-	-	-	-	-	80,32 AB	58,6 A
-	0,4	-	-	-	-	-	-	73,78 AB	57,9 A
Efeito do tempo									
-	-	1	260,0 B	148,4 B	204,2 B	152,6 B	101,1 B	64,08 B	44,1 C
-	-	9	344,9 A	238,6 A	291,7 A	219,4 A	147,1 A	92,41 A	73,1 A
-	-	16	352,5 A	232,4 A	292,5 A	217,2 A	142,0 A	76,41 B	55,2 B
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	-	-	-	-	-	57,50 C	38,7 C
0,0	-	9	-	-	-	-	-	83,08 AB	70,7 A
0,0	-	16	-	-	-	-	-	82,67 AB	67,5 AB
3,0	-	1	-	-	-	-	-	70,67 BC	49,5 B
3,0	-	9	-	-	-	-	-	101,7 A	75,4 A
3,0	-	16	-	-	-	-	-	70,17 BC	43,0 C
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	277,0 CDE	-	215,9 CD	160,1 BC	-	49,93 B	32,4 C
-	0,0	9	272,5 CDE	-	228,7 ABC	176,7 AB	-	65,30 AB	50,3 B
-	0,0	16	301,0 BCDE	-	244,0 ABC	181,3 AB	-	66,33 AB	46,6 C
-	0,1	1	278,8 CDE	-	223,3 BCD	167,7 AB	-	70,07 AB	49,3 B
-	0,1	9	299,3 BCDE	-	257,0 ABC	200,1 AB	-	104,7 A	78,8 AB
-	0,1	16	411,3 AB	-	348,0 AB	264,1 A	-	113,0 A	82,6 A
-	0,2	1	230,6 E	-	186,1 D	140,8 C	-	68,67 AB	47,9 C
-	0,2	9	385,9 ABC	-	333,3 AB	250,7 A	-	98,63 A	80,2 A
-	0,2	16	366,6 ABCD	-	300,3 ABC	216,1 AB	-	73,67 AB	47,8 C
-	0,4	1	253,6 DE	-	191,4 D	141,9 C	-	67,67 AB	46,8 C
-	0,4	9	422,0 A	-	348,0 A	250,1 AB	-	101,0 A	83,1 A
-	0,4	16	331,3 ABCD	-	277,6 ABC	207,5 AB	-	52,67 B	44,0 C
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice K – Teor médio dos nutrientes foliares da cultura da soja safra 2012/13 em função tratamentos e suas interações, e produtividade da cultura. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Nutriente									Produtividade ¹²
		N ³	P ⁴	K ⁵	Ca ⁶	Mg ⁷	Ca/Mg ⁸	(Ca+Mg)/K ⁹	Ca/K ¹⁰	Mg/K ¹¹	
Média											
Efeito dose de calcário + gesso											
0,0	-	4,17 B	- -	- -	- -	- -	- -	1,99 B	0,10 B	- -	- -
3,0	-	4,49 A	- -	- -	- -	- -	- -	2,25 A	0,11 A	- -	- -
Efeito doses de Potássio											
-	0,0	4,08 B	0,11 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3555,98 A
-	0,1	4,43 AB	0,12 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3171,08 B
-	0,2	4,66 A	0,14 A	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3084,00 B
-	0,4	4,14 B	0,13 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	3135,31 B
Interação Calcário + Gesso X Potássio											
0,0	0,0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05 "-" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado. ³Nitrogênio (%); ⁴Fósforo (%); ⁵Potássio (%); ⁶Cálcio (%); ⁷Magnésio (%); ⁸Relação cálcio/magnésio; ⁹Relação (cálcio + magnésio)/ potássio; ¹⁰Relação Cálcio/potássio; ¹¹Relação magnésio/potássio; ¹²produtividade da soja (Kg ha⁻¹).

Apêndice L – Teor médio dos nutrientes foliares da cultura da soja safra 2013/14 em função tratamentos e suas interações, e produtividade da cultura. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Nutriente									Produtividade ¹²
		N ³	P ⁴	K ⁵	Ca ⁶	Mg ⁷	Ca/Mg ⁸	(Ca+Mg)/K ⁹	Ca/K ¹⁰	Mg/K ¹¹	
Média											
Efeito dose de calcário + gesso											
0,0	-	- -	- -	- -	1,82 B	1,33 A	1,38 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	- -	- -	- -	1,90 A	1,24 B	1,54 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de Potássio											
-	0,0	3,25 B	0,12 D	- -	1,81 B	- -	- -	- -	0,19 AB	- -	3496,62 A
-	0,1	3,71 A	0,18 B	- -	1,85 B	- -	- -	- -	0,18 B	- -	3450,58 AB
-	0,2	3,76 A	0,17 C	- -	1,80 B	- -	- -	- -	0,18 B	- -	3559,87 A
-	0,4	3,75 A	0,19 A	- -	2,01 A	- -	- -	- -	0,20 A	- -	3087,71 B
Interação Calcário + Gesso X Potássio											
0,0	0,0	- -	0,14 E	- -	1,73 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	- -	0,18 C	- -	1,85 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	- -	0,17 CD	- -	1,82 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	- -	0,20 A	- -	1,88 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	- -	0,11 E	- -	1,88 AB	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	- -	0,19 B	- -	1,85 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	- -	0,16 D	- -	1,77 B	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	- -	0,18 C	- -	2,13 A	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05 "-" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado. ³Nitrogênio (%); ⁴Fósforo (%); ⁵Potássio (%); ⁶Cálcio (%); ⁷Magnésio (%); ⁸Relação cálcio/magnésio; ⁹Relação (cálcio + magnésio)/ potássio; ¹⁰Relação Cálcio/potássio; ¹¹Relação magnésio/potássio; ¹²produtividade da soja (Kg ha⁻¹).

Apêndice M – Relação média de Ca/Mg, em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo							
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m	
			Média							
Efeito dose de calcário + gesso										
0,0	-	-	- -	2,69 B	2,82 B	2,54 B	2,26 B	1,92 B	- -	- -
3,0	-	-	- -	3,07 A	3,15 A	2,80 A	2,45 A	2,10 A	- -	- -
Efeito doses de potássio										
-	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1,71 B
-	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1,92 A
-	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1,91 A
-	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	1,78 AB
Efeito do tempo										
-	-	1	- -	- -	- -	2,66 AB	2,35 A	2,02 AB	1,91 A	1,91 A
-	-	9	- -	- -	- -	2,56 B	2,19 B	1,89 B	1,56 B	1,56 B
-	-	16	- -	- -	- -	2,79 A	2,51 A	2,12 A	2,01 A	2,01 A
Interação calcário + gesso X potássio										
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	1,75 B	1,66 B	1,66 B
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	2,04 AB	1,91 AB	1,91 AB
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	1,88 AB	1,75 AB	1,75 AB
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	2,03 A	1,88 AB	1,88 AB
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	2,30 A	1,76 AB	1,76 AB
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	2,05 A	1,92 AB	1,92 AB
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	2,08 A	2,07 A	2,07 A
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	1,96 AB	1,67 B	1,67 B
Interação calcário + gesso X tempo										
0,0	-	1	- -	2,67 C	2,68 B	- -	- -	2,02 A	- -	- -
0,0	-	9	- -	2,69 C	2,83 AB	- -	- -	1,66 B	- -	- -
0,0	-	16	- -	2,71 BC	2,94 AB	- -	- -	2,09 A	- -	- -
3,0	-	1	- -	3,21 A	3,26 A	- -	- -	2,01 A	- -	- -
3,0	-	9	- -	2,80 C	3,02 AB	- -	- -	2,11 A	- -	- -
3,0	-	16	- -	3,20 AB	3,19 A	- -	- -	2,16 A	- -	- -
Interação potássio X tempo										
-	0,0	1	- -	2,60 B	- -	2,47 B	2,08 C	1,66 D	1,57 CD	1,57 CD
-	0,0	9	- -	2,77 AB	- -	2,54 AB	2,20 ABC	2,19 ABCD	1,37 D	1,37 D
-	0,0	16	- -	2,91 AB	- -	2,79 AB	2,56 ABC	2,21 AB	2,19 A	2,19 A
-	0,1	1	- -	2,81 AB	- -	2,52 AB	2,28 ABC	1,96 ABCD	1,85 ABCD	1,85 ABCD
-	0,1	9	- -	2,66 AB	- -	2,48 B	2,12 C	1,76 BCD	1,56 CD	1,56 CD
-	0,1	16	- -	3,22 AB	- -	3,00 A	2,68 A	2,40 A	2,35 A	2,35 A
-	0,2	1	- -	2,92 AB	- -	2,70 AB	2,39 ABC	2,21 ABC	2,15 AB	2,15 AB
-	0,2	9	- -	2,82 AB	- -	2,58 AB	2,18 BC	1,69 CD	1,64 BCD	1,64 BCD
-	0,2	16	- -	2,93 AB	- -	2,69 AB	2,42 ABC	2,06 ABCD	1,95 ABCD	1,95 ABCD
-	0,4	1	- -	3,41 A	- -	2,97 AB	2,66 AB	2,24 AB	2,08 AB	2,08 AB
-	0,4	9	- -	2,73 B	- -	2,63 AB	2,26 ABC	1,91 ABCD	1,68 BCD	1,68 BCD
-	0,4	16	- -	2,75 AB	- -	2,67 AB	2,37 ABC	1,83 BCD	1,58 CD	1,58 CD
Interação calcário + gesso X potássio X tempo										
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice N – Relação média de Ca/K, em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	5,75 B	6,86 B	6,86 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	-	8,62 A	9,10 A	9,10 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	8,35 A	10,87 A	9,61 A	12,00 A	14,40 A	19,53 A	17,70 A
-	0,1	-	6,71 B	7,67 B	7,19 B	7,78 B	8,38 B	8,91 B	10,07 B
-	0,2	-	7,30 AB	8,24 B	7,77 B	8,98 AB	10,19 AB	12,45 B	14,61 AB
-	0,4	-	6,38 B	8,31 B	7,34 B	8,45 B	9,55 AB	12,44 B	13,68 B
Efeito do tempo									
-	-	1	- -	10,85 A	9,15 A	10,49 A	11,83 A	13,47 A	15,56 A
-	-	9	- -	7,50 B	7,33 B	8,28 B	9,23 B	11,33 B	8,93 B
-	-	16	- -	7,95 B	7,45 B	9,14 AB	10,83 A	15,19 A	17,55 A
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	16,33 AB
0,0	-	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	8,54 D
0,0	-	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	11,62 BCD
3,0	-	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	14,78 ABC
3,0	-	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	9,32 CD
3,0	-	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	23,48 A
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	7,84 A	- -	10,36 A	- -	- -	- -	- -
-	0,0	9	8,31 A	- -	9,27 AB	- -	- -	- -	- -
-	0,0	16	8,88 A	- -	9,19 AB	- -	- -	- -	- -
-	0,1	1	6,17 AB	- -	7,59 ABC	- -	- -	- -	- -
-	0,1	9	8,12 A	- -	7,73 ABC	- -	- -	- -	- -
-	0,1	16	5,83 AB	- -	6,25 BC	- -	- -	- -	- -
-	0,2	1	7,79 A	- -	8,43 AB	- -	- -	- -	- -
-	0,2	9	7,18 AB	- -	7,00 ABC	- -	- -	- -	- -
-	0,2	16	6,94 AB	- -	7,89 ABC	- -	- -	- -	- -
-	0,4	1	8,00 A	- -	10,24 A	- -	- -	- -	- -
-	0,4	9	4,97 B	- -	5,32 C	- -	- -	- -	- -
-	0,4	16	6,16 AB	- -	6,48 BC	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice O – Relação média de Mg/K, em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	1,99 B	- -	2,49 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	-	2,68 A	- -	2,91 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	2,70 A	4,00 A	3,35 A	4,93 A	6,50 A	10,15 A	10,81 A
-	0,1	-	2,23 B	2,66 B	2,44 B	3,00 B	3,56 B	4,34 C	5,30 B
-	0,2	-	2,37 AB	2,86 B	2,61 B	3,51 AB	4,40 AB	6,29 B	7,71 B
-	0,4	-	2,04 B	2,77 B	2,40 B	3,17 B	3,93 B	6,47 BC	8,71 B
Efeito do tempo									
-	-	1	2,47 A	3,75 A	3,11 A	4,12 A	- -	- -	8,67 A
-	-	9	2,32 AB	2,77 B	2,54 B	3,40 B	- -	- -	5,91 B
-	-	16	2,21 B	2,70 B	2,46 B	3,43 AB	- -	- -	9,80 A
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	2,29 BCD	- -	- -	- -	- -	9,94 A	- -
0,0	0,1	-	1,84 D	- -	- -	- -	- -	4,71 B	- -
0,0	0,2	-	1,96 CD	- -	- -	- -	- -	6,54 AB	- -
0,0	0,4	-	1,85 D	- -	- -	- -	- -	4,21 B	- -
3,0	0,0	-	3,11 A	- -	- -	- -	- -	10,36 A	- -
3,0	0,1	-	2,61 ABC	- -	- -	- -	- -	3,98 B	- -
3,0	0,2	-	2,77 AB	- -	- -	- -	- -	6,04 AB	- -
3,0	0,4	-	2,23 BCD	- -	- -	- -	- -	8,73 AB	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	2,38 A	- -	3,13 A	- -	- -	- -	9,17 AB
0,0	-	9	1,91 B	- -	2,32 BC	- -	- -	- -	5,95 B
0,0	-	16	1,66 B	- -	2,03 C	- -	- -	- -	5,82 B
3,0	-	1	2,56 A	- -	3,09 A	- -	- -	- -	8,18 AB
3,0	-	9	2,72 A	- -	2,76 AB	- -	- -	- -	5,87 B
3,0	-	16	2,76 A	- -	2,88 AB	- -	- -	- -	13,79 A
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	2,50 AB	- -	3,72 A	- -	- -	12,93 A	14,55 A
-	0,0	9	2,77 A	- -	3,28 AB	- -	- -	10,13 AB	9,39 AB
-	0,0	16	2,83 A	- -	3,06 AB	- -	- -	7,41 AB	8,48 ABC
-	0,1	1	2,28 ABCD	- -	2,73 ABC	- -	- -	5,52 ABCD	6,88 ABCD
-	0,1	9	2,68 AB	- -	2,71 ABC	- -	- -	3,85 CD	4,68 BCD
-	0,1	16	1,72 CD	- -	1,89 C	- -	- -	3,66 D	4,35 D
-	0,2	1	2,52 AB	- -	2,83 ABC	- -	- -	5,20 ABCD	6,44 ABCD
-	0,2	9	2,26 ABCD	- -	2,36 BC	- -	- -	5,61 ABCD	5,23 BCD
-	0,2	16	2,32 ABC	- -	2,64 ABC	- -	- -	8,06 ABC	11,45 ABC
-	0,4	1	2,59 AB	- -	3,16 AB	- -	- -	4,86 BCD	6,83 ABCD
-	0,4	9	1,55 D	- -	1,83 C	- -	- -	3,77 D	4,36 CD
-	0,4	16	1,97 BCD	- -	2,23 BC	- -	- -	10,77 AB	14,93 AB
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	2,28 CDEFGH	- -	- -	4,86 AB	6,34 AB	- -	11,81 ABCD
0,0	0,0	9	2,45 ABCDEFG	- -	- -	5,32 AB	7,57 AB	- -	9,41 ABCD
0,0	0,0	16	2,14 DEFG	- -	- -	4,36 AB	6,11 AB	- -	8,40 ABCD
0,0	0,1	1	2,20 CDEFGH	- -	- -	3,84 AB	4,93 AB	- -	8,20 ABCD
0,0	0,1	9	1,99 DEFG	- -	- -	2,92 AB	3,51 AB	- -	4,57 BCD
0,0	0,1	16	1,34 G	- -	- -	2,42 B	3,16 AB	- -	3,44 D
0,0	0,2	1	2,29 CDEFGH	- -	- -	3,99 AB	5,16 AB	- -	8,15 ABCD
0,0	0,2	9	1,80 EFG	- -	- -	3,43 AB	4,79 AB	- -	6,18 ABCD
0,0	0,2	16	1,79 EFG	- -	- -	3,16 AB	4,17 AB	- -	6,10 ABCD
0,0	0,4	1	2,75 ABCDE	- -	- -	4,20 AB	4,84 AB	- -	8,52 ABCD
0,0	0,4	9	1,41 FG	- -	- -	2,64 AB	3,44 AB	- -	3,66 D
0,0	0,4	16	1,38 FG	- -	- -	2,30 B	2,93 AB	- -	5,33 ABCD
3,0	0,0	1	2,72 ABCDE	- -	- -	6,64 A	9,21 A	- -	17,29 AB
3,0	0,0	9	3,09 ABCD	- -	- -	4,65 AB	5,82 AB	- -	9,37 ABCD
3,0	0,0	16	3,51 AB	- -	- -	3,74 AB	3,98 AB	- -	8,57 ABCD
3,0	0,1	1	2,35 BDEFGH	- -	- -	3,14 AB	3,57 AB	- -	5,55 ABCD
3,0	0,1	9	3,38 AC	- -	- -	3,15 AB	3,21 AB	- -	4,80 BCD
3,0	0,1	16	2,10 DEFG	- -	- -	2,53 B	2,95 B	- -	5,25 ABCD
3,0	0,2	1	2,75 ABCDE	- -	- -	3,03 AB	3,22 AB	- -	4,74 BCD
3,0	0,2	9	2,72 ABCDE	- -	- -	2,75 AB	2,84 AB	- -	4,27 CD
3,0	0,2	16	2,86 ABCDE	- -	- -	4,68 AB	6,22 AB	- -	16,79 ABC
3,0	0,4	1	2,42 ABCDEFG	- -	- -	3,28 AB	3,81 AB	- -	5,13 ABCD
3,0	0,4	9	1,68 EFG	- -	- -	2,32 B	2,80 AB	- -	5,06 ABCD
3,0	0,4	16	2,57 ABCDEF	- -	- -	4,26 AB	5,75 AB	- -	24,53 A

