



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FARROUPILHA - CAMPUS ALEGRETE
ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS APLICADAS À PRODUÇÃO DE
CULTURAS DE LAVOURA**

**LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLO PARA
QUALIFICAÇÃO DE LAVOURAS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SÃO
FRANCISCO DE ASSIS - RS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Fernando da Silva Romeu

São Francisco de Assis RS, 2021

**LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLO PARA
QUALIFICAÇÃO DE LAVOURAS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SÃO
FRANCISCO DE ASSIS - RS**

Fernando da Silva Romeu

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Tecnologias Aplicadas à Produção de Culturas de Lavoura, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IFFarroupilha,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Tecnologias Aplicadas à Produção de Culturas de Lavoura**

Orientador: Prof. Dr. Douglas Dalla Nora

Alegrete, RS, Brasil

2021



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
Farroupilha - Campus Alegrete
Especialização em Tecnologias Aplicadas à Produção de Culturas de Lavoura**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o Trabalho de Conclusão
de Curso**

**LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLO PARA
QUALIFICAÇÃO DE LAVOURAS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SÃO
FRANCISCO DE ASSIS - RS**

elaborado por
Fernando da Silva Romeu

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Especialista em Tecnologias Aplicadas à Produção de Culturas de Lavoura

COMISSÃO EXAMINADORA

(Assinado eletronicamente via Sipac)

Douglas Dalla Nora

(Assinado eletronicamente via Sipac)

Railson Schreinert dos Santos

(Assinado eletronicamente via Sipac)

José Maria Tupinamba da Silva Júnior

Alegrete, 27 de maio de 2021



Emitido em 09/07/2021

CÓPIA DE DOCUMENTOS Nº 1498/2021 - DPEPAL (11.01.13.03.05)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 09/07/2021 11:18)

DOUGLAS DALLA NORA

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

DPEPAL (11.01.13.03.05)

Matrícula: 2390563

(Assinado digitalmente em 16/07/2021 19:01)

JOSE MARIA TUPINAMBA DA SILVA JUNIOR

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CTPGAL (11.01.13.03.04.05.10)

Matrícula: 3098335

(Assinado digitalmente em 27/07/2021 01:23)

RAILSON SCHREINERT DOS SANTOS

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

CGEAL (11.01.13.03.04.05)

Matrícula: 3098175

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.iffarroupilha.edu.br/documentos/>
informando seu número: 1498, ano: 2021, tipo: CÓPIA DE DOCUMENTOS, data de emissão: 09/07
/2021 e o código de verificação: a2e987cb7f

RESUMO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Farroupilha - Campus Alegrete

Especialização em Tecnologias Aplicadas à Produção de Culturas de Lavoura

LEVANTAMENTO DE PARÂMETROS DE SOLO PARA QUALIFICAÇÃO DE LAVOURAS DE SOJA NO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS - RS

AUTOR: Fernando da Silva Romeu

ORIENTADOR: Dr. Douglas Dalla Nora

São Francisco de Assis, maio de 2021

O aumento da população mundial impacta a demanda por soja, no entanto temos um recurso de capacidade finita, o solo. Tendo em vista essa questão, precisamos ser mais eficientes, buscando aumentar a produtividade e lucratividade desta atividade. Diante disso, o trabalho proposto busca entender os principais parâmetros de solo e tipos de manejo que possam interferir na produtividade de soja, assim visualizando melhor, os fatores que possam ser limitantes na região de São Francisco de Assis. Assim foi elaborado um questionário o qual foi aplicado a produtores que possuíssem suas respectivas análises químicas de solo, entre as safras 2017/2018; 2018/2019 e 2019/2020. A pesquisa foi realizada com 29 produtores de São Francisco de Assis, entre fevereiro e agosto de 2020. Após a análise dos dados, as principais conclusões observadas foram que, independentemente da safra e precipitação, as maiores produtividades são atingidas pelos produtores que possuem bons níveis de pH, saturação de bases e alumínio, fatores diretamente influenciados pela calagem e que são fundamentais para a disponibilização de nutrientes. Esses parâmetros são ainda mais importantes em anos de baixa precipitação, sendo que, nesta situação, altos teores de matéria orgânica são de especial importância.

Palavras-chave: solos, calagem, matéria orgânica.

ABSTRACT

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Farroupilha - Campus Alegrete

Specialization in Technologies Applied to the Production of Crop Crops

SURVEY OF SOIL PARAMETERS FOR QUALIFICATION OF SOYBEAN CROP IN THE MUNICIPALITY OF SÃO FRANCISCO DE ASSIS - RS

AUTHOR: Fernando da Silva Romeu

ADVISOR: Dr. Douglas Dalla Nora

São Francisco de Assis, maio de 2021

The increase in the world population has been impacts the world annual demand for soybeans, due to its high levels of proteins and lipids. However, we have finite resources, and the soil use needs to be more efficient to increase productivity and profitability. Considering it, here we try to understand the main soil parameters and the types of management that may interfere with soybean productivity, thus better visualizing the factors that may be limiting. Therefore, a questionnaire was prepared and applied, between February and August 2020, to 29 producers of São Francisco de Assis who had their soil chemically analyzed during the harvests of 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020. After analyzing the data, the main conclusions observed are that, regardless of the year, which had quite different rainfall levels, the highest yields are achieved by producers who have better pH, base saturation and aluminum levels. These directly impact the soil's ability to provide nutrients. In years of low rainfall, these items are even more important, especially if combined with organic matter.

