Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.07,2024

ISSN 2178-6925

IMPACTO DO TIPO DE SOLO, ADUBAÇÃO E TÉCNICA DE CULTIVO NA TEMPERATURA DO SOLO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA

IMPACT OF SOIL TYPE, FERTILIZATION AND CULTIVATION TECHNIQUE ON SOIL TEMPERATURE AND INITIAL DEVELOPMENT OF SOYBEAN

Cibelle Christine Brito Ferreira

Doutora, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: cibelle.christine@hotmail.com

Edmar Vinícius de Carvalho

Professor Doutor, Instituto Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: edmar.carvalho@ifto.edu.br

Reinaldo Ferreira Medeiros

Professor Doutor, Instituto Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: reinaldo.medeiros@ifto.edu.br,

Saulo de Oliveira Lima

Professor Doutor, Universidade Federal do Tocantins, Brasil

E-mail: saulolima@mail.uft.edu.br

Resumo

Em áreas do Cerrado, o Sistema Plantio Direto (SPD) consolidou-se como uma prática conservacionista de melhoria dos atributos do solo por meio da manutenção de palhada na superfície do solo e com isso, proporcionar aumento no rendimento das culturas. Contudo, há dúvidas sobre a combinação desse método com a adubação e sua contribuição no desenvolvimento da soja. Nesse sentido, o uso de remineralizadores tem contribuído para o desenvolvimento ligado ao aumento da produtividade em solos com baixo potencial produtivo, como é o caso dos Neossolos Quartzarênicos e Plintossolos Pétricos. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de solos frágeis do Cerrado sob o efeito de fontes e doses de adubação e técnicas de manejo, no desenvolvimento inicial da cultura da soja. Os tratamentos consistiram no cultivo da variedade de soja DM80I79 IPRO em plantio convencional e em plantio

ISSN 2178-6925

direto, ambos conduzidos em DIC com quatro repetições em esquema fatorial triplo 2x3x5, com dois tipos de solos (Neossolo Quartzarênico Órtico típico e Plintossolo Pétrico Concrecionário argissólico), três fontes de adubação (solúvel, remineralizador e fosfato natural) aplicadas em cinco concentrações (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da dose recomendada de P2O5 para a cultura da soja). Com os resultados obtidos, têm-se que o Neossolo Quartzarênico tem efeito positivo em relação a temperatura do solo, tanto em sistema de cultivo convencional quanto em plantio direto, comportamento contrário ao Plintosso Pétrico, que independente do método de cultivo, apresenta altas temperaturas no solo. Em relação a germinação das sementes de soja, o Neossolo Quartizarênico apresentou melhor resposta no cultivo convencional, o Plintossolo Pétrico por sua vez, se sobressaiu no índice de germinação quando em plantio direto. Verifica-se ainda que, o remineralizador e o fosfato natural podem ser utilizados como fontes complementares para fertilização de solo e nutrição de plantas.

Palavras-chave: Manejo e conservação do solo; Remineralizadores; Plantio Direto; Solos Frágeis.

Abstract

In areas of the Cerrado, the Direct Planting System (SPD) has consolidated itself as a conservationist practice for improving soil attributes by maintaining straw on the soil surface and thereby providing an increase in crop yields. However, there are doubts about the combination of this method with fertilization and its contribution to the development of soybeans. In this sense, the use of remineralizers has contributed to the development linked to increased productivity in soils with low productive potential, as is the case of Quartzarene Neosols and Pétric Plintosols. Thus, the objective of this work was to evaluate the behavior of fragile soils in the Cerrado under the effect of sources and doses of fertilizer and management techniques, in the initial development of soybean cultivation. The treatments consisted of the cultivation of the DM80I79 IPRO soybean variety in conventional planting and direct planting, both carried out in DIC with four replications in a 2x3x5 triple factorial scheme, with two types of soils (typical Ortic Quartzarene Neosol and argisolic Concretionary Pétrico Plintosol), three fertilizer sources (soluble, remineralizer and natural phosphate) applied in five concentrations (0%, 50%, 100%, 150% and 200% of the recommended dose of P2O5 for soybean crops). With the results obtained, it is clear that Quartzarenic Neossolo has a positive effect on soil temperature, both in conventional cultivation systems and in direct planting, a behavior contrary to Pétrico Plintosso, which, regardless of the cultivation method, presents high temperatures in the soil. ground. In relation to the germination of soybean seeds, the Quartizarenic Neossolo showed the best response in conventional cultivation, the Pétrico Plintossolo, in turn, stood out in terms of germination rate when in direct planting. It is also verified that the remineralizer and natural phosphate can be used as complementary sources for soil fertilization and plant nutrition.

