UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

JOÃO PEDRO SCHLOTEFELDT

COMPARAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA: CQFS (COMISSÃO QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC) E RTC (REDE TÉCNICA COOPERATIVA).

CERRO LARGO
2025

JOÃO PEDRO SCHLOTEFELDT

COMPARAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA: CQFS (COMISSÃO QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC) E RTC (REDE TÉCNICA COOPERATIVA).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schlotefeldt, João Pedro
COMPARAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADAS: CQFS (COMISSÃO QUIMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC) E RTC (REDE TÉCNICA COOPERATIVA) / João Pedro Schlotefeldt. -- 2025.
44 f.:il.

Orientador: Doutor Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

I. , Renan Costa Beber Vieira, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JOÃO PEDRO SCHLOTEFELDT

COMPARAÇÃO DAS RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA E FOSFATADA: CQFS (COMISSÃO QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC) E RTC (REDE TÉCNICA COOPERATIVA).

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira
Orientador

Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser
Avaliador

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais
e minha irmã que não pouparam
esforços para que eu pudesse
concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família, que me incentivou durante esse percurso que é a graduação.

Ao meu orientador por todo o apoio valioso durante esse trabalho.

Aos colegas por todo o apoio durante o decorrer desse trabalho até a sua conclusão.

Esse TCC é uma conquista minha mas também é de vocês.

RESUMO

A adubação correta é essencial para garantir boas colheitas e manter a produtividade ao longo do tempo, especialmente em solos que variam tanto em fertilidade quanto em capacidade de reter nutrientes. Pensando nisso, este trabalho teve como objetivo comparar as recomendações de adubação fosfatada (P_2O_5) e potássica (K_2O) propostas pelos métodos CQFS-RS/SC e RTC, levando em conta diferentes classes de teor de argila, capacidade de troca de cátions (CTC) e níveis de disponibilidade de nutrientes no solo. Os cálculos foram realizados seguindo as fórmulas e critérios estabelecidos por cada método, o que permitiu avaliar como cada sistema se comporta em diferentes cenários de produção.Os resultados mostraram que, para ambos os nutrientes avaliados, há uma relação direta entre o aumento do rendimento esperado e a elevação das doses recomendadas. De forma geral, o método RTC apresentou tendência a sugerir quantidades mais altas de fertilizantes, principalmente em solos com baixa disponibilidade de fósforo e potássio, refletindo seu foco em maximizar a produtividade. Por outro lado, o CQFS destacou-se por adotar recomendações mais graduais e equilibradas, prezando pelo uso eficiente dos insumos e pela manutenção da fertilidade do solo, especialmente em áreas com maior CTC ou maior teor disponível de nutrientes.Também se observou que as diferenças entre os dois métodos diminuem conforme a disponibilidade de P e K no solo. De forma geral, os resultados reforçam a importância de escolher o método de recomendação considerando as características químicas do solo e os objetivos de produção, garantindo práticas de manejo mais eficientes, econômicas e sustentáveis.

Palavras-chave: P (Fósforo), K (Potássio), CAPACIDADE DE TROCA DE CÁTIONS (CTC).

ABSTRACT

Proper fertilization is essential to ensure good harvests and maintain productivity over time, especially in soils that vary widely in fertility and nutrient-retention capacity. With this in mind, this study aimed to compare the phosphorus (P_2O_5) and potassium (K_2O) fertilization recommendations proposed by the CQFS-RS/SC and RTC methods, considering different clay content classes, cation exchange capacity (CEC), and soil nutrient availability levels. The calculations were carried out following the formulas and criteria established by each method, allowing an assessment of how each system performs under different production scenarios. The results showed that, for both nutrients evaluated, there is a direct relationship between the expected yield and the increase in recommended doses. Overall, the RTC method tended to suggest higher fertilizer rates, especially in soils with low phosphorus and potassium availability, reflecting its focus on maximizing productivity. In contrast, the CQFS method stood out for providing more gradual and balanced recommendations, emphasizing efficient input use and the maintenance of soil fertility, particularly in areas with higher CEC or greater nutrient availability. It was also observed that the differences between the two methods decrease as soil P and K availability increases. Overall, the findings highlight the importance of choosing a recommendation method that considers the chemical characteristics of the soil and the production objectives, ensuring more efficient, economical, and sustainable management practices.

Keywords: P (Phosphorus), K (Potassium), cation exchange capacity (CEC).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática da disponibilidade de nutrientes. 20
Figura 2 - Interpretação dos teores de argila, matéria orgânica e CTC pH 7,0 do Manual de Adubação e Calagem. 24
Figura 3 - Interpretação dos teores de fósforo do Manual de Adubação e Calagem. 24
Figura 4 - Interpretação dos teores de potássio do Manual de Adubação e Calagem. 25
Figura 5 - Interpretação dos teores de potássio do Manual de Adubação e Calagem. 26
Figura 6 - Interpretação de fósforo na camada 0 - 20 da Rede Técnica Cooperativa 27
Figura 7 - Fórmulas para dosagem de P_2O_5 da Rede Técnica Cooperativa. 27
Figura 8 - Faixa de interpretação de potássio na camada 0 - 20 da Rede Técnica Cooperativa 28
Figura 9 - Fórmula para dosagem de K_2O da Rede Técnica Cooperativa. 28
Figura 10 - Relação entre as doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC (2016) e a RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo e classe de teor de argila 29
Figura 11 - Relação entre as doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC (2016) e a RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e valor da CTC pH 7. 32

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo (interpretado pela CQFS-RS/SC, 2016) e classe de teor de argila. 39

Quadro 2. Doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC, 2016 para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo e classe de teor de argila. 40

Quadro 3 - Doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pelo RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e CTC pH 7. 42

Quadro 4 - Doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pelo CQFS para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e CTC pH 7. 43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
RTC	Rede Técnica Cooperativa
P	Fósforo
K	Potássio
SPD	Sistema Plantio Direto
SPC	Sistema Plantio Convencional
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
CCGL	Cooperativa Central Gaúcha LTDA
Ca	Cálcio
Mg	Magnésio
Al	Alumínio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9
2. OBJETIVOS 11
2.1 OBJETIVO GERAL 11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 12
3.1. SISTEMA PLANTIO DIRETO 12
3.2. IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO 13
3.3. AMOSTRAGEM DE SOLO 14
3.4. CAMADA DIAGNÓSTICO 16
3.5. CALAGEM 17
3.6. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO 19
3.6.1 TEOR CRÍTICO 19
3.6.2 CORREÇÃO, MANUTENÇÃO E REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES 21
4. MATERIAL E MÉTODOS 23
4.1 CQFS - RS/SC 23
4.2 RTC 26
5. RESULTADO E DISCUSSÃO 29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 34
7. REFERÊNCIAS 35
8. APÊNDICES 39

1. INTRODUÇÃO

A agricultura no mundo enfrenta o desafio de assegurar a segurança alimentar, produzindo alimentos, fibras e energia limpa de maneira sustentável (Massruhá et al., 2020). Para responder ao desafio de produzir alimentos de forma sustentável e acompanhar as crescentes demandas globais, a agricultura do futuro terá que elevar sua produtividade, tirando o máximo proveito de áreas cada vez menores (Bassoi et al., 2019).

A partir da década de 1990, o sistema de plantio direto (PD) passou por uma expansão significativa no Brasil, transformando o modo como o solo é manejado nas áreas agrícolas. Essa prática, que visa preservar a estrutura e a saúde do solo ao minimizar seu revolvimento, atingiu cerca de 31 milhões de hectares em 2010 (Nogueira, 2011). O sucesso desse sistema está diretamente ligado à sua capacidade de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e produtiva.

Nesse cenário, fazer uma boa recomendação de adubação e calagem se torna ainda mais essencial, especialmente porque o plantio direto exige um cuidado maior no manejo dos nutrientes e corretivos. Por isso, é importante que as orientações técnicas sigam critérios bem definidos e baseados em pesquisas confiáveis.

Segundo Silva (2016), o *Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina* é uma ferramenta essencial para os agricultores da região Sul do Brasil. Elaborado por especialistas, o manual oferece orientações práticas, baseadas em pesquisas científicas, e adaptadas às condições locais de solo e clima. Seu principal objetivo é ajudar os produtores a utilizar fertilizantes e corretivos de forma mais eficiente, promovendo uma agricultura que seja produtiva e sustentável ao mesmo tempo.

Desde 1978 houve diversas atualizações sobre o manual de adubação e calagem, onde no ano de 2016 a edição trouxe atualizações na organização

dos capítulos, informações detalhadas sobre as culturas que já estavam no manual e fez a adição de novas culturas, teores críticos do solo, métodos laboratoriais, adubação orgânica, uso da calagem e fertilizantes no solo agrícola.

O grupo RTC entende a importância do Manual de Adubação e Calagem porém aponta que suas recomendações estão desatualizadas por conta de quantos anos já se passaram da última edição. Algumas das críticas do RTC em relação ao Manual de Adubação e Calagem estão em que, para produzir o rendimento médio de produtividade, os valores de doses que são recomendados acabam não sendo suficientes para nutrir a planta, assim não acompanhando o aumento da produtividade. Por conta do aumento da produtividade, as necessidades das plantas acabam por aumentar também, tornando as doses do manual insuficientes para as plantas.

Os rendimentos adotados no Manual de Adubação e Calagem que são considerados referência acabam por ser o valor mínimo do RTC, apresentando doses de adubação para produtividade maiores.