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice P – Relação média de (Ca + Mg)/K, em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	7,74 B	- -	9,35 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	-	11,30 A	- -	12,01 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	11,05 A	14,87 A	12,95 A	16,93 A	20,90 A	29,69 A	28,51 A
-	0,1	-	8,93 B	10,33 B	9,63 B	10,79 B	11,94 B	13,25 C	15,37 B
-	0,2	-	9,67 AB	11,10 B	10,38 B	12,49 AB	14,59 AB	18,74 B	22,32 B
-	0,4	-	8,41 B	11,08 B	9,75 B	11,61 B	13,48 AB	18,91 BC	22,39 B
Efeito do tempo									
-	-	1	- -	14,60 A	12,26 A	14,61 A	16,96 A	20,60 A	24,24 A
-	-	9	- -	10,28 B	9,87 B	11,67 B	13,47 B	17,17 B	14,85 B
-	-	16	- -	10,65 B	9,91 B	12,58 AB	15,24 AB	22,67 A	27,35 A
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	26,63 A	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	14,37 B	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	18,77 AB	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	12,82 B	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	32,74 A	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	12,12 B	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	18,70 AB	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	25,00 AB	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	8,78 BC	- -	- -	- -	17,11 A	- -	25,51 AB
0,0	-	9	7,56 CD	- -	- -	- -	14,95 AB	- -	14,50 C
0,0	-	16	6,86 D	- -	- -	- -	13,58 AB	- -	17,44 BC
3,0	-	1	11,07 AB	- -	- -	- -	16,82 AB	- -	22,96 ABC
3,0	-	9	11,36 A	- -	- -	- -	12,00 B	- -	15,20 C
3,0	-	16	11,46 A	- -	- -	- -	16,91 A	- -	37,27 A
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	10,35 AB	- -	14,08 A	- -	- -	33,32 A	- -
-	0,0	9	11,08 A	- -	12,54 ABC	- -	- -	32,19 A	- -
-	0,0	16	11,71 A	- -	12,25 ABC	- -	- -	23,56 AB	- -
-	0,1	1	8,45 ABC	- -	10,32 ABCD	- -	- -	16,58 ABC	- -
-	0,1	9	10,80 A	- -	10,44 ABCD	- -	- -	10,69 C	- -
-	0,1	16	7,55 BC	- -	8,14 CD	- -	- -	12,48 BC	- -
-	0,2	1	10,31 AB	- -	11,26 ABCD	- -	- -	16,49 ABC	- -
-	0,2	9	9,44 ABC	- -	9,36 BCD	- -	- -	14,87 ABC	- -
-	0,2	16	9,26 ABC	- -	10,53 ABCD	- -	- -	24,85 AB	- -
-	0,4	1	10,59 AB	- -	13,39 AB	- -	- -	16,02 ABC	- -
-	0,4	9	6,52 C	- -	7,15 D	- -	- -	10,95 C	- -
-	0,4	16	8,13 ABC	- -	8,70 CD	- -	- -	29,77 AB	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05 "-" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice Q – Relação média de Ca% (Saturação de Ca), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo							
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,00 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m	
			Média							
Efeito dose de calcário + gesso										
0,0	-	-	27,49 B	24,34 B	25,92 B	23,09 B	- -	- -	9,50 B	
3,0	-	-	41,40 A	27,07 A	34,23 A	27,28 A	- -	- -	11,34 A	
Efeito doses de potássio										
-	0,0	-	- -	27,77 A	- -	27,70 A	23,9656 A	17,09 A	- -	
-	0,1	-	- -	22,74 B	- -	22,85 B	17,4685 B	10,90 B	- -	
-	0,2	-	- -	27,06 A	- -	26,30 AB	20,9248 AB	13,88 AB	- -	
-	0,4	-	- -	25,24 AB	- -	23,89 AB	18,8128 AB	12,47 AB	- -	
Efeito do tempo										
-	-	1	28,96 B	23,21 B	26,08 B	22,10 B	18,12 B	- -	10,17 AB	
-	-	9	37,27 A	26,20 AB	31,74 A	25,78 A	19,82 AB	- -	9,36 B	
-	-	16	37,10 A	27,71 A	32,41 A	27,67 A	22,94 A	- -	11,73 A	
Interação calcário + gesso X potássio										
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
Interação calcário + gesso X tempo										
0,0	-	1	25,46 C	- -	23,86 B	- -	- -	- -	- -	
0,0	-	9	28,42 BC	- -	26,81 B	- -	- -	- -	- -	
0,0	-	16	28,60 BC	- -	27,08 B	- -	- -	- -	- -	
3,0	-	1	32,45 B	- -	28,30 B	- -	- -	- -	- -	
3,0	-	9	46,13 A	- -	36,66 A	- -	- -	- -	- -	
3,0	-	16	45,61 A	- -	37,74 A	- -	- -	- -	- -	
Interação potássio X tempo										
-	0,0	1	- -	- -	- -	- -	25,83 AB	- -	- -	
-	0,0	9	- -	- -	- -	- -	25,80 AB	- -	- -	
-	0,0	16	- -	- -	- -	- -	20,27 AB	- -	- -	
-	0,1	1	- -	- -	- -	- -	14,27 B	- -	- -	
-	0,1	9	- -	- -	- -	- -	15,56 AB	- -	- -	
-	0,1	16	- -	- -	- -	- -	22,57 AB	- -	- -	
-	0,2	1	- -	- -	- -	- -	15,08 AB	- -	- -	
-	0,2	9	- -	- -	- -	- -	21,01 AB	- -	- -	
-	0,2	16	- -	- -	- -	- -	26,69 A	- -	- -	
-	0,4	1	- -	- -	- -	- -	17,31 AB	- -	- -	
-	0,4	9	- -	- -	- -	- -	16,90 AB	- -	- -	
-	0,4	16	- -	- -	- -	- -	22,23 AB	- -	- -	
Interação Calcário + Gesso X Potássio X Tempo										
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice R – Relação média de Mg% (Saturação de Mg), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS.