Keywords: Soil management and conservation; Remineralizers; Direct Planting; Fragile Soils.

ISSN 2178-6925

1. Introdução

A Embrapa (2015) associa o termo solos frágeis á ideias de sensibilidade, suscetibilidade a alteração, degradação e distúrbios, mudanças nas condições naturais, bem como tempo de retorno às condições de equilíbrio após perturbação. Com isso, define um solo frágil como aquele que está em situações de alto risco potencial de degradação.

A Embrapa (1969) relata que sob cerrados ocorrem solos diversos, características físicas, químicas, mineralógicas e morfológicas muito variáveis, porém, invariavelmente pobres em nutrientes para as plantas. Dessa forma, solos do Cerrado se caracterizam como frágeis. Dentre os solos frágeis do Cerrado estão os Neossolos Quartzarênicos e os Plintossolos Pétricos, com grande predominância nesse território.

Segundo Embrapa (2018), os Neossolos Quartzarênicos são constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com insuficiência de manifestação dos atributos diagnóstica, podendo apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio, variando de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade, ocorrendo fertilidade baixa a média.

Os Plintossolos com caráter concrecionários ou com horizonte concrecionários, com presença marcante de petroplintita, quando endurecidas, de nódulos ou concreções ferruginosas de ferro ou de ferro e alumínio, são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário, todos provenientes da segregação localizada de ferro, que atua como agente de cimentação, tendo baixa reserva de nutrientes, com alta presença de acidez (Embrapa, 2018).

Os remineralizadores podem ser eficazes na promoção da fertilidade e no aumento da capacidade produtiva de solos frágeis, pois fornecem nutrientes essenciais para as plantas, melhoram a estrutura do solo, aumentam a capacidade de retenção de água e promovem a atividade biológica no solo plantas (DE OLIVEIRA, 2022). No entanto, a eficácia pode depender de fatores como a composição e a qualidade do remineralizador, a aplicação adequada e a manutenção adequada do solo.

ISSN 2178-6925

É importante lembrar que o uso de remineralizadores deve ser considerado como uma abordagem complementar à adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo integrado de nutrientes e a rotação de culturas, para garantir a melhoria contínua da fertilidade e produtividade do solo (CARVALHO, 2013).

O plantio convencional usa técnicas tradicionais para o preparo do solo, nesse método o procedimento consiste na remoção de toda a vegetação do terreno, e a terra é revolvida por meio dos processos de aração e gradagem (EMBRAPA, 2024). No Brasil, o cultivo convencional tem sido substituído por plantio direto, especialmente nas regiões de Cerrado, onde apresenta resultados positivos em termos de produtividade e sustentabilidade (ALVARENGA *et al.*, 2001).

Segundo Calegari *et al.* (2019), o plantio direto contribui para a manutenção da fertilidade do solo e reduz os impactos ambientais da agricultura. No entanto, é importante ressaltar que a adoção dessa técnica requer planejamento e manejo adequados, bem como, amplificar estudos que associem o efeito da cobertura do solo a eficiência dos fertilizantes na fertilização dos solos e nutrição das plantas, tais como a soja.

A soja é uma das principais culturas do agronegócio brasileiro, sendo o país o maior produtor mundial. A produção de soja no Brasil vem crescendo significativamente nas últimas décadas, principalmente devido à alta demanda no mercado internacional e às condições edáficas e climáticas favoráveis (DA SILVA *et al.*, 2011).

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar o desempenho da cultura da soja em diferentes sistemas de cultivo (MARTIN *et al.*, 2022). No entanto, ainda há lacunas no conhecimento sobre as melhores práticas para o cultivo da soja e sua rotação com outras culturas, na safra e safrinha. É importante entender como esses fatores afetam a produtividade da cultura da soja e como podem ser utilizados para aumentar a sustentabilidade da produção agrícola (EMBRAPA, 2024).

Diante do exposto, objetivou-se com este observar a interferência das variáveis do experimento (tipo de solo, fontes e doses de adubação e método de cultivo) na temperatura do solo e na germinação de sementes de soja.

2. Revisão da Literatura

2.1 Tipo de Solo e Temperatura

O tipo de solo influencia diretamente a temperatura do solo devido à sua capacidade de retenção de calor e à condutividade térmica. Solos arenosos, por exemplo, tendem a aquecer e esfriar mais rapidamente em comparação com solos argilosos devido à sua menor capacidade de retenção de água e menor densidade (Carter e Gregorich, 2007).