Pensando nisso, este estudo procura entender até que ponto as recomendações feitas por instituições técnicas seguem o que está proposto no Manual de Adubação e Calagem, juntamente com a Rede Técnica Cooperativa (RTC) da cooperativa CCGL. O objetivo é comparar essas orientações, identificar onde elas coincidem ou divergem, e entender por que certas adaptações são feitas. Além disso, busca-se analisar como essas escolhas impactam o uso de fertilizantes e corretivos em uma determinada cultura e região.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

É realizada uma comparação entre as orientações presentes no Manual de Adubação e Calagem e a Recomendação Técnica Comercial utilizadas para determinada cultura e área de estudo, a análise teve como objetivo avaliar as doses e tipos de corretivos e fertilizantes recomendados tecnicamente estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo manual, que é uma referência oficial amplamente utilizada na agricultura brasileira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Observar como o aumento da expectativa de rendimento acaba afetando as doses de P (Fósforo) e K (Potássio) para as culturas agrícolas.
- Determinar a correlação entre as recomendações de calagem para P (Fósforo) e K (Potássio), entre o Manual de Adubação e Calagem com a Rede Técnica Comercial.
- Analisar as possíveis divergências e implicações práticas.
- Verificar se as diferenças entre P e K acabam sendo proporcionais nas distintas classes de disponibilidade.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. SISTEMA PLANTIO DIRETO

Um dos sistemas de manejo que mais tem contribuído para a melhoria das condições do solo é o plantio direto. Por não envolver o revolvimento do solo, esse sistema favorece o acúmulo de resíduos vegetais e nutrientes na superfície. Ao longo do tempo, esse acúmulo contribui para o aumento dos teores de matéria orgânica nos primeiros centímetros do solo, conforme evidenciado por Sá (1993) e Hikishima *et al.* (1996).

Também denominado sistema de semeadura direta, o plantio direto representa uma evolução significativa nas práticas agrícolas adotadas mundialmente, segundo Lopes e Guimarães (2016). Tradicionalmente, a agricultura baseava-se no uso de implementos que revolvem o solo em sua totalidade, uma prática que, de acordo com estudos mais recentes, não se configura como a mais sustentável sob a perspectiva da conservação do solo e dos recursos naturais (LEHMANN, 2007).

Denardin *et al.* (2012) ressaltam que, no Sistema de Plantio Direto (SPD), a ausência de revolvimento intensivo por implementos agrícolas contribui para a conservação das propriedades físicas do solo. Além disso, esse tipo de manejo exerce influência significativa sobre os atributos químicos, como a fertilidade, e sobre os aspectos biológicos, em razão da dinâmica de decomposição da matéria orgânica acumulada na superfície e incorporada ao perfil ao longo do tempo.

O sistema de plantio direto busca maximizar o potencial genético das culturas ao otimizar as condições ambientais e edáficas, promovendo uma agricultura mais produtiva e sustentável. Ao mesmo tempo, contribui para a preservação dos recursos naturais, reduzindo a degradação do solo e promovendo melhorias na saúde ambiental das áreas cultivadas.

De acordo com Mulla *et al.* (1992), ao contrário da aplicação uniforme de fertilizantes e corretivos — que pode levar à sub ou superdosagem em determinadas áreas — a aplicação em taxas variáveis permite uma utilização

mais eficiente dos nutrientes e contribui para a redução do risco de poluição ambiental. Nesse sentido, conforme destacado por Manzatto *et al.* (1999), a principal vantagem da agricultura de precisão reside na capacidade de aplicar insumos de forma localizada, no momento oportuno e nas quantidades exatas requeridas pela cultura. Essa prática torna viável o manejo de áreas cada vez menores e mais homogêneas, na medida em que a tecnologia disponível e os custos operacionais assim o permitam.

Segundo a Embrapa (2006), o sucesso do sistema de plantio direto depende de um conjunto de boas práticas, que vão desde a organização da lavoura e o manejo adequado da fertilidade do solo até o planejamento da rotação de culturas. Também são essenciais o cuidado com os restos culturais e as plantas de cobertura, o uso de máquinas e implementos apropriados, além da busca por assistência técnica e constante atualização por parte dos agricultores.

Lopes e Guimarães (2016) destacam que o plantio direto ajuda a aumentar a matéria orgânica do solo, o que acaba melhorando sua fertilidade. Esse método também diminui a necessidade de fazer correções constantes de nutrientes, já que favorece a manutenção e o aprimoramento das características do solo ao longo do tempo, sem a necessidade de revolver o solo de forma intensiva.

3.2. IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

A fertilidade do solo pode ser entendida como a sua capacidade de fornecer às plantas os nutrientes e a água necessários para que cresçam e se desenvolvam de forma equilibrada, sem a presença de substâncias tóxicas que prejudicam esse processo. Estima-se que aproximadamente 60% da produtividade agrícola depende diretamente da fertilidade do solo, o que reforça a importância de mantê-lo em boas condições para garantir o sucesso das culturas (Barros, 2020).

Diagnosticar corretamente a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes é essencial para otimizar o uso de fertilizantes e corretivos. Essa prática contribui para o aumento da produtividade e da rentabilidade das

lavouras, além de reduzir os riscos de impactos ambientais causados pela aplicação excessiva desses insumos (Cantarella, 2022).

Segundo Maluf *et al.* (2015), quando os resíduos das culturas agrícolas permanecem sobre a superfície do solo e passam por decomposição, parte dos nutrientes que foram absorvidos pelas plantas retorna ao solo. Esse processo contribui para o reaproveitamento desses nutrientes por culturas subsequentes, favorecendo a sustentabilidade do sistema produtivo.

A análise básica de solo envolve a determinação de diversos parâmetros essenciais para entender a fertilidade do solo. Isso inclui medir o pH em água (na relação 1:1), o índice SMP, os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis, extraídos com KCl 1 mol/L, além dos teores de potássio (K) e fósforo (P) disponíveis, obtidos com a solução Mehlich-1. Também são analisados os teores de matéria orgânica (por meio da oxidação sulfocrômica), a quantidade de argila (pelo método do densímetro) e, por fim, são calculadas as capacidades de troca de cátions (CTC), tanto efetiva quanto a pH 7,0, além das saturações por bases e por alumínio (CQFS-RS/SC, 2016).

3.3. AMOSTRAGEM DE SOLO

Coletar amostras de solo é um passo fundamental para o sucesso na agricultura, pois revela informações importantes sobre a composição, fertilidade e potencial produtivo do solo. Avaliar o solo é uma das formas mais práticas, eficientes e acessíveis de entender, de forma clara, sua fertilidade. Além disso, é uma maneira eficaz de transformar o conhecimento gerado pela pesquisa científica em soluções úteis e aplicáveis para os agricultores (Chitolina *et al.,* 1999).

A coleta de amostras de solo é um processo flexível, que pode ser ajustado às necessidades específicas de cada tipo de plantação. Por meio da análise da fertilidade química do solo, é possível saber exatamente quais nutrientes estão faltando e quais produtos usar como fertilizantes e corretivos para manter ou até recuperar a produtividade da terra (Ronquim, 2010).

A grande variedade de solos e as diferenças nas suas características químicas tornam a amostragem de solo o principal ponto de erro nos programas de correção e adubação (Guarçoni *et al*., 2017). Segundo Chitolina *et al*. (1999), a amostragem de solo realizada a 20 cm de profundidade pode não refletir adequadamente as mudanças ocorridas nas camadas superficiais. Isso porque o acúmulo de matéria orgânica, a melhoria na fertilidade do solo, além da maior presença de raízes e de umidade, tendem a se concentrar nos primeiros 10 cm do solo. No que se refere à avaliação da disponibilidade de fósforo no solo, Sá (1995) observou uma correlação mais significativa entre os teores desse nutriente, quando determinados em amostras coletadas até 10 cm de profundidade, e os atributos da planta.

Realizar a análise de amostras de solo em diferentes escalas possibilita que agricultores e agrônomos obtenham uma compreensão mais ampla das características do solo em diversas regiões. A área representada por uma amostra pode variar significativamente, indo de um pequena área a grandes extensões de hectares. A variabilidade espacial dos atributos analisados é o principal fator que determina essa abrangência. (CQFS - RS/SC, 2016).

Em relação à intensidade da amostragem de solo, no Brasil, recomenda-se a coleta de 10 a 30 amostras simples para a formação de uma amostra composta. Essas coletas devem ser realizadas em zigue-zague, cobrindo áreas de 10 a 15 hectares que sejam homogêneas, conforme a uniformidade do terreno e o histórico de manejo do solo (Chitolina *et al*., 1999).

A distribuição superficial uniforme do calcário e da palhada das culturas no sistema de plantio direto contribui para a baixa variabilidade horizontal dos atributos relacionados à acidez do solo e aos teores de matéria orgânica. Essa homogeneidade permite a utilização de um número reduzido de subamostras para a obtenção de amostras de solo representativas da área (Souza, 1992; Salet *et al.,* 1996; Couto, 1997; Schlindwein *et al.*, 1998).

De acordo com Schlindwein *et al.* (1998), o equipamento utilizado na amostragem do solo pode influenciar significativamente a variabilidade dos resultados. Isso ocorre tanto em função do volume de solo coletado por subamostra quanto por eventuais perdas durante o processo de coleta. No

caso do trado de rosca, por exemplo, podem ocorrer perdas de solo, principalmente das camadas superficiais, que geralmente apresentam maior concentração de atributos químicos importantes.

3.4. CAMADA DIAGNÓSTICO

A escolha da profundidade ideal deve levar em conta a cultura que está sendo cultivada ou que será implantada na área. É importante considerar qual parte do solo será mais utilizada pelas raízes da planta, já que é nessa região que ela buscará água e nutrientes para se desenvolver bem (Mendes, 2007).