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	9,46 B	- -	9,32 B	- -	- -	- -	- -
3,0	-	-	13,10 A	- -	11,05 A	- -	- -	- -	- -
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	- -	10,28 A	- -	10,83 A	10,80 A	8,91 A	- -
-	0,1	-	- -	7,90 B	- -	8,44 B	7,38 B	5,42 B	- -
-	0,2	-	- -	9,38 AB	- -	9,83 AB	9,04 AB	7,15 AB	- -
-	0,4	-	- -	8,81 AB	- -	8,81 B	7,86 B	6,40 AB	- -
Efeito do tempo									
-	-	1	9,92 B	8,12 B	- -	8,51 B	- -	6,36 B	- -
-	-	9	12,08 A	9,63 A	- -	9,93 A	- -	7,50 A	- -
-	-	16	11,83 A	9,53 AB	- -	10,00 A	- -	7,05 AB	- -
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	-	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	9,70 B	- -	9,12 B	- -	- -	5,56 B	- -
0,0	-	9	9,60 B	- -	9,49 B	- -	- -	8,05 A	- -
0,0	-	16	9,09 B	- -	9,35 B	- -	- -	6,55 AB	- -
3,0	-	1	10,14 B	- -	8,92 B	- -	- -	7,17 AB	- -
3,0	-	9	14,57 A	- -	12,22 A	- -	- -	6,95 AB	- -
3,0	-	16	14,58 A	- -	12,01 A	- -	- -	7,54 AB	- -
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	- -	11,04 AB	- -	11,65 A	12,63 A	- -	- -
-	0,0	9	- -	10,26 ABC	- -	11,23 AB	11,72 AB	- -	- -
-	0,0	16	- -	9,53 ABC	- -	9,61 ABC	8,06 ABC	- -	- -
-	0,1	1	- -	6,97 BC	- -	7,43 BC	6,28 C	- -	- -
-	0,1	9	- -	9,10 ABC	- -	9,04 ABC	7,28 ABC	- -	- -
-	0,1	16	- -	7,63 ABC	- -	8,87 ABC	8,58 ABC	- -	- -
-	0,2	1	- -	6,83 C	- -	7,12 C	6,31 BC	- -	- -
-	0,2	9	- -	9,97 ABC	- -	10,69 ABC	9,68 ABC	- -	- -
-	0,2	16	- -	11,35 A	- -	11,68 A	11,14 ABC	- -	- -
-	0,4	1	- -	7,66 ABC	- -	7,84 ABC	6,76 BC	- -	- -
-	0,4	9	- -	9,18 ABC	- -	8,76 ABC	7,34 ABC	- -	- -
-	0,4	16	- -	9,59 ABC	- -	9,83 ABC	9,48 ABC	- -	- -
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
0,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,0	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,1	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,2	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	1	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	9	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
3,0	0,4	16	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice S – Relação média de K% (Saturação de K), em função das coletas, tratamentos e suas interações por camada de solo analisada. Estrela Velha, RS

Cálcio (Ca) ¹	Potássio (K ₂ O) ²	Coleta (meses)	Camada do solo						
			0,0 a 0,05m	0,05 a 0,10m	0,0 a 0,10m	0,0 a 0,20m	0,10 a 0,20m	0,20 a 0,40m	0,40 a 0,60m
			Média						
Efeito dose de calcário + gesso									
0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Efeito doses de potássio									
-	0,0	-	4,31 B	-	3,52 B	-	-	-	0,64 B
-	0,1	-	5,20 A	-	4,28 AB	-	-	-	1,02 A
-	0,2	-	5,10 AB	-	4,29 A	-	-	-	0,88 A
-	0,4	-	5,51 A	-	4,52 A	-	-	-	1,06 A
Efeito do tempo									
-	-	1	4,07 B	2,25 B	3,16 B	2,41 B	1,67 B	1,04 B	0,74 B
-	-	9	5,52 A	3,73 A	4,63 A	3,47 A	2,31 A	1,41 A	1,13 A
-	-	16	5,50 A	3,84 A	4,67 A	3,52 A	2,37 A	1,17 AB	0,84 B
Interação calcário + gesso X potássio									
0,0	0,0	-	-	-	3,87 AB	-	-	-	-
0,0	0,1	-	-	-	4,14 AB	-	-	-	-
0,0	0,2	-	-	-	4,41 A	-	-	-	-
0,0	0,4	-	-	-	4,09 AB	-	-	-	-
3,0	0,0	-	-	-	3,16 B	-	-	-	-
3,0	0,1	-	-	-	4,42 A	-	-	-	-
3,0	0,2	-	-	-	4,17 AB	-	-	-	-
3,0	0,4	-	-	-	4,95 A	-	-	-	-
Interação calcário + gesso X tempo									
0,0	-	1	-	-	-	-	-	0,89 B	0,63 B
0,0	-	9	-	-	-	-	-	1,34 A	1,09 A
0,0	-	16	-	-	-	-	-	1,28 AB	1,02 A
3,0	-	1	-	-	-	-	-	1,19 AB	0,85 AB
3,0	-	9	-	-	-	-	-	1,47 A	1,17 A
3,0	-	16	-	-	-	-	-	1,06 AB	0,66 B
Interação potássio X tempo									
-	0,0	1	4,15 CDE	-	3,23 CD	-	-	-	0,48 D
-	0,0	9	4,12 CDE	-	3,46 BCD	-	-	-	0,80 BCD
-	0,0	16	4,65 ABCDE	-	3,86 ABCD	-	-	-	0,65 CD
-	0,1	1	4,54 BCDE	-	3,45 BCD	-	-	-	0,75 BCD
-	0,1	9	4,69 ABCDE	-	4,02 ABCD	-	-	-	1,13 ABC
-	0,1	16	6,38 AB	-	5,37 AB	-	-	-	1,20 AB
-	0,2	1	3,57 E	-	2,91 D	-	-	-	0,75 BCD
-	0,2	9	6,10 ABC	-	5,16 AB	-	-	-	1,17 AB
-	0,2	16	5,63 ABCD	-	4,80 ABC	-	-	-	0,73 BCD
-	0,4	1	4,01 DE	-	3,05 D	-	-	-	0,99 ABCD
-	0,4	9	7,16 A	-	5,86 A	-	-	-	1,40 A
-	0,4	16	5,35 ABCDE	-	4,65 ABC	-	-	-	0,79 BCD
Interação calcário + gesso X potássio X tempo									
0,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-
0,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,0	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,1	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,2	16	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	1	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	9	-	-	-	-	-	-	-
3,0	0,4	16	-	-	-	-	-	-	-

p > 0,05" (não significativo). Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05). Coleta: 1 – Caracterização inicial da área; 9 – 9 meses após distribuição de corretivos; 16 – 16 meses após distribuição de corretivos. ¹Mg ha⁻¹ de Ca (calcário + gesso) adicionado; ²Mg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) adicionado.

Apêndice T - Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 9 (0,0 a 0,10 m), produtividade e dados teores foliares da soja 2012/13.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	0,49	0,77	0,75	-0,72	0,62	0,48	0,01	0,73
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	0,10	0,13	0,24	-0,21	-0,19	-0,29	0,64	0,01
S	5,18	1,01	0,49	0,10	1,00	0,55	0,57	-0,58	0,48	0,42	0,00	0,57
pH	5,13	0,28	0,77	0,13	0,55	1,00	0,96	-0,94	0,74	0,70	0,33	0,89
SMP	5,44	0,22	0,75	0,24	0,57	0,96	1,00	-0,99	0,75	0,67	0,29	0,92
H_Al	8,73	1,89	-0,72	-0,21	-0,58	-0,94	-0,99	1,00	-0,80	-0,69	-0,27	-0,95
Ca	5,12	0,94	0,62	-0,19	0,48	0,74	0,75	-0,80	1,00	0,78	0,03	0,94
Mg	1,75	0,31	0,48	-0,29	0,42	0,70	0,67	-0,69	0,78	1,00	0,01	0,74
K	291,78	73,69	0,01	0,64	0,00	0,33	0,29	-0,27	0,03	0,01	1,00	0,13
Sat. Ca	31,74	6,89	0,73	0,01	0,57	0,89	0,92	-0,95	0,94	0,74	0,13	1,00
Sat. Mg	10,85	2,26	0,62	-0,08	0,52	0,86	0,86	-0,86	0,75	0,94	0,12	0,82
Sat. K	4,63	1,36	0,18	0,69	0,15	0,49	0,48	-0,45	0,10	0,08	0,97	0,27
CTC	16,34	1,11	-0,57	-0,48	-0,47	-0,71	-0,81	0,79	-0,29	-0,23	-0,27	-0,59
P	54,72	19,11	-0,52	0,10	-0,41	-0,33	-0,34	0,32	-0,30	-0,24	0,16	-0,35
Rel. Ca/Mg	2,92	0,37	0,26	0,15	0,15	0,15	0,21	-0,27	0,43	-0,22	0,07	0,41
Rel. Ca/K	7,33	2,23	0,40	-0,64	0,41	0,20	0,22	-0,27	0,58	0,49	-0,76	0,46
Rel. Mg/K	2,54	0,79	0,29	-0,67	0,40	0,15	0,14	-0,18	0,43	0,57	-0,77	0,32
Rel. (Ca+Mg)/K	9,87	2,98	0,37	-0,66	0,41	0,19	0,20	-0,25	0,55	0,52	-0,78	0,43
V%	47,22	9,31	0,72	0,09	0,57	0,94	0,96	-0,97	0,89	0,78	0,27	0,98
Al	1,04	0,46	-0,54	0,11	-0,42	-0,83	-0,82	0,86	-0,83	-0,80	-0,24	-0,88
Sat. Al	13,11	6,70	-0,50	0,17	-0,42	-0,78	-0,77	0,83	-0,88	-0,82	-0,21	-0,88
M.O.	44,88	4,69	0,11	0,03	0,04	0,35	0,31	-0,37	0,52	0,47	0,37	0,44
Produtividade da Soja	3236,59	342,80	0,68	-0,39	0,41	0,43	0,39	-0,40	0,49	0,32	-0,32	0,50
Foliar N	4,33	0,40	0,40	0,01	-0,19	0,36	0,36	-0,35	0,36	0,25	0,12	0,38
Foliar P	0,12	0,01	0,30	0,34	-0,12	0,34	0,32	-0,30	0,24	0,26	0,38	0,27
Foliar K	1,21	0,10	-0,24	0,16	-0,36	-0,40	-0,44	0,49	-0,45	-0,51	0,16	-0,48
Foliar Ca	1,27	0,19	0,39	0,06	0,34	0,42	0,36	-0,34	0,33	0,33	-0,02	0,36
Foliar Mg	1,29	0,15	0,23	-0,08	0,26	0,16	0,04	-0,03	0,09	0,23	0,00	0,04
Foliar Rel. Ca/Mg	0,99	0,13	0,23	0,10	0,14	0,33	0,36	-0,34	0,29	0,17	-0,05	0,36
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	2,12	0,30	0,43	-0,08	0,49	0,50	0,44	-0,45	0,43	0,55	-0,12	0,45
Foliar Rel. Ca/K	0,11	0,02	0,44	-0,01	0,45	0,54	0,50	-0,50	0,46	0,51	-0,12	0,51
Foliar Rel. Mg/K	0,11	0,01	0,33	-0,16	0,44	0,36	0,28	-0,29	0,31	0,48	-0,11	0,29