Keywords: soils, liming, organic matter.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo geral	10
2.2	Objetivos específicos	10
2.3	Justificativa.....	10
3.	REVISÃO BIBLIOGRAFICA	11
3.1	Soja no Mundo	11
3.2	Soja no Brasil	11
3.3	Soja no Rio Grande do Sul e em São Francisco de Assis	11
4	MATERIAL E METODOS	13
4.1	Tipo de pesquisa.....	13
4.2	Definição da população amostral	13
4.3	Etapas do trabalho	13
4.4	Cronograma	15
4.5	Desenvolvimento da pesquisa.....	15
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5.1	Porcentagem de pH e saturação de bases	16
5.2	Porcentagem de matéria orgânica, teor de argila e CTC pH7.....	17
5.3	Teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S).....	19
5.4	Utilização de grade e de subsolador	21
5.5	Quantidades utilizadas de adubação, fórmulas e calagem	22
5.6	Produtividade de soja.....	22
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - pH e saturação de bases	166
Figura 2 - Matéria orgânica, teor de argila e CTC pH7.....	177
Figura 3 - Teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S)	199
Figura 4 - Uso de grade e subsolador.....	20
Figura 5 - Quantidades utilizadas de adubação, fórmulas e calagem	221
Figura 6 - Produtividade de soja	223

1. INTRODUÇÃO

O continente americano é responsável por 87% de toda soja produzida no mundo - uma das principais commodities negociada nos mercados internacionais. O Brasil e os Estados Unidos são responsáveis por aproximadamente de 70% da produção mundial do grão (FAO, 2018).

O Brasil, uma potência mundial na produção de soja, possui o cultivo deste grão em todas as unidades federativas do país, se destacando, nesta ordem, os maiores produtores nacionais de soja: Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul, os quais, somados, responderam por 76,6 milhões de toneladas, ou 77% da produção nacional do grão na temporada 2015/16. Dentre esses estados, Mato Grosso é o que apresentou o maior rendimento médio ao longo dos últimos 40 anos. O rendimento médio de Mato Grosso, nas quatro décadas, foi o maior dentre os estados estudados (2,883 mil kg.ha⁻¹), seguido por Goiás (2,631 mil kg.ha⁻¹), Paraná (2,579 mil kg.ha⁻¹), Mato Grosso do Sul (2,378 mil kg.ha⁻¹) e Rio Grande do Sul (1,847 mil kg.ha⁻¹). O Brasil, ao longo desse mesmo período, apresentou uma produtividade média de 2,423 mil kg.ha⁻¹ (CONAB, 2017).

Na safra 2017-2018, a qual não teve muitas adversidades climáticas no estado do Rio Grande do Sul, municípios como Palmeira das Missões, Chapada, Sarandi e Sertão no Norte, alcançaram médias acima dos 4.000 kg.ha⁻¹, São Francisco de Assis na região centro oeste, atingiu 3.000 kg.ha⁻¹, 25% a menos que os municípios citados da região norte (Emater-RS 2018).

Na safra 2019-2020, na qual o município foi castigado por uma forte seca, em São Francisco de Assis a área plantada foi de 53.000 ha, e a média de produtividade ficou em apenas 1.574 kg.ha⁻¹, mas possuindo variações de 480 kg.ha⁻¹ chegando a 3.300 kg.ha⁻¹ (Emater-RS 2020). Mesmo em locais próximos, registrou-se produtividades de 1.500 até 3.000 kg.ha⁻¹, sendo essa diferença em lavouras lindeiras/vizinhas, onde o que muda drasticamente é o manejo adotado.

O clima, o desequilíbrio nutricional dos solos e a falta de um sistema adequado de plantio direto são fatores limitantes. Enquanto os preços atrativos, as áreas degradadas, o surgimento de sementes resistentes a pragas a alguns patógenos e a alta demanda pelo produto, são os pontos negativos.

Para obtenção de altas produtividades, a cultura da soja, precisa de um equilíbrio de fatores, onde podemos destacar, condições pluviométricas, que são a principal fonte de água para o solo. Segundo (FLOSS, 2011) “dependendo a exigência e do estágio de desenvolvimento da cultura, estiagens curtas podem ter efeitos altamente negativos no rendimento”.

Outro fator determinante é a nutrição da planta, onde a exigência nutricional das culturas é determinada pela quantidade de nutrientes extraídos do solo durante seu desenvolvimento e, mesmo em solos de fertilidade corrigida, as adubações devem, ao menos, repor os nutrientes exportados na colheita. Com o suprimento adequado de nutrientes, além de garantir altas produtividades, a aplicação de fertilizantes é também responsável pela qualidade do produto (tamanho, teor de proteína, peso e sanidade de grãos), o que proporciona maior valor agregado à produção.

Para constância de altos rendimentos, o Sistema Plantio Direto (SPD) é indispensável, e sua aplicação consiste no uso de práticas conservacionistas, redução ou supressão da mobilização do solo, manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. Sua consolidação está diretamente ligada a diversificação de culturas orientada ao incremento da rentabilidade, a promoção da cobertura permanente de solo, promovendo benefícios sanitários e a ciclagem de nutrientes, com isso obtendo-se melhoras químicas, físicas e biológicas, as quais são indispensáveis para a conquista de altos rendimentos na cultura da soja.

Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo principal, entender as variações de solo e manejo e como essas afetam as variações de produtividade, as quais ocorrem em todas as safras, mas que se evidenciam ainda mais em anos com intempéries climáticas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Entender os principais parâmetros de solo e os tipos de manejo que têm interferência na produtividade de soja, visualizando melhor esses fatores limitantes em São Francisco de Assis, região centro oeste do estado do Rio Grande do Sul.

2.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os principais atributos de solo limitantes na produtividade de soja e;
- b) Verificar a composição química e mineral de solos de propriedades rurais envolvidas no cultivo da soja em São Francisco de Assis, RS.