Com a evolução da forma de coletar amostras de solo está mais detalhada, especialmente quando se trata da técnica usada. Em sistemas onde o solo não é revolvido, como no plantio direto, a coleta precisa ser feita em camadas. A camada de 0 a 10 cm serve para orientar a adubação, enquanto a de 10 a 20 cm é usada para acompanhar a acidez do solo e verificar se há necessidade de aplicar calcário (CQFS – RS/SC, 2016).

A maior parte das raízes das culturas anuais e as principais mudanças químicas e físicas no solo cultivado em sistema convencional acontecem nos primeiros 20 cm de profundidade. Por isso, a recomendação do uso de fertilizantes e corretivos deve ser baseada nos resultados das análises feitas com amostras dessa camada (Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1989; Oliveira et al., 1996).

Em culturas perenes, como o café e as frutíferas, que têm raízes que se estendem mais profundamente no solo, a coleta deve alcançar profundidades maiores podendo chegar a 40 ou até 60 cm. Nesse tipo de situação, o ideal é dividir a amostragem em camadas de 20 cm, por exemplo: de 0 a 20 cm, de 20 a 40 cm e de 40 a 60 cm. Cada uma dessas camadas gera uma amostra separada, o que permite avaliar melhor as condições do solo em cada profundidade (Mendes, 2007).

3.5. CALAGEM

A acidez do solo é um dos principais fatores de degradação química, sendo comum em grandes áreas de regiões tropicais e temperadas. Ela pode ser causada por diferentes processos, como a ação da água da chuva, que forma ácido carbônico (H_2CO_3); pela decomposição da matéria orgânica, que libera prótons durante a quebra de compostos, pela aplicação de fertilizantes nitrogenados, como ureia e sulfato de amônio, pela lixiviação de nutrientes importantes, como cálcio, potássio e magnésio. Esse problema pode ser controlado com o uso de substâncias que liberam hidroxilas (OH^-), capazes de neutralizar os prótons (H^+) presentes na solução do solo. Entre esses materiais, o calcário é o mais utilizado, por ser eficiente na correção da acidez e na melhoria das condições químicas do solo (Nolla & Anghinoni, 2004).

A exemplo do que ocorre com o pH, a presença excessiva de sais no solo também interfere negativamente na produtividade das culturas. Essa interferência se deve, em grande parte, à dificuldade das raízes em absorver água, causada pela redução do potencial osmótico (Bernstein, 1975). Além disso, quando a salinidade está associada principalmente ao cloreto de sódio, podem surgir efeitos tóxicos, tornando o ambiente ainda mais desfavorável ao desenvolvimento das plantas.

O efeito da calagem aplicada na superfície do solo para corrigir a acidez, neutralizar o alumínio e aumentar os cátions básicos no solo depende de alguns fatores importantes. Isso inclui o tipo de solo, a quantidade de calcário que foi usada, o tempo que passou desde a aplicação, o quanto o solo tem de matéria orgânica e a quantidade de resíduos vegetais que ficam na superfície (Pikul & Allmaras, 1986). Como o solo tem um equilíbrio rápido entre suas fases sólida e líquida, os efeitos da calagem começam a aparecer de forma rápida, alterando a dinâmica dos íons que estão na solução do solo (Amaral, 1998).

O calcário é o principal insumo utilizado para reduzir a toxicidade do alumínio nos solos, desempenhando um papel essencial no aumento da produtividade das culturas e na melhoria da rentabilidade agrícola. Sua

aplicação favorece melhorias nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. No entanto, para que sua ação seja realmente eficiente, é importante que o calcário seja aplicado em quantidades adequadas e em intervalos de tempo apropriados, garantindo uma boa resposta das plantas (Nolla & Anghinoni, 2004).

No sistema de cultivo convencional (SPC), a correção da acidez do solo é feita com a incorporação do calcário, utilizando práticas como aração e gradagens (CFS RS/SC, 1995). Porém, esse processo pode afetar algumas propriedades físicas do solo, reduzindo sua porosidade e a estabilidade dos agregados, além de destruir os canais formados pelas raízes e pela atividade de organismos vivos. Como resultado, a infiltração de água diminui, o escoamento superficial aumenta e o solo fica mais suscetível à erosão (Fucks et al., 1994).

Já no Sistema de Plantio Direto (SPD), como a mobilização do solo é mínima, não é possível incorporar o corretivo da acidez ou outros insumos. Por isso, quando necessário, esses produtos precisam ser aplicados na superfície. Embora o material tenha baixa solubilidade, observa-se a formação de uma frente alcalinizante que avança lentamente, neutralizando a acidez nas camadas mais profundas do solo (Caires *et al*.,1998; Amaral, 1998).

No sistema plantio direto, os produtores preferem não revolver o solo (revolvimento do solo). Isso acontece porque consegue-se manter qualidades importantes para a saúde do solo, como os macroporos, a boa agregados e a proteção da matéria orgânica. Além disso, deixar de arar e gradear também significa economizar tempo e dinheiro no preparo da terra (Pierce *et al*., 1994; Silva & Mielniczuk, 1998; Bayer *et al.*,2000).

No sistema de plantio direto, o pouco revolvimento, o que faz com que o calcário seja incorporado apenas na linha de semeadura. Com o passar dos ciclos de cultivo, essa leve movimentação contribui para que o corretivo se desloque lentamente para camadas mais profundas, embora seus efeitos raramente ultrapassem a profundidade alcançada pela semeadura (Rheinheimer et al., 2000).

Quando o calcário não é incorporado ao solo, a superfície de contato entre as partículas de solo e o corretivo diminui, o que faz com que os efeitos da calagem demorem mais para aparecer e se restrinjam apenas à camada superficial do solo (Cassol, 1995). No entanto, no sistema de plantio direto, a acidez tende a ser maior na camada superficial do solo (Ciotta *et al.,* 2002). Por isso, ao aplicar o calcário na superfície, ele ajuda a formar uma 'frente' de alcalinização que vai descendo aos poucos, reduzindo a acidez justamente onde ela é mais intensa (Amaral, 1998).

3.6. RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

A adubação consiste em fornecer às plantas os nutrientes de que elas precisam para crescer e se desenvolver de forma saudável, buscando alcançar boa produtividade e qualidade das colheitas, mas sempre com o cuidado de evitar impactos negativos ao meio ambiente (Barros, 2020).

As recomendações de adubação são baseadas nos teores de nutrientes encontrados na análise de solo e na exigência nutricional de cada cultura. Para culturas como a soja, milho e trigo, por exemplo, os manuais técnicos, como o *Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina – 2016*, acaba fornecendo tabelas que relacionam os níveis de nutrientes no solo com as doses recomendadas de fertilizantes. Esses valores visam suprir as necessidades das plantas e evitar tanto deficiências quanto excessos, promovendo uma adubação equilibrada e eficiente (CQFS-RS/SC, 2016).

3.6.1 TEOR CRÍTICO

Saber interpretar os teores críticos de nutrientes no solo é fundamental para entender o que a terra realmente precisa. Eles funcionam como um ponto de alerta: quando um nutriente está abaixo do nível ideal, as plantas podem não se desenvolver bem e a produção fica comprometida. O *Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina – 2016* destaca justamente isso, mostrando como esses valores

ajudam a decidir quando é hora de corrigir o solo e garantir uma adubação mais eficiente (CQFS-RS/SC, 2016).

A calibração de um método de análise do solo nada mais é do que entender como a quantidade de um nutriente disponível no solo se relaciona com o rendimento das plantas. A partir dessa relação, foram definidos os chamados teores críticos que acabam indicando os níveis mínimos necessários para que a cultura se desenvolva bem (Figura 1). Quando esses valores são superados, a chance de a planta responder positivamente à aplicação de adubos ou corretivos é muito pequena (CQFS-RS/SC, 2016). Em outras palavras, quanto mais baixo for o teor de um nutriente no solo em comparação com o valor crítico estabelecido, maior será a chance de a planta responder positivamente à aplicação de calagem ou adubação (CQFS-RS/SC, 2016).



Figura 1 - Representação esquemática da disponibilidade de nutrientes.

Fonte: (CQFS-RS/SC, 2016).

Os teores críticos de fósforo (P) e potássio (K) no solo funcionam como um tipo de referência que nos ajuda a entender quando a planta realmente precisa de adubo. Eles indicam a quantidade mínima desses nutrientes que o solo deve ter para que as culturas cresçam bem e produzam com eficiência. Se os níveis de P ou K estiverem abaixo desse ponto, é provável que a planta

responda positivamente à adubação, ou seja, vale o investimento. Mas, quando os teores já estão acima do necessário, aplicar mais fertilizante pode não trazer resultado nenhum, além de desperdiçar recursos. Esses valores mudam dependendo do solo, da cultura e do manejo usado. De forma geral, para solos analisados com o método Mehlich-1, o teor crítico de fósforo varía entre 6 e 10 mg/dm³, e o de potássio entre 60 e 80 mg/dm³ (CQFS-RS/SC, 2016).

De acordo com o CQFS - RS/SC, 2016, o principal propósito do sistema é promover o uso consciente e equilibrado de fertilizantes. Isso envolve escolher a quantidade, a fonte, a forma e o momento certo para a aplicação, garantindo que o solo mantenha níveis adequados de nutrientes para o bom desenvolvimento das culturas. Dessa forma, busca-se uma produção mais sustentável e com melhor retorno econômico ao produtor.

3.6.2 CORREÇÃO, MANUTENÇÃO E REPOSIÇÃO DE NUTRIENTES

Para que as recomendações apresentadas alcancem bons resultados, é essencial adotar boas práticas de manejo do solo e das culturas. Isso envolve a aplicação de práticas conservacionistas, a escolha de cultivares bem adaptados e produtivos, o manejo adequado do solo e das plantas, além da definição correta da época e da densidade de semeadura. O manual também destaca a importância do controle eficiente de plantas daninhas, pragas e doenças, bem como do uso de tecnologias apropriadas durante a colheita e o pós-colheita, garantindo maior eficiência e sustentabilidade na produção agrícola (CQFS-RS/SC, 2016).