Continua (1/3)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al	M.O.
D. Calcário + Gesso	0,62	0,18	-0,57	-0,52	0,26	0,40	0,29	0,37	0,72	-0,54	-0,50	0,11
Doses Potássio	-0,08	0,69	-0,48	0,10	0,15	-0,64	-0,67	-0,66	0,09	0,11	0,17	0,03
S	0,52	0,15	-0,47	-0,41	0,15	0,41	0,40	0,41	0,57	-0,42	-0,42	0,04
pH	0,86	0,49	-0,71	-0,33	0,15	0,20	0,15	0,19	0,94	-0,83	-0,78	0,35
SMP	0,86	0,48	-0,81	-0,34	0,21	0,22	0,14	0,20	0,96	-0,82	-0,77	0,31
H_Al	-0,86	-0,45	0,79	0,32	-0,27	-0,27	-0,18	-0,25	-0,97	0,86	0,83	-0,37
Ca	0,75	0,10	-0,29	-0,30	0,43	0,58	0,43	0,55	0,89	-0,83	-0,88	0,52
Mg	0,94	0,08	-0,23	-0,24	-0,22	0,49	0,57	0,52	0,78	-0,80	-0,82	0,47
K	0,12	0,97	-0,27	0,16	0,07	-0,76	-0,77	-0,78	0,27	-0,24	-0,21	0,37
Sat. Ca	0,82	0,27	-0,59	-0,35	0,41	0,46	0,32	0,43	0,98	-0,88	-0,88	0,44
Sat. Mg	1,00	0,26	-0,55	-0,29	-0,17	0,38	0,45	0,41	0,89	-0,85	-0,83	0,37
Sat. K	0,26	1,00	-0,50	0,07	0,09	-0,68	-0,70	-0,70	0,41	-0,35	-0,29	0,31
CTC	-0,55	-0,50	1,00	0,26	-0,14	0,04	0,09	0,06	-0,64	0,51	0,40	0,01
P	-0,29	0,07	0,26	1,00	-0,12	-0,34	-0,31	-0,33	-0,32	0,22	0,20	-0,01
Rel. Ca/Mg	-0,17	0,09	-0,14	-0,12	1,00	0,17	-0,18	0,08	0,27	-0,17	-0,22	0,14
Rel. Ca/K	0,38	-0,68	0,04	-0,34	0,17	1,00	0,93	1,00	0,34	-0,30	-0,37	-0,01
Rel. Mg/K	0,45	-0,70	0,09	-0,31	-0,18	0,93	1,00	0,96	0,24	-0,25	-0,30	-0,06
Rel. (Ca+Mg)/K	0,41	-0,70	0,06	-0,33	0,08	1,00	0,96	1,00	0,32	-0,29	-0,35	-0,03
V%	0,89	0,41	-0,64	-0,32	0,27	0,34	0,24	0,32	1,00	-0,90	-0,89	0,46
Al	-0,85	-0,35	0,51	0,22	-0,17	-0,30	-0,25	-0,29	-0,90	1,00	0,98	-0,56
Sat. Al	-0,83	-0,29	0,40	0,20	-0,22	-0,37	-0,30	-0,35	-0,89	0,98	1,00	-0,57
M.O.	0,37	0,31	0,01	-0,01	0,14	-0,01	-0,06	-0,03	0,46	-0,56	-0,57	1,00
Produtividade da Soja	0,35	-0,20	-0,22	-0,57	0,31	0,61	0,52	0,60	0,43	-0,42	-0,41	-0,05
Foliar N	0,28	0,14	-0,20	-0,24	0,15	0,05	-0,07	0,02	0,37	-0,29	-0,28	0,24
Foliar P	0,28	0,36	-0,16	-0,12	-0,06	-0,22	-0,22	-0,22	0,32	-0,26	-0,23	0,49
Foliar K	-0,55	0,04	0,34	0,19	0,00	-0,39	-0,38	-0,40	-0,48	0,54	0,56	-0,18
Foliar Ca	0,35	0,06	-0,21	-0,30	0,06	0,21	0,26	0,22	0,36	-0,37	-0,34	0,27
Foliar Mg	0,16	0,00	0,09	-0,11	-0,15	0,08	0,20	0,12	0,07	-0,10	-0,09	-0,04
Foliar Rel. Ca/Mg	0,25	0,04	-0,30	-0,23	0,19	0,18	0,12	0,17	0,33	-0,33	-0,29	0,33
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	0,55	-0,02	-0,27	-0,30	-0,06	0,37	0,45	0,40	0,47	-0,52	-0,50	0,20
Foliar Rel. Ca/K	0,55	0,01	-0,34	-0,33	0,02	0,36	0,41	0,38	0,51	-0,55	-0,51	0,29
Foliar Rel. Mg/K	0,45	-0,04	-0,12	-0,20	-0,15	0,31	0,41	0,34	0,32	-0,38	-0,38	0,05

Continua (2/3)

	Produtividade da Soja	Foliar N	Foliar P	Foliar K	Foliar Ca	Foliar Mg	Foliar Rel. Ca/Mg	Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	Foliar Rel. Ca/K	Foliar Rel. Mg/K
D. Calcário + Gesso	0,68	0,40	0,30	-0,24	0,39	0,23	0,23	0,43	0,44	0,33
Doses Potássio	-0,39	0,01	0,34	0,16	0,06	-0,08	0,10	-0,08	-0,01	-0,16
S	0,41	-0,19	-0,12	-0,36	0,34	0,26	0,14	0,49	0,45	0,44
pH	0,43	0,36	0,34	-0,40	0,42	0,16	0,33	0,50	0,54	0,36
SMP	0,39	0,36	0,32	-0,44	0,36	0,04	0,36	0,44	0,50	0,28
H_Al	-0,40	-0,35	-0,30	0,49	-0,34	-0,03	-0,34	-0,45	-0,50	-0,29
Ca	0,49	0,36	0,24	-0,45	0,33	0,09	0,29	0,43	0,46	0,31
Mg	0,32	0,25	0,26	-0,51	0,33	0,23	0,17	0,55	0,51	0,48
K	-0,32	0,12	0,38	0,16	-0,02	0,00	-0,05	-0,12	-0,12	-0,11
Sat. Ca	0,50	0,38	0,27	-0,48	0,36	0,04	0,36	0,45	0,51	0,29
Sat. Mg	0,35	0,28	0,28	-0,55	0,35	0,16	0,25	0,55	0,55	0,45
Sat. K	-0,20	0,14	0,36	0,04	0,06	0,00	0,04	-0,02	0,01	-0,04
CTC	-0,22	-0,20	-0,16	0,34	-0,21	0,09	-0,30	-0,27	-0,34	-0,12
P	-0,57	-0,24	-0,12	0,19	-0,30	-0,11	-0,23	-0,30	-0,33	-0,20
Rel. Ca/Mg	0,31	0,15	-0,06	0,00	0,06	-0,15	0,19	-0,06	0,02	-0,15
Rel. Ca/K	0,61	0,05	-0,22	-0,39	0,21	0,08	0,18	0,37	0,36	0,31
Rel. Mg/K	0,52	-0,07	-0,22	-0,38	0,26	0,20	0,12	0,45	0,41	0,41
Rel. (Ca+Mg)/K	0,60	0,02	-0,22	-0,40	0,22	0,12	0,17	0,40	0,38	0,34
V%	0,43	0,37	0,32	-0,48	0,36	0,07	0,33	0,47	0,51	0,32
Al	-0,42	-0,29	-0,26	0,54	-0,37	-0,10	-0,33	-0,52	-0,55	-0,38
Sat. Al	-0,41	-0,28	-0,23	0,56	-0,34	-0,09	-0,29	-0,50	-0,51	-0,38
M.O.	-0,05	0,24	0,49	-0,18	0,27	-0,04	0,33	0,20	0,29	0,05
Produtividade da Soja	1,00	0,08	-0,11	-0,06	0,45	0,28	0,26	0,39	0,41	0,29
Foliar N	0,08	1,00	0,64	-0,17	0,13	-0,06	0,22	0,13	0,19	0,02
Foliar P	-0,11	0,64	1,00	0,08	0,30	0,02	0,33	0,11	0,23	-0,05
Foliar K	-0,06	-0,17	0,08	1,00	-0,05	0,11	-0,18	-0,54	-0,50	-0,48
Foliar Ca	0,45	0,13	0,30	-0,05	1,00	0,55	0,62	0,79	0,89	0,51
Foliar Mg	0,28	-0,06	0,02	0,11	0,55	1,00	-0,30	0,65	0,43	0,81
Foliar Rel. Ca/Mg	0,26	0,22	0,33	-0,18	0,62	-0,30	1,00	0,31	0,63	-0,16
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	0,39	0,13	0,11	-0,54	0,79	0,65	0,31	1,00	0,93	0,89
Foliar Rel. Ca/K	0,41	0,19	0,23	-0,50	0,89	0,43	0,63	0,93	1,00	0,66
Foliar Rel. Mg/K	0,29	0,02	-0,05	-0,48	0,51	0,81	-0,16	0,89	0,66	1,00

p > (não significativo) 0,05; (significativo) p < 0,05.

Apêndice U – Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 9 (0,0 a 0,10 m) e produtividade do trigo 2013.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	0,49	0,77	0,75	-0,72	0,62	0,48	0,01	0,73
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	0,10	0,13	0,24	-0,21	-0,19	-0,29	0,64	0,01
S	5,18	1,01	0,49	0,10	1,00	0,55	0,57	-0,58	0,48	0,42	0,00	0,57
pH	5,13	0,28	0,77	0,13	0,55	1,00	0,96	-0,94	0,74	0,70	0,33	0,89
SMP	5,44	0,22	0,75	0,24	0,57	0,96	1,00	-0,99	0,75	0,67	0,29	0,92
H_Al	8,73	1,89	-0,72	-0,21	-0,58	-0,94	-0,99	1,00	-0,80	-0,69	-0,27	-0,95
Ca	5,12	0,94	0,62	-0,19	0,48	0,74	0,75	-0,80	1,00	0,78	0,03	0,94
Mg	1,75	0,31	0,48	-0,29	0,42	0,70	0,67	-0,69	0,78	1,00	0,01	0,74
K	291,78	73,69	0,01	0,64	0,00	0,33	0,29	-0,27	0,03	0,01	1,00	0,13
Sat. Ca	31,74	6,89	0,73	0,01	0,57	0,89	0,92	-0,95	0,94	0,74	0,13	1,00
Sat. Mg	10,85	2,26	0,62	-0,08	0,52	0,86	0,86	-0,86	0,75	0,94	0,12	0,82
Sat. K	4,63	1,36	0,18	0,69	0,15	0,49	0,48	-0,45	0,10	0,08	0,97	0,27
CTC	16,34	1,11	-0,57	-0,48	-0,47	-0,71	-0,81	0,79	-0,29	-0,23	-0,27	-0,59
P	54,72	19,11	-0,52	0,10	-0,41	-0,33	-0,34	0,32	-0,30	-0,24	0,16	-0,35
Rel. Ca/Mg	2,92	0,37	0,26	0,15	0,15	0,15	0,21	-0,27	0,43	-0,22	0,07	0,41
Rel. Ca/K	7,33	2,23	0,40	-0,64	0,41	0,20	0,22	-0,27	0,58	0,49	-0,76	0,46
Rel. Mg/K	2,54	0,79	0,29	-0,67	0,40	0,15	0,14	-0,18	0,43	0,57	-0,77	0,32
Rel. (Ca+Mg)/K	9,87	2,98	0,37	-0,66	0,41	0,19	0,20	-0,25	0,55	0,52	-0,78	0,43
V%	47,22	9,31	0,72	0,09	0,57	0,94	0,96	-0,97	0,89	0,78	0,27	0,98
Al	1,04	0,46	-0,54	0,11	-0,42	-0,83	-0,82	0,86	-0,83	-0,80	-0,24	-0,88
Sat. Al	13,11	6,70	-0,50	0,17	-0,42	-0,78	-0,77	0,83	-0,88	-0,82	-0,21	-0,88
M.O.	44,88	4,69	0,11	0,03	0,04	0,35	0,31	-0,37	0,52	0,47	0,37	0,44
Produtividade do Trigo	4052,09	283,87	0,02	0,46	-0,23	0,00	-0,01	0,02	-0,16	-0,26	0,37	-0,10

Continua (1/3)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al
D. Calcário + Gesso	0,62	0,18	-0,57	-0,52	0,26	0,40	0,29	0,37	0,72	-0,54	-0,50
Doses Potássio	-0,08	0,69	-0,48	0,10	0,15	-0,64	-0,67	-0,66	0,09	0,11	0,17
S	0,52	0,15	-0,47	-0,41	0,15	0,41	0,40	0,41	0,57	-0,42	-0,42
pH	0,86	0,49	-0,71	-0,33	0,15	0,20	0,15	0,19	0,94	-0,83	-0,78
SMP	0,86	0,48	-0,81	-0,34	0,21	0,22	0,14	0,20	0,96	-0,82	-0,77
H_Al	-0,86	-0,45	0,79	0,32	-0,27	-0,27	-0,18	-0,25	-0,97	0,86	0,83
Ca	0,75	0,10	-0,29	-0,30	0,43	0,58	0,43	0,55	0,89	-0,83	-0,88
Mg	0,94	0,08	-0,23	-0,24	-0,22	0,49	0,57	0,52	0,78	-0,80	-0,82
K	0,12	0,97	-0,27	0,16	0,07	-0,76	-0,77	-0,78	0,27	-0,24	-0,21
Sat. Ca	0,82	0,27	-0,59	-0,35	0,41	0,46	0,32	0,43	0,98	-0,88	-0,88
Sat. Mg	1,00	0,26	-0,55	-0,29	-0,17	0,38	0,45	0,41	0,89	-0,85	-0,83
Sat. K	0,26	1,00	-0,50	0,07	0,09	-0,68	-0,70	-0,70	0,41	-0,35	-0,29
CTC	-0,55	-0,50	1,00	0,26	-0,14	0,04	0,09	0,06	-0,64	0,51	0,40
P	-0,29	0,07	0,26	1,00	-0,12	-0,34	-0,31	-0,33	-0,32	0,22	0,20
Rel. Ca/Mg	-0,17	0,09	-0,14	-0,12	1,00	0,17	-0,18	0,08	0,27	-0,17	-0,22
Rel. Ca/K	0,38	-0,68	0,04	-0,34	0,17	1,00	0,93	1,00	0,34	-0,30	-0,37
Rel. Mg/K	0,45	-0,70	0,09	-0,31	-0,18	0,93	1,00	0,96	0,24	-0,25	-0,30
Rel. (Ca+Mg)/K	0,41	-0,70	0,06	-0,33	0,08	1,00	0,96	1,00	0,32	-0,29	-0,35
V%	0,89	0,41	-0,64	-0,32	0,27	0,34	0,24	0,32	1,00	-0,90	-0,89
Al	-0,85	-0,35	0,51	0,22	-0,17	-0,30	-0,25	-0,29	-0,90	1,00	0,98
Sat. Al	-0,83	-0,29	0,40	0,20	-0,22	-0,37	-0,30	-0,35	-0,89	0,98	1,00
M.O.	0,37	0,31	0,01	-0,01	0,14	-0,01	-0,06	-0,03	0,46	-0,56	-0,57
Produtividade do Trigo	-0,19	0,35	-0,11	0,24	0,09	-0,42	-0,45	-0,43	-0,07	0,20	0,20