2.3 Justificativa

O aumento da população mundial vem impactando a demanda mundial por soja, devido aos seus teores de proteínas 35% e lipídeos 18%, diante disso, porém temos um recurso de capacidade finita, o solo, tendo em vista essa questão, a alternativa que nos resta é sermos mais eficientes, buscando aumentar a produtividade e a lucratividade. Conforme salientado anteriormente, nosso estado não está entre os de maiores produtividades do Brasil, mesmo assim o município de São Francisco de Assis-RS, tem apresentado uma produtividade média abaixo em relação a estadual. Tendo em vista que as condições climáticas tenham sido favoráveis na grande maioria dos últimos anos, mesmo assim a produtividade segue em um patamar baixo para o cenário atual. Diante disso, buscamos um melhor entendimento dos fatores de solo e manejo que possam limitar a produtividade neste município da região centro oeste do estado do Rio Grande do Sul.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

3.1 Soja no Mundo

Conforme dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), a produção mundial de soja é 337.298 milhões de toneladas, com uma área plantada de 122.647 milhões de hectares.

O Brasil é o maior produtor de grão do mundo, com 124.845 milhões de toneladas, com uma área plantada de 36.950 milhões de hectares e uma produtividade média de 3.379 kg.ha⁻¹ (CONAB, 2020). Estados Unidos é o segundo maior produtor mundial de soja, com 96.676 milhões de toneladas, com 30.332 milhões de hectares plantados e uma produtividade média de 3.187 kg.ha⁻¹ (USDA, 2020).

3.2 Soja no Brasil

A soja é a principal fonte de renda do país e dos produtores rurais, tanto que lidera o ranking de produtos mais exportados há mais de 22 anos, ou seja, desde que o Brasil passou a registrar e divulgar os dados de vendas ao exterior. Nos últimos anos a cultura vem ganhando ainda mais espaço, devido a rentabilidade quase garantida das lavouras.

Dentre os maiores produtores de soja do país, destacam-se Mato Grosso 10.004 milhões de hectares, Rio Grande do Sul com 5.902 milhões de hectares, Paraná com 5.503 milhões de hectares e Goiás com 3.545 milhões de hectares, que juntos somam quase 70% da área de soja do Brasil (CONAB, 2020).

3.3 Soja no Rio Grande do Sul e em São Francisco de Assis

Atualmente o estado do Rio Grande do Sul possui a segunda maior área de soja no Brasil, tendo aumentado a sua área plantada e quantidade produzida anualmente nos últimos anos.

Assim como vem acontecendo no Brasil e no estado, a soja vem aumentando sua área e sua produtividade no município de São Francisco de Assis, mesmo que

essa produtividade seja abaixo da média estadual, nota-se claramente que na última década, ocorreu uma pequena evolução. Conforme dados da (EMATER, 2020), no ano de 2010 em São Francisco de Assis-RS, a área de soja foi de 17.000 ha e a produtividade foi 2.400 kg.ha^{-1} , já no ano de 2019 a área já estava em 50.000 ha, quase o triplo, e a produtividade foi de 2.520 kg.ha^{-1} .

Nesta safra 2020/2021, foi plantada uma área de 56.000 ha (EMATER, 2021), o que continua mostrando que a cultura segue em crescimento neste município.

4 MATERIAL E METODOS

Após a revisão de literatura, seguem os parâmetros metodológicos utilizados para a realização da pesquisa, evidenciando os processos de amostragem, coleta e análise dos dados, de modo que supra a finalidade dela.

A área onde foi realizado o estudo, São Francisco de Assis-RS, está localizado na região centro oeste do estado do Rio Grande do Sul, entre os biomas Pampa e Mata atlântica, apresenta vegetação e relevo variado ao longo de seu território, sua altitude também possui uma grande variação, indo de 105 a 420 m. De clima subtropical, tem clima típico aos das cidades da fronteira do Rio Grande do Sul, com verões quentes e abafados e invernos com dias rigorosos e de geadas intensas. Sua precipitação média é de 1.600 mm por ano.

Com isso, buscou-se realizar uma pesquisa com produtores que possuem suas respectivas análises químicas de solo, procurando entender um pouco mais as principais diferenças de solo e manejo que levam a toda essa variação na produtividade no município de São Francisco de Assis-RS.

4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa foi um levantamento de dados, realizadas diretamente pelo autor deste trabalho.

4.2 Definição da população amostral

A definição da população amostral, foi através dos produtores aos quais são assistidos pelo escritório municipal da Emater de São Francisco de Assis-RS, empresa em que o autor deste trabalho, trabalha, todos esses produtores de soja são considerados agricultores familiares.

4.3 Etapas do trabalho

O trabalho foi idealizado em dezembro de 2019, nos meses seguintes foi elaborado o questionário, feito a revisão bibliográfica e o projeto do TCC. Em fevereiro de 2020 foi iniciada a aplicação dos questionários, etapa que demorou mais que o planejado inicialmente devido a pandemia iniciada em março de 2020. Ao encerrar a

aplicação do questionário, em agosto de 2020, os dados foram analisados e tabulados, gerando gráficos para facilitar a visualização. Entre janeiro e fevereiro de 2021 ocorreu a elaboração deste trabalho de conclusão de curso. Foram solicitadas as seguintes informações e perguntas:

NOME:

DATA:

LOCALIDADE:

CONTATO:

ANO DA ANÁLISE:

ÁREA:

1- Último ano que aplicou calcário? ? Quantidade?

2- Adubo, quantidade e fórmula utilizada?

3- Utilizou disco ou facão no plantio?

4- Utilizou grade na área? () SIM () NÃO

QUAL PERÍODO DA UTILIZAÇÃO?

() FORMAÇÃO DA PASTAGEM DE INVERNO () PRÉ PLANTIO DA SOJA

5- Já utilizou subsolador (pé de pato) ou escarificador na área?

() SIM () NÃO

() SUBSOLADOR () ESCARIFICADOR

6- Se sim a última pergunta, em quantas safras antes?

() NA MESMA () 1 ANO ANTES () 2 ANOS ANTES () 3 ANOS ANTES
OU MAIS

7- Produtividade da área?