O tipo de solo desempenha um papel crucial na temperatura do solo e no desenvolvimento das plantas. Estudos mostram que solos com maior capacidade de retenção de água, como os argilosos, tendem a ter uma temperatura mais estável, enquanto solos arenosos podem aquecer e esfriar mais rapidamente, impactando a germinação e o crescimento das plantas (Silva e Kay, 1997).

2.2 Adubação e Temperatura do Solo

A aplicação de adubo pode influenciar a temperatura do solo ao alterar a atividade microbiana e a decomposição da matéria orgânica, o que, por sua vez, afeta a produção de calor biológico no solo (Lal, 2006).

A aplicação de fertilizantes influencia significativamente tanto a temperatura do solo quanto o desenvolvimento das plantas. A combinação de fertilizantes nitrogenados e fosfatados pode melhorar a estrutura do solo, aumentar a matéria orgânica e promover a atividade microbiana, o que, por sua vez, pode afetar a temperatura do solo e a eficiência do uso da água pelas plantas. A adubação adequada é essencial para otimizar o crescimento inicial da soja, aumentando a produtividade e a eficiência do uso de recursos (Gozubuyuk e Kerr, 2015).

2.3 Técnica de Cultivo e Temperatura do Solo

Sistemas de plantio direto tendem a moderar as flutuações de temperatura do solo devido à cobertura da superfície com resíduos de culturas anteriores, que atuam como isolantes térmicos (Hatfield, e Prueger, 1996).

Métodos de cultivo como o plantio direto versus o cultivo convencional têm impactos distintos na temperatura do solo. O plantio direto tende a manter uma cobertura do solo que reduz a amplitude térmica, enquanto o cultivo convencional

pode expor mais o solo, aumentando as variações de temperatura (Rasmussen, 1999). Esses fatores influenciam a taxa de germinação e o crescimento inicial da soja.

2.4 Desenvolvimento Inicial da Soja

A temperatura do solo é um fator crítico para a germinação e emergência das sementes de soja. Temperaturas ótimas promovem a rápida germinação e o desenvolvimento uniforme das plântulas, enquanto temperaturas extremas podem atrasar esses processos ou reduzir a taxa de germinação (Embrapa, 2020).

2.52 Impacto Combinado

A interação entre tipo de solo, adubação e técnica de cultivo pode resultar em variações significativas na temperatura do solo, o que afeta diretamente o microclima radicular e, consequentemente, o desenvolvimento inicial das culturas (Doss e Thurlow, 1974).

A interação entre tipo de solo, adubação e técnica de cultivo é complexa e pode variar dependendo das condições específicas do local e do clima (Gozubuyuk e Kerr, 2015). Por exemplo, em um estudo realizado no Planalto Loess, na China, a combinação de adubação nitrogenada e fosfatada aumentou significativamente a produtividade da soja e a eficiência do uso da água, indicando que a fertilização balanceada pode mitigar alguns dos efeitos negativos de solos menos ideais e técnicas de cultivo menos eficientes (Zhao *et al*., 2020).

3. Metodologia

3.1 Localização

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Gurupi, localizado na região sul do Estado do Tocantins, nas coordenadas geográficas, Latitude: 11° 43‘ Sul e Longitude: 49° 04‘ Oeste, a 280 metros de altitude. O clima regional é do tipo B1wA‘a‘ úmido com moderada deficiência hídrica. A precipitação média anual varia entre 1300 e 1500 mm, concentrada nos meses de novembro a maio, com temperatura média anual de 27 °C (SEPLAN, 2012).

ISSN 2178-6925

3.2 Classificação dos solos

Os solos utilizados foram classificados através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) (SANTOS *et al.*, 2018), como: Neossolo Quartzarênico Órtico típico, com 7,5% de argila, 5% de silte e 87,5 % de areia, coletado nas coordenadas latitude 10°13'22,05'' S e longitude 47°37'50,87'', e Plintossolo Pétrico Concrecionário argissólico, com 18% de terra fina e 82% de petroplintita, coletado nas coordenadas latitude 11°44'49''S e longitude 49°03'04''.

Os solos foram coletados na camada de 0–20 cm e não foram passados em peneira, garantindo assim, a granulometria do perfil analisado. As plantas de soja foram conduzidas em vasos com dimensões de 35 cm x 40 cm e capacidade para 10 litros de solo.