A adubação de correção é realizada quando o solo apresenta muito baixo, baixo teores de fósforo (P) e potássio (K) ou seja, quando esses nutrientes estão abaixo do nível considerado ideal para o bom desenvolvimento da cultura. Nesses casos, aplica-se a quantidade necessária para elevar os teores até o nível crítico, garantindo que possa alcançar cerca de 90% da produtividade máxima da cultura, assim proporcionando o melhor retorno econômico da adubação.(CQFS-RS/SC, 2016).

A adubação corretiva gradual aplica, em dois cultivos, as doses de fósforo (P) e potássio (K) necessárias para corrigir o solo. Utiliza-se 2/3 da dose no primeiro cultivo e 1/3 no segundo, é indicada para níveis “muito baixos” ou “baixos” desses nutrientes, enquanto em solos com nível “médio”, a aplicação é total no primeiro cultivo por conta de ser uma quantidade fertilizante pequena em relação a indicada nos outros teores (CQFS-RS/SC, 2016).

A adubação de manutenção tem como objetivo repor o fósforo e o potássio retirados pelos grãos durante a colheita, além de compensar as possíveis perdas desses nutrientes no solo ao longo do tempo. (RTC, 2024). Em geral, essas perdas são maiores no sistema convencional, variando de 20% a 50%, e menores no plantio direto, entre 20% e 30%. Elas dependem de fatores como o tipo de solo, o grau de erosão, o local e o modo de aplicação do fertilizante. A quantidade de adubo aplicada varia conforme a cultura, esse tipo de adubação é indicado para quase todos os níveis de fertilidade, exceto quando o teor de P e K é “muito alto”, situação em que pode ser necessário apenas repor o que foi removido pelos grãos (CQFS-RS/SC, 2016).

Por fim, a adubação de reposição tem como objetivo manter o solo equilibrado, devolvendo apenas os nutrientes como fósforo e potássio que foram exportados pelos grãos, é indicada somente quando o solo já apresenta teores “muito altos” desses nutrientes, ou seja, quando não há necessidade de adubação de correção ou manutenção. (CQFS-RS/SC, 2016).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa comparativa, de natureza documental e com abordagem quantitativa, voltada à análise técnica das recomendações de adubação para a cultura da soja. O foco principal está na comparação das orientações para aplicação dos macronutrientes principalmente o fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O), considerando diferentes níveis de fertilidade do solo.

A análise baseia-se em duas fontes técnicas amplamente utilizadas no Rio Grande do Sul: o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (10ª edição, 2016), publicado pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS-RS/SC), a (RTC, 2024) elaborada pela CCGL (Cooperativa Central Gaúcha Ltda). A comparação busca evidenciar semelhanças, diferenças e possíveis implicações práticas entre as duas abordagens no contexto da tomada de decisão em fertilidade do solo.

Para manter a análise consistente, consideramos produtividades esperadas de 3.000, 4.000, 5.000, 6.000 kg/ha de soja, que são valores típicos para lavouras tecnificadas na região Sul do Brasil.

4.1 CQFS - RS/SC

Foram consideradas as médias dos teores de fósforo (P). Por exemplo para a classe de disponibilidade de P muito baixa em solos com classe de argila (>60%), considerou-se o valor médio entre zero e 3,0 mg dm^{-3} de P, ou seja, utiliza-se 1,5 mg dm^{-3}, entre outros valores médios referentes às diferentes classes de teores de argila do solo.

Foi realizada a recomendação de adubação de P para a cultura da soja para expectativas de produtividade de produtividade 3000, 4000, 5000 e 6000 kg ha-1, considerando solos com teores de fósforo muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto em ambas as recomendações. A recomendação da adubação para a cultura da soja segundo o CQFS foi obtida a partir da dose de correção (classe de disponibilidade muito baixo, baixo e médio), manutenção (classe muito baixo, baixo, médio e alto) e reposição (classe muito alto).

As recomendações de adubação foram analisadas para níveis de fertilidade do solo muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, baseados nos teores de nutrientes indicados pelas análises de solo. Além disso será considerado os diferentes teores de argila (Figura 2).

Tabela 6.1. Interpretação dos teores de argila, matéria orgânica e capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) do solo

Argila		Matéria Orgânica		$CTC_{pH7,0}$	
Faixa (%)	Classe	Faixa (%)	Classe	Faixa ($cmol_c/dm^3$)	Classe
≤ 20	4	≤2,5	Baixo	≤ 7,5	Baixa
21 – 40	3	2,6 – 5,0	Médio	7,6 – 15,0	Média
41 – 60	2	> 5,0	Alto	15,1 – 30,0	Alta
> 60	1	-	-	> 30,0	Muito alta

Figura 2 - Interpretação dos teores de argila, matéria orgânica e CTC pH 7,0 do Manual de Adubação e Calagem.

Fonte: (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 6.4. Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila para culturas do Grupo 2 (culturas de grãos, exceto arroz irrigado; hortaliças, exceto as do Grupo 1; pastagens, exceto pastagem natural; frutíferas e gengibre)

Classe de disponibilidade	Classe de teor de argila[1,2]			
	1	2	3	4
	mg de P/dm^3			
Muito baixo	≤3,0	≤4,0	≤6,0	≤10,0
Baixo	3,1 - 6,0	4,1 - 8,0	6,1 - 12,0	10,1 - 20,0
Médio	6,1 - **9,0**	8,1 - **12,0**	12,1 - **18,0**	20,1 - **30,0**
Alto	9,1 - 18,0	12,1 - 24,0	18,1 - 36,0	30,1 - 60,0
Muito alto	>18,0	>24,0	>36,0	>60,0

[1] Teores de argila: classe 1 = >60%; classe 2 = 60 a 41%; classe 3 = 40 a 21%; classe 4 = ≤ 20%.
[2] Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em "equivalentes Mehlich-1", conforme equação PM1= PM3/(2 - (0,02 x arg)) (Capítulo 4).

Figura 3 - Interpretação dos teores de fósforo do Manual de Adubação e Calagem.

Fonte: (CQFS-RS/SC, 2016).

Também foram consideradas as médias dos valores de capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0, conforme indicado no Manual de Adubação e Calagem, para complementar a compreensão das características químicas dos solos analisados, assim representando os dados do potássio que será comparado. Para definir as recomendações de adubação, foi utilizada a tabela

destinada à cultura da soja, presente no Manual de Adubação e Calagem, por se tratar de uma fonte consolidada e amplamente adotada na prática agrícola.

A recomendação da adubação de potássica para a cultura da soja foi realizada para expectativas de produtividade de produtividade 3000, 4000, 5000 e 6000 kg ha-1, considerando solos com teores de potássio muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto em ambas as recomendações (Figura 4). Para obtenção dos valores de K como o RTC leva em consideração a porcentagem (%) de saturação de K, sendo obtido a partir do valor da média da classe de disponibilidade dividido por trezentos e noventa e um, novamente dividindo pela média da CTC pH 7 de cada faixa e multiplicando por cem, para expressar o teor em porcentagem de saturação. Segundo a CQFS, a recomendação de adubação para a soja foi organizada em três etapas. Primeiro, entra a correção, usada quando o solo está com níveis de nutriente muito baixos, baixos ou médios. Depois, vem a manutenção, indicada para solos que vão de muito baixo até alto. Por fim, quando os teores já estão muito altos, utiliza-se apenas a reposição, garantindo que a planta receba o que realmente precisa sem excessos (Figura 5).

Tabela 6.9. Interpretação do teor de potássio no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme a CTC do solo para culturas do Grupo 2 (culturas de grãos; pastagens, exceto pastagem natural; frutíferas; e hortaliças, exceto as do Grupo 1).

Classe de disponibilidade	$CTC_{pH7,0}$ do solo[1]			
	≤7,5	7,6 a 15,0	15,1 a 30,0	>30,0
	mg de K/dm³			
Muito baixo	≤20	≤30	≤40	≤45
Baixo	21 – 40	31 – 60	41 – 80	46 – 90
Médio	**41 – 60**	**61 – 90**	**81 – 120**	**91 – 135**
Alto	61 – 120	91 – 180	121 – 240	136 – 270
Muito alto	>120	>180	>240	>270

[1] Caso a análise tenha sido feita por Mehlich-3, transformar previamente os teores em "equivalentes Mehlich-1", conforme equaçãoKM1= KM3 x 0,83 (Capítulo 4).

Figura 4 - Interpretação dos teores de potássio do Manual de Adubação e Calagem.

Fonte: (CQFS-RS/SC, 2016).

6.1.18 - SOJA

Fósforo e potássio

Interpretação do teor de P ou de K no solo	Fósforo por cultivo		Potássio por cultivo	
	1º	2º	1º	2º
	...kg de P_2O_5/ha...		...kg de K_2O/ha...	
Muito baixo	155	95	155	115
Baixo	95	75	115	95
Médio	85	45	105	75
Alto	45	45	75	75
Muito alto	0	≤45	0	≤75

Para rendimento maior do que 3 t/ha, acrescentar aos valores da tabela 15 kg de P_2O_5/ha e 25 kg de K_2O/ha, por tonelada adicional de grãos a serem produzidos.

Figura 5 - Interpretação dos teores de potássio do Manual de Adubação e Calagem.

Fonte: (CQFS-RS/SC, 2016).