4.4 Cronograma

Conforme o Quadro 1, realizou-se um cronograma para melhor planejamento no desenvolvimento da pesquisa.

	Nov. 2019	Dez. 2019	Jan. 2020	Fev. 2020	Mar. 2020	Abr. 2020	Mai. 2020	Jun. 2020	Jul. 2020	Ago. 2020	Sep. 2020	Out. 2020	Nov. 2020	Dez. 2020	Jan. 2021	Fev. 2021
Definição do Tema	■															
Elaboração Questionário		■	■													
Revisão Bibliográfica	■	■	■	■												
Projeto TCC		■	■													
Aplicação Questionário				■	■	■	■	■	■	■						
Tabular Dados											■	■				
Análise de Dados													■	■		
Elaborar Artigo															■	■

Quadro 1: Cronograma de desenvolvimento da pesquisa

4.5 Desenvolvimento da pesquisa

Foi elaborado um questionário para se obter informações sobre o manejo da cultura da soja em São Francisco de Assis. Para esta pesquisa foram escolhidos produtores que cultivassem dentro do território do município e que possuíssem as análises de solo das referidas glebas, entre as safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020. A população amostral, composta por 30 propriedades rurais de São Francisco de Assis, região Centro Oeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), com áreas de soja variando entre 15 e 100 hectares.

Os questionários foram aplicados de forma presencial pelo pesquisador. A pesquisa foi realizada em um período de sete meses, iniciando no dia 03 de fevereiro de 2020 e encerrando no dia 31 de agosto de 2020. Nesse período, foram aplicados o questionário a 30 produtores rurais. A taxa de retorno obtida pela pesquisa, medida através do número de questionários respondidos em relação ao total aplicado, foi de 97%, com isso, apesar dos 30 questionários serem respondidos, um não foi considerado válido para a pesquisa.

Após a aplicação dos questionários iniciou-se o período de organização dos dados coletados, sendo estes digitados em planilha no formato Excel. Após a análise dos resultados tabulados e filtrados, foram gerados gráficos visando facilitar a

visualização das informações. Para finalização, utilizando as informações organizadas e de fácil interpretação foram feitas várias correlações entre estas, que levaram às conclusões apresentadas neste trabalho.

A pesquisa envolveu o levantamento de dados primários, resultantes da aplicação de questionário, item 4.3 e das análises químicas de solo, e dados secundários, obtidos em bibliografias e documentos relacionados ao tema.

A aplicação de questionários foi viabilizada através de folhas A₄ impressas e disponibilizadas em encontro presencial com os produtores rurais de São Francisco de Assis, RS, sendo todos eles são assistidos da Emater-RS/ASCAR, empresa empregadora do autor deste trabalho. Com isso, buscou-se atingir respondentes que estão espalhados em todo o território municipal, contemplando as grandes diferenças de solo que o município possui.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta abordagem, tem como objetivo, evidenciar e discutir as informações encontradas após a interpretação de alguns parâmetros das análises químicas e a aplicação dos questionários da pesquisa.

5.1 pH e saturação de bases

Conforme descrito acima, o questionário foi aplicado em produtores de soja que possuíssem as análises químicas das referidas áreas em questão. Para melhorar a visualização destes parâmetros, realizamos as seguintes considerações:

pH: abaixo de 5,0 = Muito Baixo; entre 5,1 e 5,5= Baixo; entre 5,6 a 6,0 = Médio e acima de 6,1= Alto

Saturação de Bases: abaixo de 40%= Muito Baixo; entre 41 e 55% =Baixo; entre 56 e 70%= Médio; entre 71 e 80%=Alto e acima de 81%= Muito Alto.

Como resultado destes primeiros parâmetros avaliados, podemos observar o baixo pH do solo, onde mais de 65% está abaixo de 5,0 de pH, obtendo-se assim uma baixa disponibilidade de nutrientes como mostra os gráficos acima. Além disso o manual de adubação e calagem para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina de 2016 indica buscar teor de 6,0 como pH de referência e alguns pesquisadores da atualidade já indicam pH de 6,5 como referência na cultura da soja.

A baixa saturação de bases dos solos de São Francisco de Assis-RS, também é outro fator a destacar, sendo que mais de 82% dos solos avaliados, estão abaixo de 55%, percentual esse considerado aquém do esperado para quem busca altas produtividades. Os dados demonstram algo bem preocupante, onde fatores fundamentais para bons valores de produtividade estão comprometidos.

Conforme (Manual de adubação e calagem para o RS e SC, 2016) os critérios para a tomada de decisão, desses fatores “pH e saturação de bases”, para indicação de corretivos de acidez para as culturas de grãos, mesmo da soja, são os seguintes, pH abaixo de 5,5 e saturação de bases abaixo de 65%. Já nestes solos, podemos auferir que os níveis, na sua grande maioria, estão bem abaixo do indicado, demonstrado assim a falta de calagem destas áreas.

Os gráficos de pH e saturação de bases (V%) estão disponíveis na Figura 01.

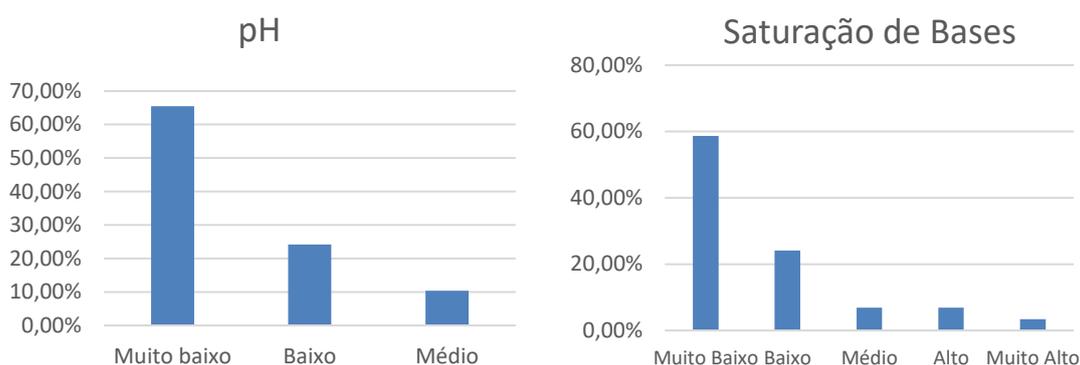


Figura 1 – Valores de pH e saturação de bases, nas lavouras de soja São Francisco de Assis-RS.