Continua (2/3)

	M.O.	Produtividade do Trigo
D. Calcário + Gesso	0,11	0,02
Doses Potássio	0,03	0,46
S	0,04	-0,23
pH	0,35	0,00
SMP	0,31	-0,01
H_Al	-0,37	0,02
Ca	0,52	-0,16
Mg	0,47	-0,26
K	0,37	0,37
Sat. Ca	0,44	-0,10
Sat. Mg	0,37	-0,19
Sat. K	0,31	0,35
CTC	0,01	-0,11
P	-0,01	0,24
Rel. Ca/Mg	0,14	0,09
Rel. Ca/K	-0,01	-0,42
Rel. Mg/K	-0,06	-0,45
Rel. (Ca+Mg)/K	-0,03	-0,43
V%	0,46	-0,07
Al	-0,56	0,20
Sat. Al	-0,57	0,20
M.O.	1,00	0,13
Produtividade do Trigo	0,13	1,00

p > (não significativo) 0,05; (**significativo**) p < 0,05.

Apêndice V – Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 16 (0,0 a 0,10 m), produtividade e dados teores foliares da soja 2013/14.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	-0,14	0,73	0,70	-0,69	0,61	0,48	-0,24	0,70
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	-0,57	0,06	0,02	-0,01	-0,27	-0,18	0,03	-0,15
S	3,89	0,93	-0,14	-0,57	1,00	0,17	0,16	-0,15	0,44	0,31	0,54	0,30
pH	5,01	0,29	0,73	0,06	0,17	1,00	0,96	-0,92	0,90	0,83	0,15	0,95
SMP	5,47	0,23	0,70	0,02	0,16	0,96	1,00	-0,98	0,87	0,87	0,06	0,96
H_Al	8,38	1,97	-0,69	-0,01	-0,15	-0,92	-0,98	1,00	-0,83	-0,85	-0,05	-0,93
Ca	5,16	1,19	0,61	-0,27	0,44	0,90	0,87	-0,83	1,00	0,85	0,10	0,97
Mg	1,69	0,36	0,48	-0,18	0,31	0,83	0,87	-0,85	0,85	1,00	0,10	0,87
K	292,50	75,66	-0,24	0,03	0,54	0,15	0,06	-0,05	0,10	0,10	1,00	0,03
Sat. Ca	32,41	7,77	0,70	-0,15	0,30	0,95	0,96	-0,93	0,97	0,87	0,03	1,00
Sat. Mg	10,68	2,47	0,55	-0,03	0,13	0,84	0,91	-0,92	0,76	0,96	0,03	0,85
Sat. K	4,67	1,18	-0,13	0,13	0,45	0,25	0,19	-0,20	0,12	0,17	0,97	0,11
CTC	15,98	1,07	-0,47	-0,37	0,42	-0,40	-0,55	0,63	-0,11	-0,28	0,23	-0,35
P	52,55	12,36	-0,45	-0,36	0,46	-0,23	-0,20	0,18	-0,05	-0,04	0,30	-0,13
Rel. Ca/Mg	3,06	0,37	0,33	-0,17	0,26	0,22	0,12	-0,06	0,38	-0,17	0,01	0,29
Rel. Ca/K	7,45	2,50	0,68	-0,29	-0,11	0,50	0,54	-0,53	0,60	0,45	-0,68	0,64
Rel. Mg/K	2,46	0,74	0,59	-0,26	-0,22	0,44	0,51	-0,53	0,48	0,54	-0,72	0,55
Rel. (Ca+Mg)/K	9,91	3,19	0,67	-0,29	-0,14	0,49	0,54	-0,54	0,58	0,48	-0,70	0,63
V%	47,76	10,17	0,65	-0,11	0,31	0,96	0,97	-0,96	0,94	0,92	0,14	0,98
Al	1,14	0,61	-0,48	0,16	-0,42	-0,82	-0,81	0,85	-0,84	-0,81	-0,28	-0,86
Sat. Al	14,35	8,24	-0,45	0,21	-0,45	-0,80	-0,79	0,82	-0,84	-0,83	-0,29	-0,85
M.O.	43,13	6,81	-0,03	-0,52	0,77	0,39	0,33	-0,29	0,63	0,44	0,36	0,49
Produtividade da Soja	3398,70	296,19	0,14	-0,51	0,41	0,20	0,18	-0,19	0,43	0,31	0,15	0,33
Foliar N	3,62	0,26	-0,16	0,61	0,01	0,05	-0,03	0,01	-0,16	-0,20	0,44	-0,12
Foliar P	0,17	0,03	-0,17	0,72	-0,18	-0,13	-0,21	0,23	-0,36	-0,37	0,41	-0,33
Foliar K	0,99	0,05	0,12	0,16	0,14	0,08	-0,02	-0,01	0,00	-0,09	0,40	-0,02
Foliar Ca	1,86	0,14	0,31	0,52	-0,24	0,27	0,22	-0,21	0,04	0,03	-0,14	0,13
Foliar Mg	1,28	0,11	-0,41	0,06	0,09	-0,45	-0,41	0,40	-0,44	-0,32	0,25	-0,45
Foliar Rel. Ca/Mg	1,46	0,17	0,50	0,24	-0,20	0,50	0,44	-0,43	0,38	0,27	-0,28	0,43
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	3,18	0,22	-0,11	0,24	-0,22	-0,13	-0,06	0,09	-0,22	-0,09	-0,26	-0,15
Foliar Rel. Ca/K	0,19	0,02	0,20	0,37	-0,31	0,18	0,20	-0,17	0,02	0,08	-0,38	0,12
Foliar Rel. Mg/K	0,13	0,01	-0,41	-0,01	-0,01	-0,43	-0,35	0,36	-0,40	-0,24	0,00	-0,39

Continua (1/3)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al	M.O.
D. Calcário + Gesso	0,55	-0,13	-0,47	-0,45	0,33	0,68	0,59	0,67	0,65	-0,48	-0,45	-0,03
Doses Potássio	-0,03	0,13	-0,37	-0,36	-0,17	-0,29	-0,26	-0,29	-0,11	0,16	0,21	-0,52
S	0,13	0,45	0,42	0,46	0,26	-0,11	-0,22	-0,14	0,31	-0,42	-0,45	0,77
pH	0,84	0,25	-0,40	-0,23	0,22	0,50	0,44	0,49	0,96	-0,82	-0,80	0,39
SMP	0,91	0,19	-0,55	-0,20	0,12	0,54	0,51	0,54	0,97	-0,81	-0,79	0,33
H_Al	-0,92	-0,20	0,63	0,18	-0,06	-0,53	-0,53	-0,54	-0,96	0,85	0,82	-0,29
Ca	0,76	0,12	-0,11	-0,05	0,38	0,60	0,48	0,58	0,94	-0,84	-0,84	0,63
Mg	0,96	0,17	-0,28	-0,04	-0,17	0,45	0,54	0,48	0,92	-0,81	-0,83	0,44
K	0,03	0,97	0,23	0,30	0,01	-0,68	-0,72	-0,70	0,14	-0,28	-0,29	0,36
Sat. Ca	0,85	0,11	-0,35	-0,13	0,29	0,64	0,55	0,63	0,98	-0,86	-0,85	0,49
Sat. Mg	1,00	0,16	-0,52	-0,13	-0,25	0,45	0,58	0,48	0,91	-0,78	-0,79	0,26
Sat. K	0,16	1,00	0,00	0,24	-0,06	-0,64	-0,65	-0,65	0,24	-0,35	-0,34	0,28
CTC	-0,52	0,00	1,00	0,31	0,25	-0,28	-0,40	-0,31	-0,39	0,31	0,25	0,38
P	-0,13	0,24	0,31	1,00	-0,04	-0,34	-0,35	-0,35	-0,10	-0,01	-0,05	0,50
Rel. Ca/Mg	-0,25	-0,06	0,25	-0,04	1,00	0,34	-0,06	0,25	0,15	-0,16	-0,13	0,36
Rel. Ca/K	0,45	-0,64	-0,28	-0,34	0,34	1,00	0,92	1,00	0,52	-0,38	-0,37	0,14
Rel. Mg/K	0,58	-0,65	-0,40	-0,35	-0,06	0,92	1,00	0,95	0,49	-0,33	-0,33	-0,01
Rel. (Ca+Mg)/K	0,48	-0,65	-0,31	-0,35	0,25	1,00	0,95	1,00	0,52	-0,38	-0,37	0,11
V%	0,91	0,24	-0,39	-0,10	0,15	0,52	0,49	0,52	1,00	-0,89	-0,88	0,47
Al	-0,78	-0,35	0,31	-0,01	-0,16	-0,38	-0,33	-0,38	-0,89	1,00	0,99	-0,53
Sat. Al	-0,79	-0,34	0,25	-0,05	-0,13	-0,37	-0,33	-0,37	-0,88	0,99	1,00	-0,56
M.O.	0,26	0,28	0,38	0,50	0,36	0,14	-0,01	0,11	0,47	-0,53	-0,56	1,00
Produtividade da Soja	0,18	0,08	0,26	0,23	0,27	0,22	0,13	0,20	0,31	-0,41	-0,44	0,53
Foliar N	-0,14	0,49	-0,15	-0,12	0,07	-0,47	-0,54	-0,49	-0,07	-0,09	-0,05	-0,01
Foliar P	-0,30	0,43	-0,03	-0,22	0,01	-0,59	-0,64	-0,61	-0,27	0,19	0,23	-0,34
Foliar K	-0,10	0,41	0,02	0,01	0,17	-0,26	-0,35	-0,29	0,01	-0,21	-0,18	0,04
Foliar Ca	0,14	-0,04	-0,36	-0,27	0,03	0,13	0,14	0,14	0,13	-0,08	-0,04	-0,27
Foliar Mg	-0,30	0,22	0,19	0,40	-0,24	-0,60	-0,53	-0,60	-0,39	0,30	0,28	-0,23
Foliar Rel. Ca/Mg	0,31	-0,21	-0,34	-0,43	0,21	0,57	0,51	0,56	0,38	-0,27	-0,24	0,04
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	-0,01	-0,22	-0,15	0,02	-0,23	-0,04	0,07	-0,01	-0,14	0,28	0,28	-0,32
Foliar Rel. Ca/K	0,18	-0,30	-0,33	-0,25	-0,09	0,28	0,34	0,30	0,10	0,08	0,10	-0,26
Foliar Rel. Mg/K	-0,22	-0,03	0,14	0,32	-0,29	-0,39	-0,28	-0,37	-0,35	0,38	0,36	-0,23

Continua (2/3)