4.2 RTC

No método adotado pela Rede Técnica Cooperativa (RTC), a interpretação dos teores de fósforo (P) é feita considerando também a classe textural do solo. Com base nesses dois fatores, os resultados são enquadrados em faixas de produtividade, que vão de muito baixa, baixa, média, alta e muito alta. A recomendação de adubação é feita a partir de uma tabela chamada faixas de interpretação de fósforo, na qual se escolhe a meta de produtividade desejada (Figura 6). Em seguida, subtrai-se o teor de P obtido na análise do solo. O valor encontrado representa quanto é necessário aumentar esse nutriente, em mg dm^{-3}. Esse incremento é então multiplicado por um fator chamado capacidade tampão de fósforo, a qual varia conforme a textura do solo (valores de 25,0 para classe 1 ≥ 60% de argila; 18,0 para classe 2 de 41 a 60% de argila; 12,0 para classe 3 21 a 40% de argila ou 7,5 de ≤20% de argila). O resultado final indica a quantidade de fósforo, em kg ha^{-1} de P_2O_5, que deve ser aplicada para corrigir o solo de acordo com a meta de produção (Figura 7).

Tabela 7

Faixas de interpretação de fósforo na camada de 0 a 20 cm de profundidade com base nas metas de produtividade das culturas de soja, milho, trigo e milho silagem. CCGL/RTC, 2024.

Faixa de produtividade	Meta de produtividade (1)				Teor de Fósforo x Classe de Argila (2)			
	Soja	Milho	Trigo	Milho Silagem	1	2	3	4
	sacos ha^{-1}			Ton MV ha^{-1}	mg dm^{-3}			
Muito Baixa	< 51	< 101	< 51	< 30	< 12,1	< 16,1	< 24,1	< 36,1
Baixa	51-65	101-140	51-65	30-45	12,1-16,0	16,1-22,0	24,1-32,0	36,1-48,0
Média	66-80	141-180	66-80	46-60	16,1-20,0	22,1-28,0	32,1-40,0	48,1-60,0
Alta	81-95	181-220	81-95	61-75	20,1-24,0	28,1-34,0	40,1-48,0	60,1-72,0
Muito Alta	> 95	> 220	> 95	> 75	> 24,0	> 34,0	> 48,0	> 72,0

(1) Meta de produtividade de Soja, Milho e Trigo em sacos ha^{-1}, onde: 1 (um) saco ha^{-1} é igual a 60 Kg de grãos ha^{-1}; Milho silagem, produtividade em Ton MV ha^{-1}, onde MV = Massa verde.
(2) Classe 1 = > 60 % de argila; Classe 2 = 41 a 60%; Classe 3 = 21 a 40%; Classe 4 = ≤ 20 % de argila.

Figura 6 - Interpretação de fósforo na camada 0 - 20 da Rede Técnica Cooperativa

Fonte: (RTC, 2024).

Classe Textural 1	Dose P_2O_5 (kg ha^{-1}) = (Teor P desejado – Teor P análise) x **25,0**
Classe Textural 2	Dose P_2O_5 (kg ha^{-1}) = (Teor P desejado – Teor P análise) x **18,0**
Classe Textural 3	Dose P_2O_5 (kg ha^{-1}) = (Teor P desejado – Teor P análise) x **12,0**
Classe Textural 4	Dose P_2O_5 (kg ha^{-1}) = (Teor P desejado – Teor P análise) x **7,5**

Sendo: classe textural 1 ≥ 60 % de argila; classe textural 2 de 41 a 60 % de argila; classe textural 3 de 21 a 40 % de argila e classe textural 4 ≤ 20 % de argila

Figura 7 - Fórmulas para dosagem de P_2O_5 da Rede Técnica Cooperativa.

Fonte: (RTC, 2024).

Para a recomendação das doses de potássio (K), o método utilizado pela Rede Técnica Cooperativa (RTC) baseia-se na saturação por potássio na capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 (Figura 8). O cálculo é feito subtraindo-se o valor atual de saturação por K do valor de referência indicado na tabela. O resultado representa o quanto se deseja aumentar essa saturação. Esse valor é então multiplicado pela CTC a pH 7,0 e, em seguida, por 15,6 — um fator de conversão que transforma o resultado em kg por hectare. A fonte considerada para esse cálculo é o cloreto de potássio, que possui 60% de K_2O (Figura 9).

Tabela 8

Faixas de interpretação de potássio na camada de 0 a 20 cm de profundidade com base nas metas de produtividade das culturas de soja, milho, trigo e milho silagem. CCGL/RTC, 2024.

Faixa de produtividade	Meta de produtividade [1]				Potássio Saturação da CTC [2]
	Soja	Milho	Trigo	Milho Silagem	
	..... sacos ha^{-1}			Ton MV ha^{-1}	%
Muito Baixa	< 51	< 101	< 51	< 30	< 2,1
Baixa	51-65	101-140	51-65	30-45	2,1-3,0
Média	66-80	141-180	66-80	46-60	3,1-4,0
Alta	81-95	181-220	81-95	61-75	4,1-5,0
Muito Alta	> 95	> 220	> 95	> 75	> 5,0

[1] Meta de produtividade de Soja, Milho e Trigo em sacos ha^{-1}, onde: 1 (um) saco ha^{-1} é igual a 60 Kg de grãos ha^{-1}; Milho silagem, produtividade em Ton MV ha^{-1}, onde MV = Massa verde.
[2] Saturação da CTC a pH 7,0 por potássio

Figura 8 - Faixa de interpretação de potássio na camada 0 - 20 da Rede Técnica Cooperativa

Fonte: (RTC, 2024).

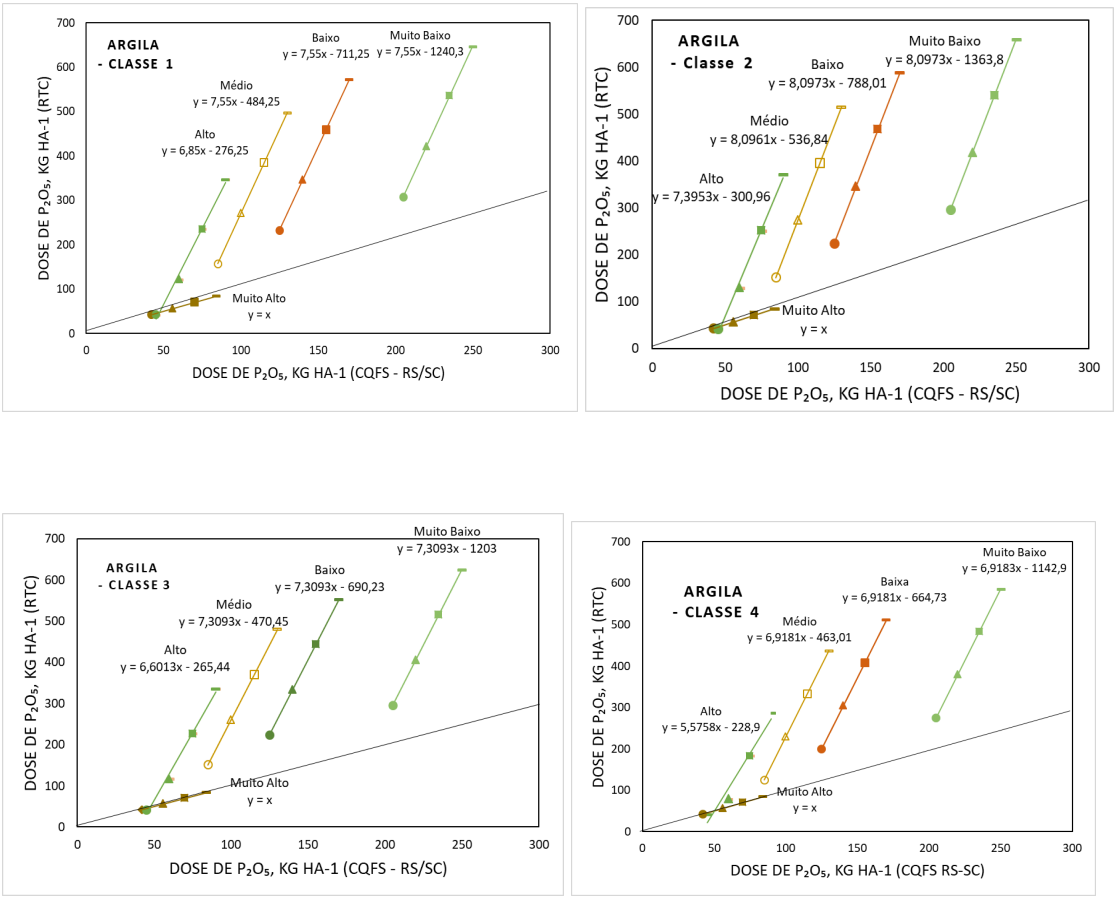
$$KCl\ (kg\ ha^{-1}) = (\%K\ desejado - \%K\ na\ análise) \times CTC_{pH\ 7,0} \times 15,6$$

Figura 9 - Fórmula para dosagem de K_2O da Rede Técnica Cooperativa.

Fonte: (RTC, 2024).

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Pode-se observar que com o aumento do rendimento de grãos há um aumento nas dosagens de fósforo e potássio a serem fornecidas, para assim obter as toneladas de grãos propostas (3 ton, 4 ton, 5 ton e 6 ton). Essa diferença pode ser visualizada nos gráficos apresentados na Figura 10, onde acaba mostrando a diferença, em quilogramas (KG), entre as recomendações obtidas dos dois métodos.