5.2 Matéria orgânica, teor de argila e CTC pH 7,0

Em relação ao teor de matéria orgânica dos solos, podemos confirmar um problema relatado pelos próprios produtores e observado por profissionais da área há anos em nossa região: seu baixo valor nos solos da região. Neste local, onde a integração lavoura-pecuária, sofre com problemas de manejo, o produtor de soja acaba forçado a realizar o famoso o “plantio no pó”, geralmente ocasionado pelo uso excessivo de gradagens e lotações bovinas inadequadas, com altas pressões de pastejo que comprometem a safra de verão. Outro fator que observamos, que contribui para o baixo teor de matéria orgânica, é a falta de um sistema de rotação de

culturas que contemple diferentes sistemas radiculares, possuindo culturas como trigo, milho ou canola, as quais são rentáveis e têm boa aptidão à região. Neste trabalho observa-se que 100% das áreas possuem o sistema, “soja x aveia” e/ou “soja x azevém”.

Nos teores de argila, vemos uma grande variação, pois, mesmo o município sendo conhecido por possuir solos extremamente arenosos, com áreas de arenização, popularmente chamado de “desertos”, existe um bom número de áreas com teores mais altos deste mineral.

A capacidade de troca de cátions (CTC), é uma medida de quão capazes os coloides do solo são em reter cátions (elementos de carga positiva), sendo este valor diretamente dependente de cargas negativas presentes nestas partículas.

CTC a pH 7,0 corresponde à CTC potencial obtida quando o pH em água do solo é elevado até 7,0. A CTC potencial é diferente da CTC efetiva, pois inclui toda a acidez potencial na CTC.

Nos solos brasileiros existe a predominância de cargas negativas. Dessa forma, quanto maior a quantidade de cargas negativas no meu solo, mais eu consigo reter esses cátions. Esta ocupação pode ser por elementos bons, como Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , ou pode ser ocupado por elementos ruins, como é o caso do Al^{3+} e do H^+ . E estes últimos podem estar ocupando cargas de outros elementos que são bons.

A CTC de um solo tem relação direta com os teores matéria orgânica e de argila do solo, onde solos mais argilosos têm a CTC maior que solos arenosos, pois areia não tem carga, já a matéria orgânica aumenta a carga negativa dos solos, e conseqüentemente a capacidade de segurar os elementos fica mais elevada.

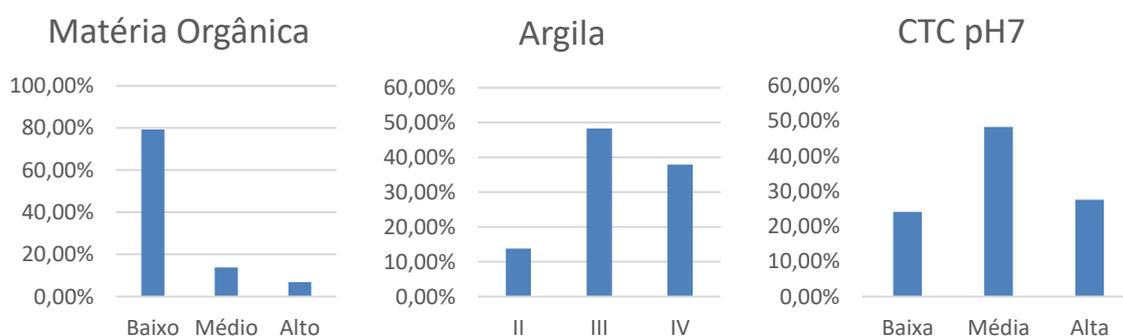


Figura 2 – Valores de teor de matéria orgânica, teor argila e CTC pH 7,0 nas lavouras de soja de São Francisco de Assis-RS.

O aumento de 1% de matéria orgânica na camada superficial do solo, em determinadas situações, pode aumentar a produtividade de soja em até 12 sacas/hectare em anos de estiagem (DEBIASI, 2017). É evidente a falta deste importante componente nos solos assisenses, sendo que, em torno 80%, possuem níveis baixos (< 2,5%), o que causa perdas significativas de produtividade.

Em relação ao teor de argila, os dados levantados demonstram que em torno de 62% possuem teores acima de 21% de argila, no entanto 38% das áreas, possuem teores de argila abaixo dos 20%, onde podemos observar, que com a expansão da cultura dos últimos anos, áreas que a uns anos atrás eram consideradas inaptas para o cultivo de soja, hoje são aproveitadas, necessitando de um manejo mais cauteloso.

Conforme demonstra o gráfico, em torno de 75% dos solos de São Francisco de Assis, RS, possuem a CTC a pH 7,0 entre média a alta.

5.3 Teores de fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S)

Os elementos essenciais para a nutrição das plantas são os macronutrientes primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), macronutrientes secundários: Enxofre (S), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn), além de Carbono, (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O). Todos desempenham funções essenciais para o desenvolvimento das plantas e a deficiência de apenas um deles pode prejudicar o desenvolvimento normal das culturas e, conseqüentemente, sua produção.