	Produtividade da Soja	Foliar N	Foliar P	Foliar K	Foliar Ca	Foliar Mg	Foliar Rel. Ca/Mg	Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	Foliar Rel. Ca/K	Foliar Rel. Mg/K
D. Calcário + Gesso	0,14	-0,16	-0,17	0,12	0,31	-0,41	0,50	-0,11	0,20	-0,41
Doses Potássio	-0,51	0,61	0,72	0,16	0,52	0,06	0,24	0,24	0,37	-0,01
S	0,41	0,01	-0,18	0,14	-0,24	0,09	-0,20	-0,22	-0,31	-0,01
pH	0,20	0,05	-0,13	0,08	0,27	-0,45	0,50	-0,13	0,18	-0,43
SMP	0,18	-0,03	-0,21	-0,02	0,22	-0,41	0,44	-0,06	0,20	-0,35
H_Al	-0,19	0,01	0,23	-0,01	-0,21	0,40	-0,43	0,09	-0,17	0,36
Ca	0,43	-0,16	-0,36	0,00	0,04	-0,44	0,38	-0,22	0,02	-0,40
Mg	0,31	-0,20	-0,37	-0,09	0,03	-0,32	0,27	-0,09	0,08	-0,24
K	0,15	0,44	0,41	0,40	-0,14	0,25	-0,28	-0,26	-0,38	0,00
Sat. Ca	0,33	-0,12	-0,33	-0,02	0,13	-0,45	0,43	-0,15	0,12	-0,39
Sat. Mg	0,18	-0,14	-0,30	-0,10	0,14	-0,30	0,31	-0,01	0,18	-0,22
Sat. K	0,08	0,49	0,43	0,41	-0,04	0,22	-0,21	-0,22	-0,30	-0,03
CTC	0,26	-0,15	-0,03	0,02	-0,36	0,19	-0,34	-0,15	-0,33	0,14
P	0,23	-0,12	-0,22	0,01	-0,27	0,40	-0,43	0,02	-0,25	0,32
Rel. Ca/Mg	0,27	0,07	0,01	0,17	0,03	-0,24	0,21	-0,23	-0,09	-0,29
Rel. Ca/K	0,22	-0,47	-0,59	-0,26	0,13	-0,60	0,57	-0,04	0,28	-0,39
Rel. Mg/K	0,13	-0,54	-0,64	-0,35	0,14	-0,53	0,51	0,07	0,34	-0,28
Rel. (Ca+Mg)/K	0,20	-0,49	-0,61	-0,29	0,14	-0,60	0,56	-0,01	0,30	-0,37
V%	0,31	-0,07	-0,27	0,01	0,13	-0,39	0,38	-0,14	0,10	-0,35
Al	-0,41	-0,09	0,19	-0,21	-0,08	0,30	-0,27	0,28	0,08	0,38
Sat. Al	-0,44	-0,05	0,23	-0,18	-0,04	0,28	-0,24	0,28	0,10	0,36
M.O.	0,53	-0,01	-0,34	0,04	-0,27	-0,23	0,04	-0,32	-0,26	-0,23
Produtividade da Soja	1,00	-0,11	-0,30	0,07	-0,41	-0,26	-0,06	-0,45	-0,42	-0,28
Foliar N	-0,11	1,00	0,75	0,25	0,15	0,09	-0,02	-0,04	-0,02	-0,04
Foliar P	-0,30	0,75	1,00	0,33	0,23	0,30	-0,12	0,05	0,00	0,09
Foliar K	0,07	0,25	0,33	1,00	0,20	0,02	0,09	-0,63	-0,49	-0,51
Foliar Ca	-0,41	0,15	0,23	0,20	1,00	-0,04	0,64	0,45	0,76	-0,12
Foliar Mg	-0,26	0,09	0,30	0,02	-0,04	1,00	-0,79	0,47	-0,04	0,85
Foliar Rel. Ca/Mg	-0,06	-0,02	-0,12	0,09	0,64	-0,79	1,00	-0,08	0,50	-0,72
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	-0,45	-0,04	0,05	-0,63	0,45	0,47	-0,08	1,00	0,82	0,75
Foliar Rel. Ca/K	-0,42	-0,02	0,00	-0,49	0,76	-0,04	0,50	0,82	1,00	0,23
Foliar Rel. Mg/K	-0,28	-0,04	0,09	-0,51	-0,12	0,85	-0,72	0,75	0,23	1,00

p > (não significativo) 0,05; (significativo) p < 0,05.

Apêndice W – Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 9 (0,0 a 0,20 m), produtividade e dados teores foliares da soja 2012/13.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	0,43	0,50	0,44	-0,20	0,25	0,01	0,07	0,34
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	0,17	-0,14	0,00	0,09	-0,33	-0,46	0,60	-0,23
S	5,33	1,68	0,43	0,17	1,00	0,15	0,10	0,15	-0,15	-0,24	-0,11	-0,05
pH	4,97	0,14	0,50	-0,14	0,15	1,00	0,92	-0,78	0,73	0,67	0,17	0,83
SMP	5,31	0,12	0,44	0,00	0,10	0,92	1,00	-0,93	0,78	0,63	0,15	0,90
H_Al	10,03	1,30	-0,20	0,09	0,15	-0,78	-0,93	1,00	-0,83	-0,68	-0,05	-0,91
Ca	4,15	0,77	0,25	-0,33	-0,15	0,73	0,78	-0,83	1,00	0,83	-0,02	0,97
Mg	1,60	0,29	0,01	-0,46	-0,24	0,67	0,63	-0,68	0,83	1,00	-0,17	0,78
K	219,44	48,10	0,07	0,60	-0,11	0,17	0,15	-0,05	-0,02	-0,17	1,00	0,02
Sat. Ca	25,78	4,96	0,34	-0,23	-0,05	0,83	0,90	-0,91	0,97	0,78	0,02	1,00
Sat. Mg	9,93	1,82	0,08	-0,38	-0,17	0,76	0,76	-0,79	0,82	0,97	-0,15	0,82
Sat. K	3,47	0,84	0,17	0,64	-0,04	0,26	0,27	-0,16	-0,02	-0,19	0,97	0,07
CTC	16,35	0,74	-0,08	-0,25	-0,01	-0,32	-0,55	0,62	-0,09	0,02	-0,01	-0,29
P	33,64	9,27	-0,36	0,16	-0,34	-0,11	-0,12	0,04	0,05	0,11	0,27	-0,04
Rel. Ca/Mg	2,56	0,29	0,30	0,15	0,08	0,21	0,38	-0,44	0,47	-0,09	0,23	0,50
Rel. Ca/K	8,28	3,32	0,00	-0,55	0,04	0,36	0,40	-0,52	0,59	0,71	-0,68	0,56
Rel. Mg/K	3,40	1,53	-0,12	-0,52	0,03	0,30	0,30	-0,41	0,45	0,70	-0,68	0,42
Rel. (Ca+Mg)/K	11,67	4,82	-0,04	-0,55	0,04	0,34	0,37	-0,49	0,55	0,71	-0,69	0,52
V%	39,17	6,60	0,30	-0,20	-0,09	0,87	0,92	-0,92	0,95	0,83	0,10	0,99
Al	1,62	0,51	-0,07	0,36	0,26	-0,73	-0,73	0,78	-0,79	-0,86	0,02	-0,81
Sat. Al	22,27	8,27	-0,04	0,37	0,33	-0,70	-0,74	0,83	-0,89	-0,89	0,02	-0,88
Produtividade da Soja	3236,59	342,80	0,68	-0,39	0,26	0,51	0,46	-0,38	0,43	0,25	-0,26	0,49
Foliar N	4,33	0,40	0,40	0,01	0,18	0,09	0,05	0,09	0,03	-0,10	0,21	0,04
Foliar P	0,12	0,01	0,30	0,34	-0,03	0,13	0,02	0,12	-0,01	-0,02	0,36	-0,02
Foliar K	1,21	0,10	-0,24	0,16	-0,07	-0,41	-0,51	0,47	-0,31	-0,34	0,15	-0,38
Foliar Ca	1,27	0,19	0,39	0,06	0,22	0,33	0,21	-0,10	0,19	0,16	-0,04	0,20
Foliar Mg	1,29	0,15	0,23	-0,08	0,16	0,00	-0,16	0,23	-0,03	0,07	-0,03	-0,10
Foliar Rel. Ca/Mg	0,99	0,13	0,23	0,10	0,11	0,37	0,38	-0,31	0,24	0,11	-0,04	0,31
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	2,12	0,30	0,43	-0,08	0,26	0,39	0,32	-0,20	0,23	0,29	-0,15	0,25
Foliar Rel. Ca/K	0,11	0,02	0,44	-0,01	0,26	0,46	0,40	-0,28	0,28	0,28	-0,13	0,32
Foliar Rel. Mg/K	0,11	0,01	0,33	-0,16	0,21	0,22	0,14	-0,06	0,13	0,24	-0,15	0,11

Continua (1/3)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al	Produtividade da Soja
D. Calcário + Gesso	0,08	0,17	-0,08	-0,36	0,30	0,00	-0,12	-0,04	0,30	-0,07	-0,04	0,68
Doses Potássio	-0,38	0,64	-0,25	0,16	0,15	-0,55	-0,52	-0,55	-0,20	0,36	0,37	-0,39
S	-0,17	-0,04	-0,01	-0,34	0,08	0,04	0,03	0,04	-0,09	0,26	0,33	0,26
pH	0,76	0,26	-0,32	-0,11	0,21	0,36	0,30	0,34	0,87	-0,73	-0,70	0,51
SMP	0,76	0,27	-0,55	-0,12	0,38	0,40	0,30	0,37	0,92	-0,73	-0,74	0,46
H_Al	-0,79	-0,16	0,62	0,04	-0,44	-0,52	-0,41	-0,49	-0,92	0,78	0,83	-0,38
Ca	0,82	-0,02	-0,09	0,05	0,47	0,59	0,45	0,55	0,95	-0,79	-0,89	0,43
Mg	0,97	-0,19	0,02	0,11	-0,09	0,71	0,70	0,71	0,83	-0,86	-0,89	0,25
K	-0,15	0,97	-0,01	0,27	0,23	-0,68	-0,68	-0,69	0,10	0,02	0,02	-0,26
Sat. Ca	0,82	0,07	-0,29	-0,04	0,50	0,56	0,42	0,52	0,99	-0,81	-0,88	0,49
Sat. Mg	1,00	-0,12	-0,19	0,02	-0,06	0,71	0,70	0,72	0,88	-0,89	-0,90	0,30
Sat. K	-0,12	1,00	-0,20	0,19	0,26	-0,66	-0,66	-0,66	0,14	0,00	0,01	-0,18
CTC	-0,19	-0,20	1,00	0,22	-0,27	-0,13	-0,09	-0,12	-0,29	0,21	0,19	-0,16
P	0,02	0,19	0,22	1,00	-0,06	-0,20	-0,17	-0,19	0,00	-0,12	-0,13	-0,45
Rel. Ca/Mg	-0,06	0,26	-0,27	-0,06	1,00	-0,01	-0,24	-0,08	0,39	-0,09	-0,23	0,35
Rel. Ca/K	0,71	-0,66	-0,13	-0,20	-0,01	1,00	0,97	1,00	0,53	-0,56	-0,60	0,43
Rel. Mg/K	0,70	-0,66	-0,09	-0,17	-0,24	0,97	1,00	0,98	0,43	-0,52	-0,53	0,31
Rel. (Ca+Mg)/K	0,72	-0,66	-0,12	-0,19	-0,08	1,00	0,98	1,00	0,50	-0,55	-0,59	0,39
V%	0,88	0,14	-0,29	0,00	0,39	0,53	0,43	0,50	1,00	-0,85	-0,91	0,43
Al	-0,89	0,00	0,21	-0,12	-0,09	-0,56	-0,52	-0,55	-0,85	1,00	0,97	-0,27
Sat. Al	-0,90	0,01	0,19	-0,13	-0,23	-0,60	-0,53	-0,59	-0,91	0,97	1,00	-0,29
Produtividade da Soja	0,30	-0,18	-0,16	-0,45	0,35	0,43	0,31	0,39	0,43	-0,27	-0,29	1,00
Foliar N	-0,12	0,19	0,19	-0,23	0,12	-0,30	-0,35	-0,32	0,02	-0,03	0,03	0,08
Foliar P	-0,05	0,31	0,24	0,02	-0,11	-0,34	-0,32	-0,34	0,01	-0,06	0,02	-0,11
Foliar K	-0,43	0,04	0,39	0,19	0,02	-0,25	-0,23	-0,24	-0,40	0,40	0,35	-0,06
Foliar Ca	0,15	-0,01	0,08	-0,07	0,07	0,18	0,19	0,18	0,19	-0,12	-0,12	0,45
Foliar Mg	-0,01	-0,08	0,38	-0,01	-0,16	0,15	0,22	0,17	-0,09	0,14	0,12	0,28
Foliar Rel. Ca/Mg	0,17	0,04	-0,26	-0,09	0,21	0,08	0,03	0,06	0,29	-0,28	-0,25	0,26
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	0,30	-0,09	-0,03	-0,14	-0,06	0,31	0,33	0,32	0,26	-0,22	-0,19	0,39
Foliar Rel. Ca/K	0,31	-0,05	-0,12	-0,14	0,03	0,27	0,28	0,28	0,32	-0,28	-0,24	0,41
Foliar Rel. Mg/K	0,23	-0,12	0,09	-0,11	-0,17	0,29	0,34	0,31	0,13	-0,09	-0,07	0,29