● 3 toneladas, ▲ 4 toneladas, ■ 5 toneladas, — 6 toneladas

Figura 10 - Relação entre as doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC (2016) e a RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo e classe de teor de argila

Em todas as classes de argila, percebe-se que, quando o solo apresenta teores de fósforo muito baixos, baixos ou médios, o método RTC recomenda doses bem mais altas do que o CQFS em alguns casos, chegando a ser até

2,64 vezes maiores. Essa diferença fica ainda mais clara quando se observa o quanto a dose de P_2O_5 precisa aumentar para passar de uma expectativa de 3 para 6 t ha^{-1}. Pelo RTC, esse salto acaba sendo 5,6 a 8,1 vezes maior, o que mostra como esse método reage de forma muito mais intensa ao aumento da produtividade esperada.

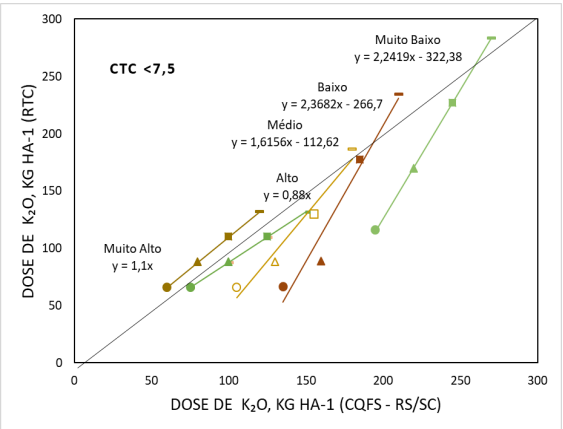
Como destacam Mumbach et al. (2025), em solos com baixos teores de fósforo e que ainda apresentam limitações, como acidez, compactação ou períodos de seca, a correção profunda pode trazer benefícios. Já em áreas conduzidas há mais tempo sob plantio direto, produtivas e sem restrições químicas ou físicas, a adubação corretiva tende a não ser a melhor escolha, sendo mais adequado realizar uma correção gradual durante a semeadura. Os autores também reforçam que é essencial ajustar as doses conforme as condições reais do solo e as necessidades específicas de cada cultura.

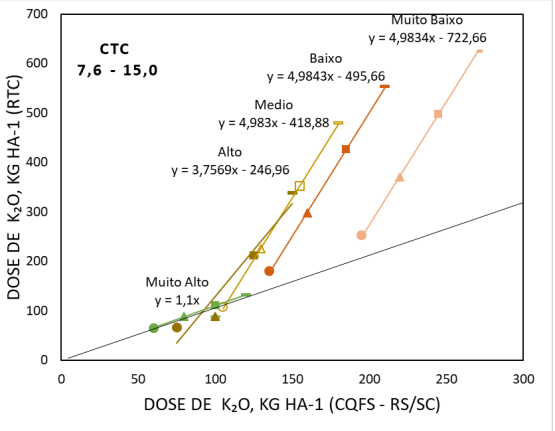
Conforme explicado por Mumbach et al. (2025), solos argilosos com baixos teores de fósforo tendem a apresentar minerais oxídicos pouco cristalizados, que adsorvem o nutriente de forma muito forte, impedindo sua liberação. À medida que esses sítios de maior afinidade se saturam, a capacidade tampão do solo muda de forma significativa.

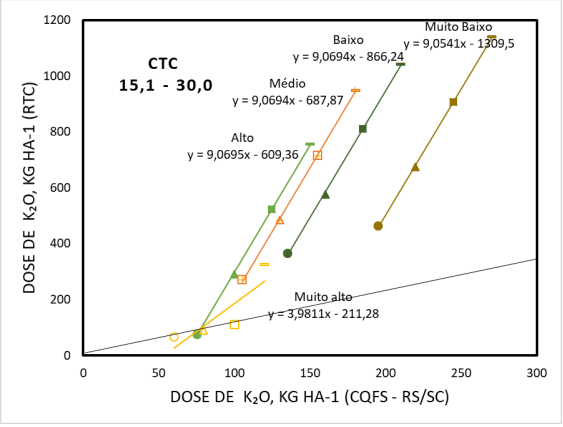
Conforme ressaltado por Gatiboni et al. (2008), quando o fósforo atinge valores muito altos no solo, já existe risco de o nutriente ser transferido para o ambiente, mesmo que os sítios de adsorção não estejam completamente preenchidos.

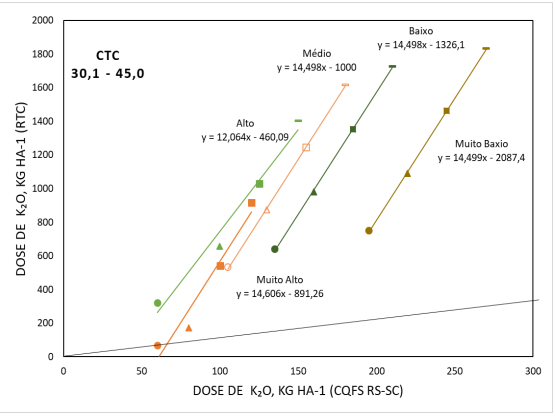
Por exemplo, se um solo estivesse na classe 1 com a disponibilidade de fósforo muito baixa, segundo o CQFS-RS/SC (2016) o produtor teria que aplicar 205 kg P_2O_5 ha^{-1} para a expectativa de produtividade de 3 ton e 250 kg P_2O_5 ha^{-1} para expectativa de 6 ton, onde tem-se um aumento de 45 kg P_2O_5 ha^{-1}. Porém caso este mesmo produtor utiliza-se o método da RTC, a dose que seria necessária para expectativa de produtividade de 3 ton seria de 307 kg P_2O_5 ha^{-1}. Já para expectativa de produtividade 6 ton seriam necessários 647 kg P_2O_5 ha^{-1}, assim conferindo um incremento de 340 kg P_2O_5 ha^{-1} a serem utilizados.

Outro exemplo pode ser levado em conta onde um produtor que está na classe 1 de argila com a disponibilidade de P alta, para que se tenha uma expectativa de produtividade de 3 ton segundo o CQFS-RS/SC (2016) iria de ter que aplicar 45 kg P_2O_5 ha^{-1}, já para expectativa de 6 ton aplicaria 90 kg P_2O_5 ha^{-1}, ou seja, 45 kg a mais essa adição seria para apenas para a exportação de nutrientes. Caso o produtor deseja utilizar a recomendação pelo RTC na mesma condição para expectativa de produtividade 3 ton iria-se recomendar 42 kg P_2O_5 ha^{-1}, já para expectativa de 6 ton recomendaria 347 kg P_2O_5 ha^{-1}, onde teria um incremento de 305 kg P_2O_5 ha^{-1}, assim para expectativa de produtividade de 3 ton não iria haver distinção, já para 6 ton haveria uma diferença significativa na quantidade de P_2O_5 a ser fornecida.









● 3 toneladas, ▲ 4 toneladas, ■ 5 toneladas, — 6 toneladas

Figura 11 - Relação entre as doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC (2016) e a RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e valor da CTC pH 7.

Em diferentes classes de CTC a pH 7 (principalmente na classe ≤7,5), nota-se que, quando o solo apresenta níveis de potássio muito baixos, baixos ou médios, o método RTC tende a indicar doses menores do que o CQFS para produtividades mais baixas (Figura 11). Entretanto, conforme a expectativa de rendimento aumenta, essa diferença entre os dois métodos vai se reduzindo, até o ponto em que o RTC pode recomendar doses até maiores. Isso revela como o RTC acaba sendo mais sensível para um aumento na expectativa de produtividade (Figura 12).

Outras classes de CTC pH 7 acabam mostrando resultados diferentes Quando se tem disponibilidade como muito baixa, baixa e média, o RTC acaba recomendando doses que chegam ser 10x maiores que as recomendadas pelo CQFS, essa diferença pode ser melhor vista quando a expectativa de produtividade é para 6 ton podendo chegar até para cada 1 kg de K_2O que o CQFS recomenda a RTC recomenda 5 kg de K_2O.

Segundo Grando et al. (2025), as doses médias necessárias para corrigir solos classificados com disponibilidade “baixa” e “média” de potássio chegam a 153 e 47 kg ha^{-1} de K_2O, respectivamente. Os autores destacam que, para a classe “baixa”, a recomendação atual do CQFS-RS/SC (2016) de 90 kg ha^{-1} subestima em cerca de 1,7 vez a demanda real observada em vinhedos. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza Junior et al. (2022), reforçando que o valor de KBC pode orientar doses mais adequadas e regionalizadas para as culturas da Serra Gaúcha, aumentando a eficiência da adubação potássica.

De acordo com Grando et al. (2025), a região estudada apresentou um único valor de capacidade tampão de potássio, de 3,1 kg ha^{-1} de K_2O. Esse resultado permite simplificar as recomendações de adubação corretiva, já que outras variáveis do solo, como a CTC a pH 7,0, deixam de ser determinantes.

Porém, os autores destacam que esse valor revela uma possível subestimativa nas doses atualmente recomendadas, indicando que as orientações vigentes precisam ser reavaliadas.

Para ilustrar essa diferença, um produtor que está enquadrado com seu solo tendo uma CTC pH 7 37,5 ele se encaixaria na CTC 30,1 - 45,0, onde a sua disponibilidade seria muito baixa, conforme o CQFS-RS/SC (2016) ele iria aplicar 195 kg K_2O ha^{-1} para uma expectativa de produtividade 3 ton, já para uma expectativa de produtividade 6 ton o manual recomenda 270 kg K_2O ha^{-1}, onde haveria um aumento de 75 kg K_2O ha^{-1}. Por outro lado se este produtor fosse utilizar o método da RTC, para a expectativa de produtividade 3 ton seria de 750 kg K_2O ha^{-1}, com expectativa de produtividade de 6 ton seriam recomendado 1834 kg K_2O ha^{-1}, onde teria um incremento de 1084 kg K_2O ha^{-1}.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos métodos que comparam as doses recomendadas de fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) pelos métodos CQFS-RS/SC e RTC mostra diferenças claras entre as metodologias, especialmente quando se consideram os teores de argila, a capacidade de troca de cátions (CTC) e as classes de disponibilidade de nutrientes no solo. De forma geral, percebe-se uma relação direta entre o aumento do rendimento esperado e o acréscimo nas doses recomendadas de ambos os nutrientes, um resultado coerente com a maior exigência de fósforo e potássio para sustentar níveis mais altos de produtividade.