A exigência nutricional da soja e o potencial de exportação da cultura são características determinadas por fatores genéticos, porém influenciados por fatores climáticos, pela fertilidade do solo e pelo manejo cultural. Assim, as quantidades de macronutrientes extraídas e exportadas pela cultura da soja, para cada tonelada de grãos produzida são:

Parte da planta	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
	<i>g kg⁻¹ ou kg por tonelada de grãos</i>					
Grãos	51	10	20	3	2	5,4
Restos culturais	32	5,4	18	9,2	4,7	10
Total	83	15,4	38	12,2	6,7	15,4
Exportação (%)	61	65	53	25	30	35

Conforme a tabela acima, os nutrientes que a cultura absorve e exporta em maiores quantidades são, N, K, P e S. Em relação a esses quatro macronutrientes, a cultura da soja, através da inoculação de suas sementes com bactérias como *bradyrhizobium*, tem a capacidade fixar o N, o qual está disponível em grande quantidade no ar, portanto não sendo indicado adubações complementares para este. Diante disso, as adubações de soja, são direcionadas aos nutrientes como P, K e S. Com isso analisamos os teores desses três nutrientes nesta pesquisa.

Para definição dos teores de P e K, utilizamos exatamente como está o manual de adubação e calagem, para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina de 2016. Para definição dos teores de S o próprio manual recomenda que para a cultura da soja, se o teor do de S do solo, for menor que 10 mg.dm^{-3} , sugere-se aplicar 20 kg/há de $\text{S-SO}_4/\text{há}$, com isso, consideramos entre 5 e 10 mg.dm^{-3} BAIXO; entre 10,1 e $14,9 \text{ mg.dm}^{-3}$ MÉDIO; entre 15,0 e $20,0 \text{ mg.dm}^{-3}$ ALTO e acima de $20,1 \text{ mg.dm}^{-3}$ MUITO ALTO.

A partir das informações acima, percebe-se que 68,97% dos solos avaliados, possuem níveis muito baixos de P, e que 93,11% estão entre os níveis baixo e muito baixo desse nutriente.

Conforme indicado no referido manual, os teores muito baixo, baixo e médio são considerados críticos e necessitam de adubações de correção mais manutenção, com isso podemos afirmar que 82,76% dos solos analisados, estão com teores críticos de K.

Em relação aos teores de S, vimos um alto percentual de solos com bons teores deste nutriente quando visamos a produção de soja, onde 82,76% está entre 10,0 e $20,0 \text{ mg.dm}^{-3}$.

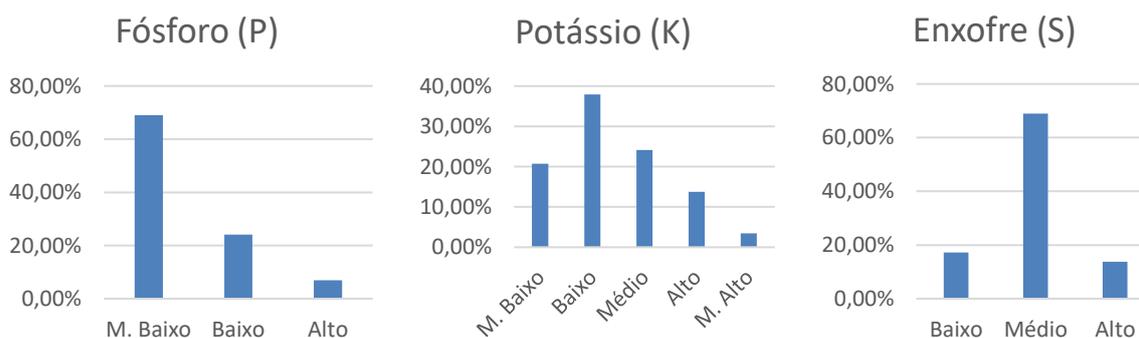


Figura 3 – Teores de P, K e S nas lavouras de soja de São Francisco de Assis-RS.

5.4 Utilização de grade e de subsolador

A presente pesquisa mapeou a porcentagem de utilização de alguns implementos agrícolas como a grade e o subsolador, pelos produtores de soja em São Francisco de Assis, RS, conforme Figura 7.

Conforme demonstra a pesquisa, destes o implemento mais utilizado nas áreas de soja em São Francisco de Assis, RS, é a grade, onde 86% das lavouras analisadas utilizam esse implemento. Conforme identificado na pesquisa, a utilização das gradagens é realizado visando o plantio das pastagens de inverno, portanto praticamente anualmente e em alguns casos como método de controle de plantas invasoras antes da semeadura de soja.

Em relação a utilização de subsolador ou “pé de pato”, apenas 10,3% dos produtores já utilizaram esse implemento, na abertura das lavouras, porém mesmo assim vimos interesses de alguns em utilizar nos próximos anos, alguns poucos também relataram a intenção da utilização de escarificadores, demonstrando preocupações em relação a compactação de solo.

Sabemos que uso excessivo de gradagens superficiais, continuamente na mesma profundidade, como é o caso observado nesta pesquisa, provoca a desestruturação da camada arável e a formação de duas distintas camadas, a superficial desestruturada e a subsuperficial compactada ou famoso “pé de grade”, fatores limitantes para alcançar bons tetos produtivos.