Continua (2/3)

	Foliar N	Foliar P	Foliar K	Foliar Ca	Foliar Mg	Foliar Rel. Ca/Mg	Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	Foliar Rel. Ca/K	Foliar Rel. Mg/K
D. Calcário + Gesso	0,40	0,30	-0,24	0,39	0,23	0,23	0,43	0,44	0,33
Doses Potássio	0,01	0,34	0,16	0,06	-0,08	0,10	-0,08	-0,01	-0,16
S	0,18	-0,03	-0,07	0,22	0,16	0,11	0,26	0,26	0,21
pH	0,09	0,13	-0,41	0,33	0,00	0,37	0,39	0,46	0,22
SMP	0,05	0,02	-0,51	0,21	-0,16	0,38	0,32	0,40	0,14
H_Al	0,09	0,12	0,47	-0,10	0,23	-0,31	-0,20	-0,28	-0,06
Ca	0,03	-0,01	-0,31	0,19	-0,03	0,24	0,23	0,28	0,13
Mg	-0,10	-0,02	-0,34	0,16	0,07	0,11	0,29	0,28	0,24
K	0,21	0,36	0,15	-0,04	-0,03	-0,04	-0,15	-0,13	-0,15
Sat. Ca	0,04	-0,02	-0,38	0,20	-0,10	0,31	0,25	0,32	0,11
Sat. Mg	-0,12	-0,05	-0,43	0,15	-0,01	0,17	0,30	0,31	0,23
Sat. K	0,19	0,31	0,04	-0,01	-0,08	0,04	-0,09	-0,05	-0,12
CTC	0,19	0,24	0,39	0,08	0,38	-0,26	-0,03	-0,12	0,09
P	-0,23	0,02	0,19	-0,07	-0,01	-0,09	-0,14	-0,14	-0,11
Rel. Ca/Mg	0,12	-0,11	0,02	0,07	-0,16	0,21	-0,06	0,03	-0,17
Rel. Ca/K	-0,30	-0,34	-0,25	0,18	0,15	0,08	0,31	0,27	0,29
Rel. Mg/K	-0,35	-0,32	-0,23	0,19	0,22	0,03	0,33	0,28	0,34
Rel. (Ca+Mg)/K	-0,32	-0,34	-0,24	0,18	0,17	0,06	0,32	0,28	0,31
V%	0,02	0,01	-0,40	0,19	-0,09	0,29	0,26	0,32	0,13
Al	-0,03	-0,06	0,40	-0,12	0,14	-0,28	-0,22	-0,28	-0,09
Sat. Al	0,03	0,02	0,35	-0,12	0,12	-0,25	-0,19	-0,24	-0,07
Produtividade da Soja	0,08	-0,11	-0,06	0,45	0,28	0,26	0,39	0,41	0,29
Foliar N	1,00	0,64	-0,17	0,13	-0,06	0,22	0,13	0,19	0,02
Foliar P	0,64	1,00	0,08	0,30	0,02	0,33	0,11	0,23	-0,05
Foliar K	-0,17	0,08	1,00	-0,05	0,11	-0,18	-0,54	-0,50	-0,48
Foliar Ca	0,13	0,30	-0,05	1,00	0,55	0,62	0,79	0,89	0,51
Foliar Mg	-0,06	0,02	0,11	0,55	1,00	-0,30	0,65	0,43	0,81
Foliar Rel. Ca/Mg	0,22	0,33	-0,18	0,62	-0,30	1,00	0,31	0,63	-0,16
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	0,13	0,11	-0,54	0,79	0,65	0,31	1,00	0,93	0,89
Foliar Rel. Ca/K	0,19	0,23	-0,50	0,89	0,43	0,63	0,93	1,00	0,66
Foliar Rel. Mg/K	0,02	-0,05	-0,48	0,51	0,81	-0,16	0,89	0,66	1,00

p > (não significativo) 0,05; (**significativo**) p < 0,05.

Apêndice X – Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 9 (0,0 a 0,20 m) e produtividade do trigo 2013.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	0,43	0,50	0,44	-0,20	0,25	0,01	0,07	0,34
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	0,17	-0,14	0,00	0,09	-0,33	-0,46	0,60	-0,23
S	5,33	1,68	0,43	0,17	1,00	0,15	0,10	0,15	-0,15	-0,24	-0,11	-0,05
pH	4,97	0,14	0,50	-0,14	0,15	1,00	0,92	-0,78	0,73	0,67	0,17	0,83
SMP	5,31	0,12	0,44	0,00	0,10	0,92	1,00	-0,93	0,78	0,63	0,15	0,90
H_Al	10,03	1,30	-0,20	0,09	0,15	-0,78	-0,93	1,00	-0,83	-0,68	-0,05	-0,91
Ca	4,15	0,77	0,25	-0,33	-0,15	0,73	0,78	-0,83	1,00	0,83	-0,02	0,97
Mg	1,60	0,29	0,01	-0,46	-0,24	0,67	0,63	-0,68	0,83	1,00	-0,17	0,78
K	219,44	48,10	0,07	0,60	-0,11	0,17	0,15	-0,05	-0,02	-0,17	1,00	0,02
Sat. Ca	25,78	4,96	0,34	-0,23	-0,05	0,83	0,90	-0,91	0,97	0,78	0,02	1,00
Sat. Mg	9,93	1,82	0,08	-0,38	-0,17	0,76	0,76	-0,79	0,82	0,97	-0,15	0,82
Sat. K	3,47	0,84	0,17	0,64	-0,04	0,26	0,27	-0,16	-0,02	-0,19	0,97	0,07
CTC	16,35	0,74	-0,08	-0,25	-0,01	-0,32	-0,55	0,62	-0,09	0,02	-0,01	-0,29
P	33,64	9,27	-0,36	0,16	-0,34	-0,11	-0,12	0,04	0,05	0,11	0,27	-0,04
Rel. Ca/Mg	2,56	0,29	0,30	0,15	0,08	0,21	0,38	-0,44	0,47	-0,09	0,23	0,50
Rel. Ca/K	8,28	3,32	0,00	-0,55	0,04	0,36	0,40	-0,52	0,59	0,71	-0,68	0,56
Rel. Mg/K	3,40	1,53	-0,12	-0,52	0,03	0,30	0,30	-0,41	0,45	0,70	-0,68	0,42
Rel. (Ca+Mg)/K	11,67	4,82	-0,04	-0,55	0,04	0,34	0,37	-0,49	0,55	0,71	-0,69	0,52
V%	39,17	6,60	0,30	-0,20	-0,09	0,87	0,92	-0,92	0,95	0,83	0,10	0,99
Al	1,62	0,51	-0,07	0,36	0,26	-0,73	-0,73	0,78	-0,79	-0,86	0,02	-0,81
Sat. Al	22,27	8,27	-0,04	0,37	0,33	-0,70	-0,74	0,83	-0,89	-0,89	0,02	-0,88
Produtividade do Trigo	4052,09	283,87	0,02	0,46	-0,30	-0,10	-0,12	0,12	-0,17	-0,26	0,36	-0,16

Continua (1/2)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al	Produtividade do Trigo
D. Calcário + Gesso	0,08	0,17	-0,08	-0,36	0,30	0,00	-0,12	-0,04	0,30	-0,07	-0,04	0,02
Doses Potássio	-0,38	0,64	-0,25	0,16	0,15	-0,55	-0,52	-0,55	-0,20	0,36	0,37	0,46
S	-0,17	-0,04	-0,01	-0,34	0,08	0,04	0,03	0,04	-0,09	0,26	0,33	-0,30
pH	0,76	0,26	-0,32	-0,11	0,21	0,36	0,30	0,34	0,87	-0,73	-0,70	-0,10
SMP	0,76	0,27	-0,55	-0,12	0,38	0,40	0,30	0,37	0,92	-0,73	-0,74	-0,12
H_Al	-0,79	-0,16	0,62	0,04	-0,44	-0,52	-0,41	-0,49	-0,92	0,78	0,83	0,12
Ca	0,82	-0,02	-0,09	0,05	0,47	0,59	0,45	0,55	0,95	-0,79	-0,89	-0,17
Mg	0,97	-0,19	0,02	0,11	-0,09	0,71	0,70	0,71	0,83	-0,86	-0,89	-0,26
K	-0,15	0,97	-0,01	0,27	0,23	-0,68	-0,68	-0,69	0,10	0,02	0,02	0,36
Sat. Ca	0,82	0,07	-0,29	-0,04	0,50	0,56	0,42	0,52	0,99	-0,81	-0,88	-0,16
Sat. Mg	1,00	-0,12	-0,19	0,02	-0,06	0,71	0,70	0,72	0,88	-0,89	-0,90	-0,26
Sat. K	-0,12	1,00	-0,20	0,19	0,26	-0,66	-0,66	-0,66	0,14	0,00	0,01	0,34
CTC	-0,19	-0,20	1,00	0,22	-0,27	-0,13	-0,09	-0,12	-0,29	0,21	0,19	-0,01
P	0,02	0,19	0,22	1,00	-0,06	-0,20	-0,17	-0,19	0,00	-0,12	-0,13	0,26
Rel. Ca/Mg	-0,06	0,26	-0,27	-0,06	1,00	-0,01	-0,24	-0,08	0,39	-0,09	-0,23	0,07
Rel. Ca/K	0,71	-0,66	-0,13	-0,20	-0,01	1,00	0,97	1,00	0,53	-0,56	-0,60	-0,42
Rel. Mg/K	0,70	-0,66	-0,09	-0,17	-0,24	0,97	1,00	0,98	0,43	-0,52	-0,53	-0,43
Rel. (Ca+Mg)/K	0,72	-0,66	-0,12	-0,19	-0,08	1,00	0,98	1,00	0,50	-0,55	-0,59	-0,42
V%	0,88	0,14	-0,29	0,00	0,39	0,53	0,43	0,50	1,00	-0,85	-0,91	-0,15
Al	-0,89	0,00	0,21	-0,12	-0,09	-0,56	-0,52	-0,55	-0,85	1,00	0,97	0,21
Sat. Al	-0,90	0,01	0,19	-0,13	-0,23	-0,60	-0,53	-0,59	-0,91	0,97	1,00	0,19
Produtividade do Trigo	-0,26	0,34	-0,01	0,26	0,07	-0,42	-0,43	-0,42	-0,15	0,21	0,19	1,00

p > (não significativo) 0,05; (**significativo**) p < 0,05.

Apêndice Y – Correlação de Pearson, análise com dados dos teores de solo coleta 16 (0,0 a 0,20 m), produtividade e dados teores foliares da soja 2013/14.