Os exemplos práticos ajudam a visualizar isso. Em um solo da classe 1 com fósforo muito baixo, o CQFS propõe um aumento de apenas 45 kg de P_2O_5 ha^{-1} ao subir a meta de 3 para 6 t ha^{-1}, enquanto o RTC eleva esse valor para 340 kg. Mesmo quando o solo já tem teor de P alto, o comportamento se repete: enquanto o CQFS faz apenas o ajuste necessário para repor o que a cultura retira, o RTC aumenta a dose de forma muito mais acentuada, chegando a acrescentar 305 kg de P_2O_5 ha^{-1}.

Para o potássio, o cenário também mostra contrastes importantes. Em algumas classes de CTC a pH 7, especialmente as mais baixas, o RTC tende a recomendar doses menores que o CQFS quando a produtividade esperada é baixa. Mas, conforme a meta produtiva cresce, essa diferença vai diminuindo, e o RTC pode até passar a recomendar doses maiores. Já em outras classes de CTC, quando o solo tem teores muito baixos, baixos ou médios de potássio, o RTC pode indicar quantidades até 3,5 vezes superiores às do CQFS principalmente quando o objetivo é alcançar altas produtividades.

De maneira geral, os resultados evidenciam que o RTC segue uma abordagem voltada à maximização da produtividade, priorizando doses mais altas de adubação, enquanto o CQFS adota uma estratégia mais conservadora e sustentável, buscando equilibrar a reposição de nutrientes com a produtividade.

7. REFERÊNCIAS

ADAMS, F.; MARTIN, J. B. Liming effects on nitrogen use and efficiency. In: HAUCK, R. D. (ed.). *Nitrogen in crop production*. Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 417-426.

AMARAL, A. S. *Reaplicação do calcário em sistema plantio direto consolidado*. 1998. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

BARROS, J. F. C. *Fertilidade do solo e nutrição das plantas: texto de apoio para as unidades curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários e Noções Básicas de Agricultura*. Évora: Universidade de Évora, Departamento de Fitotecnia, 2020.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T. J. C.; MARTIN-NETO, L.; FERNANDES, S. V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage and cropping systems in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 54, p. 101-109, 2000.

BERNSTEIN, L. Effects of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Review of Phytopathology*, Stanford, v. 13, p. 295-312, 1975.

CAIRES, E. F.; CHVEIRI, A. W.; MADRUGA, E. F.; FIGUEIREDO, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 27-34, 1998.

CASSOL, L. C. *Características físicas e químicas do solo e rendimento de culturas após a reaplicação de calcário, com e sem incorporação, em sistemas de preparo*. 1995. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

CHITOLINA, J. C.; PRATA, F.; SILVA, F. C.; MURAOKA, T.; VITTI, A. C. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de solo para análise de fertilidade. In: SILVA, F. C. (org.). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p. 13-48.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 1055-1064, 2002.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DE GOIÁS (CFSGO). *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação*. Goiânia, 1988. 101 p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (CQFS-RS/SC). *Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. 11. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2016. 376 p.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; D'ÁVILA DENARDIN, N.; WIETHÖLTER, S. *Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 12 maio 2025.

EMBRAPA. *Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.

EMBRAPA. *Implantação e manejo do sistema de plantio direto*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

EMBRAPA. *Sistemas de plantio direto: modificações na dinâmica e na disponibilidade de nutrientes*. Brasília, DF, 2025. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br. Acesso em: 12 maio 2025.

FUCKS, L. F.; REINERT, D. J.; CAMPOS, B. C.; BORGES, D. F.; SAPINI, C. Degradação da estabilidade estrutural pela aração e gradagem de solo sob plantio direto por quatro anos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994, Florianópolis. *Anais*... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p. 196-197.

GRANDO, D. L. et al. Potassium buffer capacity in subtropical soils with high organic matter content. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 49, e0240201, 2025.

GUARÇONI, A.; ALVAREZ V., V. H.; SOBREIRA, F. M. Fundamentação teórica dos sistemas de amostragem de solo de acordo com a variabilidade de características químicas. *Terra Latinoamericana*, v. 35, n. 4, p. 343-352, 2017.

HIKISHIMA, M.; PRATA, F.; SANTOS FILHO, A.; MOTTA, A. C. V. Avaliação da fertilidade do solo em plantio direto, convencional e reflorestamento de um Latossolo. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4., 1996, Curitiba. *Anais*... Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1996. p. 196.

LEHMANN, J. A handful of carbon. *Nature*, London, v. 447, p. 143-144, 2007. Disponível em: https://www.nature.com/articles/447143a. Acesso em: 12 maio 2025.

LOPES, A. S.; GUIMARÃES, G. L. R. A career perspective on soil management in the cerrado region of Brazil. In: SPARKS, D. L. (ed.). *Advances in agronomy*. London: Academic Press, 2016. v. 137, p. 1-72.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALUF, H. J. G. et al. Disponibilidade e recuperação de nutrientes de resíduos culturais em solo com diferentes texturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1690-1702, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br. Acesso em: 12 maio 2025.

MANZATTO, C. V.; BHERING, S. B.; SIMÕES, M. *Agricultura de precisão: propostas e ações da Embrapa Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. Disponível em: http://www.cnps.embrapa.br. Acesso em: 22 abr. 2025.

MASSRUHÁ, M. A. A.; LEITE, G. C. Revolução digital no setor do agronegócio pode gerar controvérsias jurídicas. *Consultor Jurídico*, São Paulo, set. 2016. Disponível em: https://www.conjur.com.br. Acesso em: 26 abr. 2025.

MENDES, A. M. S. *Introdução à fertilidade do solo*. Vitória da Conquista: MAPA/SFA-BA, 2007. 64 p.

MULLA, D. J. et al. A comparison of winter wheat yield and quality under uniform versus spatially variable fertilizer management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Amsterdam, v. 8, n. 3, p. 301-311, 1992.

MUMBACH, G. L. et al. Refining phosphorus fertilizer recommendations based on buffering capacity of soils from southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 49, e0240201, 2025.

NOGUEIRA, M. P. *Plantio direto: exemplo de sustentabilidade!*. [S. l.: s. n.], s. d. Disponível em: http://www.bigmaconsultoria.com.br. Acesso em: 22 abr. 2025.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 6, n. 1, p. 97-111, 2004.

PIKUL, J. L.; ALLMARAS, R. R. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years residue management. *Soil Science Society of America Journal*, v. 50, p. 214-219, 1986.

PIRES, L. F.; VITTI, A. C. *Fundamentos de nutrição de plantas*. São Paulo: Nobel, 1995. 282 p.

POTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 675-684, 1998.

REDE TÉCNICA COOPERATIVA (RTC). *Guia para recomendação de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Pelotas: CCGL, 2022. 120 p.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Alterações de atributos do solo pela calagem superficial e incorporada a partir de pastagem natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 797-805, 2000.

SÁ, J. C. M. *Manejo da fertilidade do solo no plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1993. 96 p.

SÁ, J. C. M. Calagem em solos sob plantio direto da região dos Campos Gerais, Centro-Sul do Paraná. In: SÁ, J. C. M. (coord.). *Curso sobre o manejo do solo no sistema de plantio direto*. Castro: Fundação ABC, 1995. p. 73-107.

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e manejo do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 477-486, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br. Acesso em: 12 maio 2025.

SCHLINDWEIN, J. A.; SALET, L. R.; ANGHINONI, I. Variabilidade dos índices de fertilidade do solo no sistema plantio direto e coleta de amostras representativas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambu. *Resumos*... Caxambu: SBCS, 1998. p. 265.

SHARPLEY, A. N.; CURTIN, D.; SYERS, J. K. Changes in water-extractability of soil inorganic phosphate induced by sodium saturated benchmark soil. *Australian Journal of Soil Research*, p. 637-640, 1988.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 22, p. 311-317, 1998.

SOUZA, L. S. *Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo*. 1992. 102 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

SOUZA JÚNIOR, A. A. et al. Potassium buffering capacity and corrective potassium fertilizer recommendations in soils from Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 46, e0220010, 2022. DOI: 10.36783/18069657rbcs20220010.

VALE, F. R. et al. *Manejo da fertilidade do solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1997. 206 p.

ZOELLNER, L.; MACEDO, R. P. *Nutrição de plantas*. São Paulo: Ceres, 2001. 176 p

8. APÊNDICES

Quadro 1 - Doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo (interpretado pela CQFS-RS/SC, 2016) e classe de teor de argila.