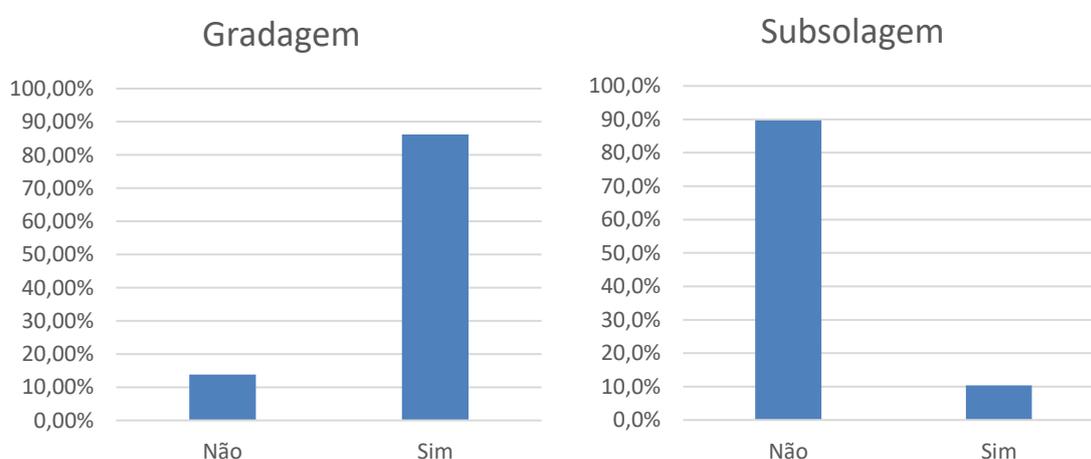


Figura 4 - Uso de grade e subsolador, em lavouras de soja em São Francisco de Assis-RS.

5.5 Quantidades utilizadas de adubação, fórmulas e calagem

Buscando mais informações dessas lavouras, foi perguntado aos produtores as doses e fórmulas de adubo utilizadas, assim como quantidade de calagem e o último ano que foi aplicado calcário. Quando o tempo foi superior a quatro safras anteriores, não contabilizamos a calagem.

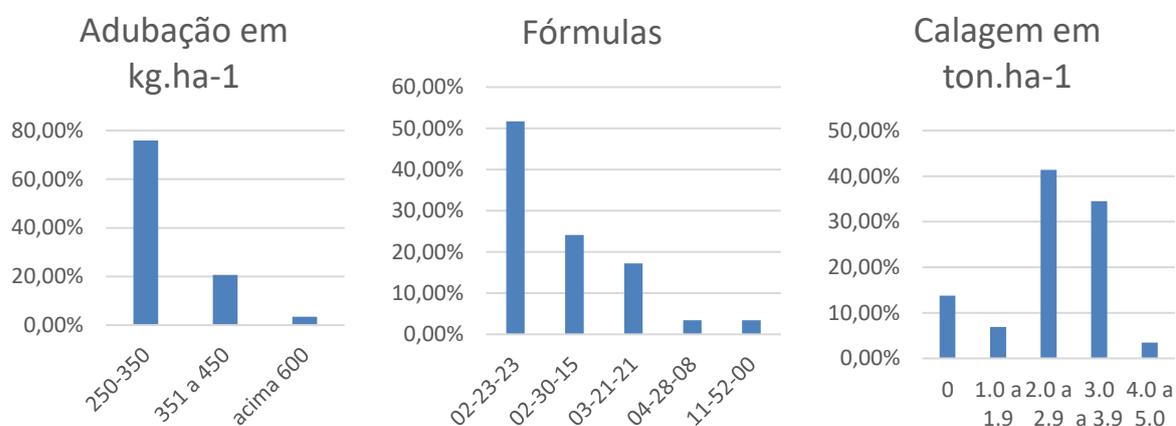


Figura 5 – Quantidade da adubação, fórmulas utilizadas e da calagem em lavouras de soja em São Francisco de Assis - RS.

Em relação a adubação utilizada, observamos que a grande maioria (75,86%) utiliza entre 5 a 7 sacas por hectare, ou seja, de 250 a 350 kg.ha⁻¹ de adubo por hectare, não constamos doses inferiores a 250 kg.ha⁻¹. Em relação a fórmula de adubo mais utilizada, se destaca a 02-23-23 com mais de 51% dos produtores fazendo uso desta, após vimos a 02-30-15 sendo usada por 24,14% dos produtores.

Em relação a calagem, 75,86% utilizam doses de 2.000 a 3.900 kg.ha⁻¹, e as doses máximas aplicadas não ultrapassam 5.000 kg.ha⁻¹. Mesmo atualmente, com tanta informação sobre os benefícios e importância da calagem, 13,79% dos produtores ainda não utilizam calcário.

5.6 Produtividade de soja

Pouco adiantaria as informações acima, se não chegássemos a essa pergunta derradeira, sobre a produtividade colhida.

A grande maioria dos produtores, 55,15% estão na faixa de 41 a 50 sacas por hectare, ficando entre os 2.460 a 3.000 kg.ha⁻¹, no entanto a média geral da pesquisa puxou a média para o mínimo desta faixa, ficando em 41 sacas por hectare. Apenas 10,34% ultrapassaram as 51 sacas por hectare, porém nenhum participante da pesquisa alcançou produtividade acima das 61 sacas por hectare.

As maiores produtividades encontradas na pesquisa, de 3.600 kg.ha⁻¹ por hectare, atingidas pelos produtores 1 e 2, foram na mesma safra 2017/2018 e tinham o seguinte em comum, pH acima de 5,3, saturação de bases acima de 64% e alumínio zerado ou próximo a "0", a precipitação média foi boa nesta safra, com 646 mm, entre os meses de dezembro de 2017 a março de 2018. Nesta a média geral do município, foi a melhor já registrada, com 3.180 kg.ha⁻¹ (Emater, 2018).

Na safra 2018/2019, ano em que a precipitação foi muito acima da média, tendo um volume médio de 1.208 mm entre os meses de dezembro de 2018 a março de 2019, a maior produtividade desta pesquisa foi de 3.120 kg.ha⁻¹, o que notamos foi que, seu pH era de 5,68, saturação de bases foi de 50% e o seu alumínio zerado, sendo o maior pH, a maior saturação de bases, o menor teor de alumínio. Porém também foi o menor teor matéria orgânica encontrado nesta safra, apenas 0,6%.