	Média	Desvio Padrão	D. Calcário + Gesso	Doses Potássio	S	pH	SMP	H+Al	Ca	Mg	K	Sat. Ca
D. Calcário + Gesso	1500,00	1532,26	1,00	0,00	-0,04	0,43	0,42	-0,31	0,43	0,18	-0,26	0,48
Doses Potássio	175,00	151,08	0,00	1,00	-0,56	0,20	0,17	-0,22	-0,19	-0,04	0,01	-0,04
S	3,42	0,95	-0,04	-0,56	1,00	0,01	0,11	-0,06	0,33	0,21	0,33	0,24
pH	4,87	0,21	0,43	0,20	0,01	1,00	0,79	-0,78	0,86	0,82	0,21	0,88
SMP	5,37	0,19	0,42	0,17	0,11	0,79	1,00	-0,98	0,69	0,73	0,16	0,90
H_Al	9,43	1,98	-0,31	-0,22	-0,06	-0,78	-0,98	1,00	-0,65	-0,74	-0,22	-0,87
Ca	4,34	0,89	0,43	-0,19	0,33	0,86	0,69	-0,65	1,00	0,82	0,15	0,93
Mg	1,56	0,31	0,18	-0,04	0,21	0,82	0,73	-0,74	0,82	1,00	0,14	0,84
K	217,29	63,55	-0,26	0,01	0,33	0,21	0,16	-0,22	0,15	0,14	1,00	0,12
Sat. Ca	27,67	6,08	0,48	-0,04	0,24	0,88	0,90	-0,87	0,93	0,84	0,12	1,00
Sat. Mg	10,00	2,31	0,22	0,12	0,10	0,78	0,89	-0,90	0,70	0,93	0,12	0,85
Sat. K	3,52	1,02	-0,19	0,11	0,28	0,26	0,35	-0,41	0,14	0,18	0,96	0,21
CTC	15,88	1,42	-0,15	-0,44	0,21	-0,34	-0,76	0,80	-0,08	-0,28	-0,08	-0,43
P	30,51	6,91	-0,39	-0,36	0,59	-0,07	0,05	-0,09	0,07	0,08	0,34	0,05
Rel. Ca/Mg	2,79	0,32	0,41	-0,25	0,20	0,06	-0,05	0,12	0,31	-0,27	0,03	0,17
Rel. Ca/K	9,14	2,92	0,53	-0,18	-0,14	0,38	0,25	-0,18	0,49	0,40	-0,72	0,44
Rel. Mg/K	3,43	1,14	0,33	-0,09	-0,21	0,34	0,26	-0,22	0,35	0,50	-0,68	0,36
Rel. (Ca+Mg)/K	12,58	3,99	0,48	-0,16	-0,16	0,38	0,25	-0,19	0,46	0,44	-0,73	0,43
V%	41,19	8,43	0,38	0,02	0,23	0,88	0,94	-0,92	0,88	0,88	0,24	0,98
Al	1,67	0,67	-0,22	-0,06	-0,14	-0,87	-0,76	0,80	-0,87	-0,88	-0,34	-0,88
Sat. Al	22,04	9,48	-0,17	0,01	-0,20	-0,85	-0,73	0,77	-0,88	-0,90	-0,35	-0,88
Produtividade da Soja	3398,70	296,19	0,14	-0,51	0,42	0,21	0,07	-0,06	0,46	0,34	0,12	0,30
Foliar N	3,62	0,26	-0,16	0,61	-0,21	0,18	0,19	-0,28	-0,07	-0,02	0,39	0,04
Foliar P	0,17	0,03	-0,17	0,72	-0,33	-0,02	0,13	-0,18	-0,27	-0,20	0,38	-0,11
Foliar K	0,99	0,05	0,12	0,16	0,16	0,02	0,17	-0,20	0,01	-0,06	0,33	0,08
Foliar Ca	1,86	0,14	0,31	0,52	-0,19	0,15	0,02	0,00	-0,02	-0,03	-0,17	0,00
Foliar Mg	1,28	0,11	-0,41	0,06	0,18	-0,34	-0,11	0,06	-0,31	-0,14	0,27	-0,24
Foliar Rel. Ca/Mg	1,46	0,17	0,50	0,24	-0,24	0,35	0,09	-0,03	0,24	0,09	-0,31	0,18
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	3,18	0,22	-0,11	0,24	-0,15	-0,11	-0,19	0,19	-0,20	-0,07	-0,21	-0,20
Foliar Rel. Ca/K	0,19	0,02	0,20	0,37	-0,28	0,11	-0,10	0,14	-0,04	-0,01	-0,36	-0,07
Foliar Rel. Mg/K	0,13	0,01	-0,41	-0,01	0,06	-0,31	-0,20	0,17	-0,29	-0,11	0,06	-0,27

Continua (1/3)

	Sat. Mg	Sat. K	CTC	P	Rel. Ca/Mg	Rel. Ca/K	Rel. Mg/K	Rel. (Ca+Mg)/K	V%	Al	Sat. Al
D. Calcário + Gesso	0,22	-0,19	-0,15	-0,39	0,41	0,53	0,33	0,48	0,38	-0,22	-0,17
Doses Potássio	0,12	0,11	-0,44	-0,36	-0,25	-0,18	-0,09	-0,16	0,02	-0,06	0,01
S	0,10	0,28	0,21	0,59	0,20	-0,14	-0,21	-0,16	0,23	-0,14	-0,20
pH	0,78	0,26	-0,34	-0,07	0,06	0,38	0,34	0,38	0,88	-0,87	-0,85
SMP	0,89	0,35	-0,76	0,05	-0,05	0,25	0,26	0,25	0,94	-0,76	-0,73
H_Al	-0,90	-0,41	0,80	-0,09	0,12	-0,18	-0,22	-0,19	-0,92	0,80	0,77
Ca	0,70	0,14	-0,08	0,07	0,31	0,49	0,35	0,46	0,88	-0,87	-0,88
Mg	0,93	0,18	-0,28	0,08	-0,27	0,40	0,50	0,44	0,88	-0,88	-0,90
K	0,12	0,96	-0,08	0,34	0,03	-0,72	-0,68	-0,73	0,24	-0,34	-0,35
Sat. Ca	0,85	0,21	-0,43	0,05	0,17	0,44	0,36	0,43	0,98	-0,88	-0,88
Sat. Mg	1,00	0,25	-0,60	0,05	-0,36	0,32	0,45	0,36	0,92	-0,83	-0,83
Sat. K	0,25	1,00	-0,33	0,34	-0,05	-0,71	-0,65	-0,71	0,34	-0,38	-0,37
CTC	-0,60	-0,33	1,00	-0,03	0,31	0,07	-0,05	0,03	-0,52	0,35	0,29
P	0,05	0,34	-0,03	1,00	-0,03	-0,36	-0,36	-0,37	0,09	-0,06	-0,10
Rel. Ca/Mg	-0,36	-0,05	0,31	-0,03	1,00	0,13	-0,26	0,02	0,02	-0,01	0,00
Rel. Ca/K	0,32	-0,71	0,07	-0,36	0,13	1,00	0,92	0,99	0,32	-0,27	-0,26
Rel. Mg/K	0,45	-0,65	-0,05	-0,36	-0,26	0,92	1,00	0,96	0,31	-0,26	-0,26
Rel. (Ca+Mg)/K	0,36	-0,71	0,03	-0,37	0,02	0,99	0,96	1,00	0,32	-0,27	-0,27
V%	0,92	0,34	-0,52	0,09	0,02	0,32	0,31	0,32	1,00	-0,91	-0,90
Al	-0,83	-0,38	0,35	-0,06	-0,01	-0,27	-0,26	-0,27	-0,91	1,00	0,99
Sat. Al	-0,83	-0,37	0,29	-0,10	0,00	-0,26	-0,26	-0,27	-0,90	0,99	1,00
Produtividade da Soja	0,16	0,03	0,29	0,23	0,22	0,25	0,18	0,23	0,27	-0,33	-0,36
Foliar N	0,09	0,44	-0,39	-0,10	-0,06	-0,34	-0,29	-0,33	0,10	-0,23	-0,18
Foliar P	-0,01	0,45	-0,42	-0,21	-0,09	-0,48	-0,41	-0,47	-0,02	-0,01	0,04
Foliar K	0,03	0,39	-0,25	0,03	0,10	-0,25	-0,25	-0,25	0,11	-0,13	-0,10
Foliar Ca	-0,01	-0,14	-0,03	-0,23	0,00	0,17	0,16	0,17	-0,02	0,00	0,04
Foliar Mg	-0,06	0,29	-0,12	0,32	-0,23	-0,51	-0,37	-0,48	-0,15	0,16	0,13
Foliar Rel. Ca/Mg	0,03	-0,32	0,09	-0,35	0,19	0,50	0,38	0,47	0,10	-0,11	-0,07
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	-0,08	-0,22	0,11	-0,01	-0,20	0,01	0,08	0,03	-0,19	0,20	0,19
Foliar Rel. Ca/K	-0,04	-0,37	0,12	-0,22	-0,07	0,29	0,29	0,29	-0,10	0,11	0,12
Foliar Rel. Mg/K	-0,09	0,05	0,04	0,25	-0,25	-0,32	-0,20	-0,29	-0,21	0,22	0,18

Continua (2/3)

	Produtividade da Soja	Foliar N	Foliar P	Foliar K	Foliar Ca	Foliar Mg	Foliar Rel. Ca/Mg	Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	Foliar Rel. Ca/K	Foliar Rel. Mg/K
D. Calcário + Gesso	0,14	-0,16	-0,17	0,12	0,31	-0,41	0,50	-0,11	0,20	-0,41
Doses Potássio	-0,51	0,61	0,72	0,16	0,52	0,06	0,24	0,24	0,37	-0,01
S	0,42	-0,21	-0,33	0,16	-0,19	0,18	-0,24	-0,15	-0,28	0,06
pH	0,21	0,18	-0,02	0,02	0,15	-0,34	0,35	-0,11	0,11	-0,31
SMP	0,07	0,19	0,13	0,17	0,02	-0,11	0,09	-0,19	-0,10	-0,20
H_Al	-0,06	-0,28	-0,18	-0,20	0,00	0,06	-0,03	0,19	0,14	0,17
Ca	0,46	-0,07	-0,27	0,01	-0,02	-0,31	0,24	-0,20	-0,04	-0,29
Mg	0,34	-0,02	-0,20	-0,06	-0,03	-0,14	0,09	-0,07	-0,01	-0,11
K	0,12	0,39	0,38	0,33	-0,17	0,27	-0,31	-0,21	-0,36	0,06
Sat. Ca	0,30	0,04	-0,11	0,08	0,00	-0,24	0,18	-0,20	-0,07	-0,27
Sat. Mg	0,16	0,09	-0,01	0,03	-0,01	-0,06	0,03	-0,08	-0,04	-0,09
Sat. K	0,03	0,44	0,45	0,39	-0,14	0,29	-0,32	-0,22	-0,37	0,05
CTC	0,29	-0,39	-0,42	-0,25	-0,03	-0,12	0,09	0,11	0,12	0,04
P	0,23	-0,10	-0,21	0,03	-0,23	0,32	-0,35	-0,01	-0,22	0,25
Rel. Ca/Mg	0,22	-0,06	-0,09	0,10	0,00	-0,23	0,19	-0,20	-0,07	-0,25
Rel. Ca/K	0,25	-0,34	-0,48	-0,25	0,17	-0,51	0,50	0,01	0,29	-0,32
Rel. Mg/K	0,18	-0,29	-0,41	-0,25	0,16	-0,37	0,38	0,08	0,29	-0,20
Rel. (Ca+Mg)/K	0,23	-0,33	-0,47	-0,25	0,17	-0,48	0,47	0,03	0,29	-0,29
V%	0,27	0,10	-0,02	0,11	-0,02	-0,15	0,10	-0,19	-0,10	-0,21
Al	-0,33	-0,23	-0,01	-0,13	0,00	0,16	-0,11	0,20	0,11	0,22
Sat. Al	-0,36	-0,18	0,04	-0,10	0,04	0,13	-0,07	0,19	0,12	0,18
Produtividade da Soja	1,00	-0,11	-0,30	0,07	-0,41	-0,26	-0,06	-0,45	-0,42	-0,28
Foliar N	-0,11	1,00	0,75	0,25	0,15	0,09	-0,02	-0,04	-0,02	-0,04
Foliar P	-0,30	0,75	1,00	0,33	0,23	0,30	-0,12	0,05	0,00	0,09
Foliar K	0,07	0,25	0,33	1,00	0,20	0,02	0,09	-0,63	-0,49	-0,51
Foliar Ca	-0,41	0,15	0,23	0,20	1,00	-0,04	0,64	0,45	0,76	-0,12
Foliar Mg	-0,26	0,09	0,30	0,02	-0,04	1,00	-0,79	0,47	-0,04	0,85
Foliar Rel. Ca/Mg	-0,06	-0,02	-0,12	0,09	0,64	-0,79	1,00	-0,08	0,50	-0,72
Foliar Rel. (Ca+Mg)/K	-0,45	-0,04	0,05	-0,63	0,45	0,47	-0,08	1,00	0,82	0,75
Foliar Rel. Ca/K	-0,42	-0,02	0,00	-0,49	0,76	-0,04	0,50	0,82	1,00	0,23
Foliar Rel. Mg/K	-0,28	-0,04	0,09	-0,51	-0,12	0,85	-0,72	0,75	0,23	1,00

p > (não significativo) 0,05; (**significativo**) p < 0,05.