Classe de disponibilidade de fósforo	3 toneladas			4 toneladas			5 toneladas			6 toneladas		
	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total
Classe de teor de argila 1 – >60%												
Muito baixo	265	42[1]	307	365	56[1]	421	465	70[1]	535	563	84[1]	647
Baixo	190	42[1]	232	290	56[1]	346	390	70[1]	460	488	84[1]	572
Médio	115	42[1]	157	215	56[1]	271	315	70[1]	385	413	84[1]	497
Alto	0	42[1]	42	65	56[1]	121	165	70[1]	235	263	84[1]	347
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 2 – 60 a 41%												
Muito baixo	254	42[1]	296	362	56[1]	418	470	70[1]	540	576	84[1]	660
Baixo	182	42[1]	224	290	56[1]	346	398	70[1]	468	504	84[1]	588
Médio	109	42[1]	151	217	56[1]	273	325	70[1]	395	431	84[1]	515
Alto	0	42[1]	42	73	56[1]	129	181	70[1]	251	287	84[1]	371
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 3 – 40 a 21%												
Muito baixo	253	42[1]	295	349	56[1]	405	445	70[1]	515	540	84[1]	624
Baixo	181	42[1]	223	277	56[1]	333	373	70[1]	443	468	84[1]	552
Médio	109	42[1]	151	205	56[1]	261	301	70[1]	371	395	84[1]	479
Alto	0	42[1]	42	61	56[1]	117	157	70[1]	227	251	84[1]	335
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 4 – <21%												
Muito baixo	233	42[1]	275	323	56[1]	379	413	70	483	503	84	587
Baixo	158	42[1]	200	248	56[1]	304	338	70	408	427	84	511

Médio	83	42[1]	125	173	56[1]	229	263	70	333	352	84	436
Alto	0	42[1]	42	23	56[1]	79	113	70	183	202	84	286
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70	70	0	84	84

[1] Valor de reposição estabelecido de acordo com a exportação de 14 kg de P_2O_5 por tonelada de graos de soja.

Quadro 2. Doses de adubação fosfatada (kg P_2O_5 ha^{-1}) recomendadas pela CQFS-RS/SC, 2016 para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de fósforo no solo e classe de teor de argila.

Classe de disponibilidade de fósforo	3 toneladas			4 toneladas			5 toneladas			6 toneladas		
	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total
Classe de teor de argila 1 – >60%												
Muito baixo	160	45[1]	205	160	60[1]	220	160	75[1]	235	160	90[1]	250
Baixo	80	45[1]	125	80	60[1]	140	80	75[1]	155	80	90[1]	170
Médio	40	45[1]	85	40	60[1]	100	40	75[1]	115	40	90[1]	130
Alto	0	45[1]	45	0	60[1]	60	0	75[1]	75	0	90[1]	90
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 2 – 60 a 41%												
Muito baixo	160	45[1]	205	160	60[1]	220	160	75[1]	235	160	90[1]	250
Baixo	80	45[1]	125	80	60[1]	140	80	75[1]	155	80	90[1]	170
Médio	40	45[1]	85	40	60[1]	10[1]	40	75[1]	115	40	90[1]	130
Alto	0	45[1]	45	0	60[1]	60	0	75[1]	75	0	90[1]	90
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 3 – 40 a 21%												

Classe de disponibilidade de fósforo	3 toneladas			4 toneladas			5 toneladas			6 toneladas		
	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total	Correção	Manutenção/ Reposição[1]	Total
Muito baixo	160	45[1]	205	160	60[1]	220	160	75[1]	235	160	90[1]	250
Baixo	80	45[1]	125	80	60[1]	140	80	75[1]	155	80	90[1]	170
Médio	40	45[1]	85	40	60[1]	100	40	75[1]	115	40	90[1]	130
Alto	0	45[1]	45	0	60[1]	60	0	75[1]	75	0	90[1]	90
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84
Classe de teor de argila 4 – <21%												
Muito baixo	160	45[1]	205	160	60[1]	220	160	75[1]	235	160	90[1]	250
Baixo	80	45[1]	125	80	60[1]	140	80	75[1]	155	80	90[1]	170
Médio	40	45[1]	85	40	60[1]	100	40	75[1]	115	40	90[1]	130
Alto	0	45[1]	45	0	60[1]	60	0	75[1]	75	0	90[1]	90
Muito alto	0	42[1]	42	0	56[1]	56	0	70[1]	70	0	84[1]	84

[1] Dose de manutenção (15 kg de P_2O_5 por tonelada de grãos de soja) utilizada para as classes de disponibilidade Muito baixa, Baixa, Média e Alta e dose de reposição (14 kg de P_2O_5 por tonelada de grãos de soja) utilizada para classe de disponibilidade Muito alta.

Quadro 3 - Doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pelo RTC para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e CTC pH 7.

Classe de disponibilidade de fósforo	3 toneladas			4 toneladas			5 toneladas			6 toneladas		
	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total	Correção	Reposição	Total
CTC pH 7 7,5												
Muito baixo	50	66[1]	116	81	88[1]	169	116	110[1]	226	152	132[1]	284

Baixo	1	66[1]	67	1	88[1]	89	67	110[1]	177	102	132[1]	234
Médio	0	66[1]	66	0	88[1]	88	20	110[1]	130	55	132[1]	187
Alto	0	66[1]	66	0	88[1]	88	00	110[1]	110	0	132[1]	132
Muito alto	0	66[1]	66	0	88[1]	88	00	110[1]	110	0	132[1]	132
CTC pH 7 7,6 - 15,0												
Muito baixo	186	66[1]	252	281	88[1]	369	387	110[1]	497	493	132[1]	625
Baixo	114	66[1]	180	210	88[1]	298	315	110[1]	425	421	132[1]	553
Médio	41	66[1]	107	137	88[1]	225	282	110[1]	352	348	132[1]	480
Alto	0	66[1]	66	00	88[1]	88	100	110[1]	210	206	132[1]	338
Muito alto	0	66[1]	66	00	88[1]	88	0	110[1]	110	0	132[1]	132
CTC pH 7 15,1 - 30,0												
Muito baixo	397	66[1]	463	586	88[1]	674	797	110[1]	907	1008	132[1]	1140
Baixo	298	66[1]	364	488	88[1]	576	699	110[1]	809	911	132[1]	1043
Médio	205	66[1]	271	395	88[1]	483	606	110[1]	716	817	132[1]	949
Alto	11	66[1]	77	201	88[1]	289	412	110[1]	522	623	132[1]	755
Muito alto	0	66[1]	66	0	88[1]	88	0	110[1]	110	192	132[1]	324
CTC pH 7 30,1 - 45,0												
Muito baixo	684	66[1]	750	1000	88[1]	1088	1351	110[1]	1461	1702	132[1]	1834
Baixo	576	66[1]	642	892	88[1]	980	1243	110[1]	1353	1594	132[1]	1726
Médio	467	66[1]	533	783	88[1]	871	1134	110[1]	1244	1485	132[1]	1617
Alto	253	66[1]	319	569	88[1]	657	920	110[1]	1030	1271	132[1]	1403
Muito alto	0	66[1]	66	81	88[1]	169	432	110[1]	542	783	132[1]	915

[1] Valor de reposição estabelecido de acordo com a exportação de 22 kg de K_2O por tonelada de grãos de soja.

Quadro 4 - Doses de adubação potássica (kg K_2O ha^{-1}) recomendadas pelo CQFS para diferentes expectativas de produtividade de acordo com a classe de disponibilidade de potássio no solo e CTC pH 7.

Classe de disponibilidade de fósforo	3 toneladas			4 toneladas			5 toneladas			6 toneladas		
	Correção	Reposição/manutenção	Total	Correção	Reposição/manutenção	Total	Correção	Reposição/manutenção	Total	Correção	Reposição/manutenção	Total
CTC pH ≤ 7,5												
Muito baixo	120	75[1]	195	120	75[1]	220	120	75[1]	245	120	75[1]	270
Baixo	60	75[1]	135	60	75[1]	160	60	75[1]	185	60	75[1]	210
Médio	30	75[1]	105	30	75[1]	130	30	75[1]	155	30	75[1]	180
Alto	0	75[1]	75	0	75[1]	100	0	75[1]	125	0	75[1]	150
Muito alto	0	60[1]	60	0	60[1]	80	0	60 [1]	100	0	60[1]	120
CTC pH 7 7,6 - 15,0												
Muito baixo	120	75[1]	195	120	75[1]	220	120	75[1]	245	120	75[1]	270
Baixo	60	75[1]	135	60	75[1]	160	60	75[1]	185	60	75[1]	210
Médio	30	75[1]	105	30	75[1]	130	30	75[1]	155	30	75[1]	180
Alto	0	75[1]	75	0	75[1]	100	0	75[1]	125	0	75[1]	150
Muito alto	0	60[1]	60	0	60[1]	80	0	60[1]	100	0	60[1]	120
CTC pH 7 15,1 - 30,0												
Muito baixo	120	75[1]	195	120	75[1]	220	120	75[1]	245	120	75[1]	270
Baixo	60	75[1]	135	60	75[1]	160	60	75[1]	185	60	75[1]	210
Médio	30	75[1]	105	30	75[1]	130	30	75[1]	155	30	75[1]	180
Alto	0	75[1]	75	0	75[1]	100	0	75[1]	125	0	75[1]	150
Muito alto	0	60[1]	60	0	60[1]	80	0	60[1]	100	0	60[1]	120
CTC pH 7 30,1 - 45,0												
Muito baixo	120	75[1]	195	120	75[1]	220	120	75[1]	245	120	75[1]	270
Baixo	60	75[1]	135	60	75[1]	160	60	75[1]	185	60	75[1]	210

Médio	30	75[1]	105	30	75[1]	130	30	75[1]	155	30	75[1]	180
Alto	0	75[1]	75	0	75[1]	100	0	75[1]	125	0	75[1]	150
Muito alto	0	60[1]	60	0	60[1]	80	0	60 [1]	100	0	60[1]	120

[1] Dose de manutenção (25 kg de K_2O por tonelada de grãos de soja) utilizada para as classes de disponibilidade Muito baixa, Baixa, Média e Alta e dose de reposição (20 kg de K_2O por tonelada de grãos de soja) utilizada para classe de disponibilidade Muito alta.