Na safra 2019/2020, ano que o município de São Francisco de Assis foi prejudicado devido uma grande estiagem, sendo que entre os meses de dezembro de 2019 a março de 2020 a precipitação média foi de apenas 280 mm, as maiores produtividades dentre os participantes da pesquisa foi dos produtores 15 e 16, os quais conseguiram consideráveis 3.000 e 2.940 kg.ha⁻¹, em comum ambos tinham matéria orgânica acima de 5%, pH acima de 5,5, saturação de bases acima de 76%, alumínio zerado e teores de K acima do nível crítico. Já a produtividade mais baixa encontrada nesta safra, 600 kg.ha⁻¹, foi na área com a menor matéria orgânica 0,9 %, e segundo pior pH e saturação de bases, sendo pH 4,68 e a saturação de bases 24,6%. Nesta safra em questão a média geral do município foi de 1.574 kg.ha⁻¹ (Emater, 2020).

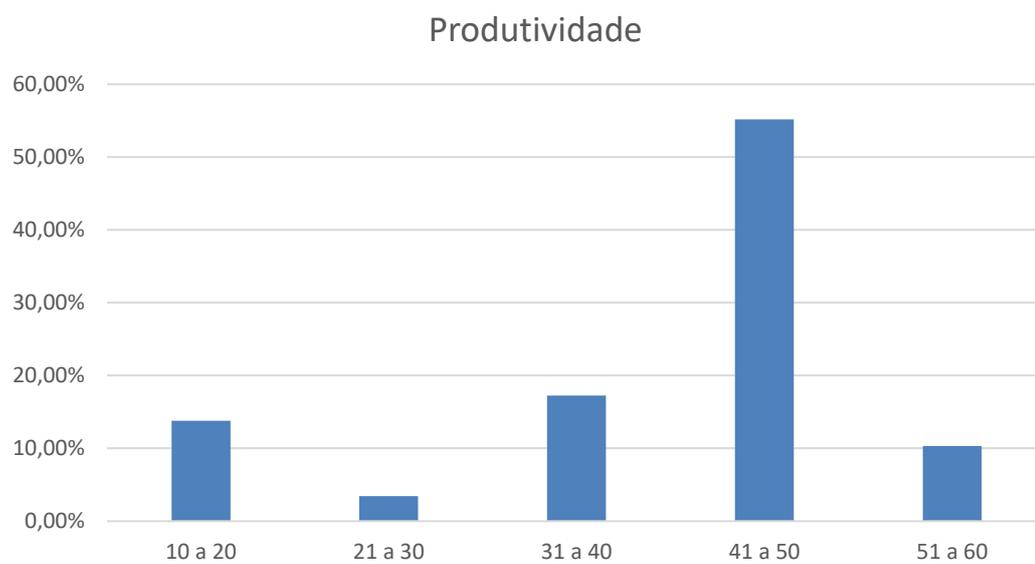


Figura 6 – Produtividade de soja nas áreas avaliadas em sacas de 60 quilos por hectare.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se os principais atributos de solo limitando a produtividade da soja no município de São Francisco de Assis estão diretamente ligados as precipitações pluviométricas bem distribuídas, mas que só alcançam melhores resultados de produtividade quem possui um equilíbrio em seu solo, pois, independente da safra, as maiores produtividades são atingidas pelos produtores que possuem bons níveis de pH e saturação de bases, concomitante ao alumínio zerado ou próximo a zero, fatores diretamente influenciados pela calagem e que são fundamentais para a disponibilização de nutrientes.

Já em anos de baixa precipitação a matéria orgânica tem papel ainda mais pronunciado, sendo as áreas de altos teores desta os de maiores produtividades. Porém na safra de maior precipitação a matéria orgânica não foi um fator limitante para atingir as produtividades mais altas, encontradas nesta pesquisa.

A partir das análises químicas de solo das propriedades de São Francisco de Assis verifica-se que ainda há necessidade de se trabalhar a conscientização da necessidade de uso da calagem, pois seu impacto na produtividade já está demonstrado há décadas por pesquisadores, mas este procedimento ainda é frequentemente deixado de lado. Outro ponto que podemos observar a importância da matéria orgânica em períodos de secas, sendo que o clima é um fator ao qual o produtor não tem controle algum, porém uma atenção maior a este item pode ser fundamental em períodos críticos.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Floss, E. L., **FISIOLOGIA DAS PLANTAS CULTIVADAS**, O estudo do que está por trás do que se vê, pág. 392, 5ª edição, 2011

<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/soja>>. Acesso em: 04 de agosto 2020.

<https://www.canalrural.com.br/agronegocio/soja/>. Acesso em 18 de janeiro de 2021

<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em 18 de janeiro de 2021

<https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campolavoura/noticia/2018/04/infografico-confira-as-diferencas-no-rendimento-da-soja-em-60-municipios-do-scjfy09egk025k01tg8tsvl30y.html>>. Acesso em 07 de agosto de 2020.

<https://maissoja.com.br/manejo-do-solo-para-altas-produtividades-em-soja/> Acesso em 22 de janeiro de 2021.

<https://maissoja.com.br/a-influencia-da-absorcao-de-nutrientes-em-funcao-do-ph-do-solo/> Acesso em 27 de janeiro de 2021.

<https://rehagro.com.br/blog/ctc-do-solo-entenda-o-que-e-e-como-interpreta-la/> . Acesso em 24 de janeiro de 2021.

<https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/70/6/749/5098/ION-EXCHANGE-IN-CLAYS-AND-OTHER-MINERALS?redirectedFrom=fulltext/> Acesso em 15 de 2021.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA, comissão de química e fertilidade do solo – RS/SC – 2016

NETO, A. A. O.; Compêndio de estudos conab. **A PRODUTIVIDADE DA SOJA: ANÁLISE E PERSPECTIVAS**, issn 2448 – 3710 v.10- 2017.

SOJA QUEBRANDO RECORDES, Cesb 10 anos máxima em produtividade, 2018.