A caracterização química e textural inicial (teores de argila, silte e areia) de cada solo são apresentados na Tabela 1. Para calcular a diferença de terra fina e cascalho de cada solo foi separado o volume através da peneira com malha de 2 mm de abertura, ou seja, o que ficou retido na peneira foi classificado como cascalho, de acordo com terminologia descrita na NBR 6502 (ABNT, 1995).

Tabela 1 - Caracterização química e física dos solos originais utilizados no experimento emvasos. Gurupi – TO, 2023.

Solo ·	Ca	Mg	Al	H+Al	K	CTC (t)	SB	K	P-meh
	.....cmolc.d.....							.....mg.dm^3.....	
RQ	0,5	0,1	0,3	2,00	0,03	2,63	0,63	10,0	2,6
FF	0,3	0,1	0,6	2,50	0,04	2,94	0,44	16,0	1,2

	V	m	M.O.	pH H_2O	Areia	Silte	Argila
	.....%.....				.....Textura (g.kg^{-1}).....		
RQ	24,00	32,00	0,80	4,5	875	50	75
FF	15,00	58,00	1,80	4,4	600	50	350

RQ:Neo.solo Quartzarênico; FF: Plintossolo Pétrico

3.3 Fertilização e definição de doses

Foi aferido o peso de cada um dos vasos, onde o solo obteve uma massa individual que foi somada e calculada a média. O volume obtido e a análise química de cada solo pesquisado, permitiu calcular a recomendação de calagem e adubação apropriada para os mesmos.

A recomendação de calagem foi realizada baseada no método de saturação por bases, para elevar a saturação para 60%. A quantidade K+ e P aplicadas foram baseadas nos teores de K_2O e P_2O_5, de cada fonte de adubação estudada, de acordo com a 2° edição de recomendações de correção e adubação de solos do Cerrado da Embrapa (2004).

Na tabela 2 estão apresentadas as doses em porcentagem de P_2O_5 presentes em cada fonte de adubação, seguindo a variação da concentração a partir da dose recomendada pela Embrapa (2004). Para cada fonte de adubação foram utilizadas as proporções: 0% = Testemunha (sem adesão de fertilizantes); 50% = 1/2 dose recomendada; 100% = dose recomendada; 150% = 1,5 x dose recomendada e; 200% = 2 x dose recomendada de P_2O_5 por vaso para a cultura da soja.

Tabela 2. Recomendação de adubação em grama por recipiente. Gurupi – TO, 2023.

	Fontes de adubação g/vaso				**Calagem**	**Fertilizantes Complementares**		**Massa do solo**
SOLO	DOSE (%)	SS	RM	FN	**Calcário (g/vaso)**	**KCL plantio**	**KCL Cobertura**	**Kg vaso^{-1}**
RQ	0	0	0	0	0	0	0	8,010
	50	3,33	10,42	8,00	4,4	0,52	0,52	
	100	6,67	20,83	16,00	4,4	1,03	1,03	
	150	10,00	31,25	24,00	4,4	1,55	1,55	
	200	13,33	41,67	32,00	4,4	2,07	2,07	
FF	0	0	0	0	0	0	0	9,000
	50	3,75	11,72	9,00	4,8	0,70	0,70	
	100	7,50	23,44	18,00	4,8	1,40	1,40	
	150	11,25	35,16	27,00	4,8	2,09	2,09	
	200	15,00	41,67	36,00	4,8	2,79	2,79	

SS: Superfosfato Simples; RM: Remineralizador; FN: Fosfato Natural; RQ: Neossolo Quartzarênico; FF: Plintossolo Pétrico

3.4 Caracterização das fontes de adubação

No tratamento solúvel foi utilizado superfosfato simples (SS), apresentando 18% P_2O_5 + 16% Ca + 8% S e Cloreto de Potássio (KCl), com 58% de K_2O em sua composição, a fim de fornecer P e K. Para cada solo pesquisado foi calculada a

recomendação apropriada de KCL, sendo aplicado em plantio (50%) e cobertura (50%), tendo como referência os valores da Embrapa (2004).

No tratamento com remineralizador foi utilizado como fonte de fertilização de solo e planta resíduos de rocha extraída e moída na região de Peixe – TO, apresentando granulometria de 100% passante em 2 mm, 99,71% passante em 0,84 mm e 90,36% passante em 0,3 mm, com as características químicas descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Composição e características químicas da rocha extraída e moída na região de Peixe – TO.

Si	CaO	P_2O_5	K_2O	MgO	B	Fe
			%			
31,08	1,2	5,76	4,5	0,54	0,24	3,72

Fonte: Laboratório CAMPO, 2020.

No tratamento com fosfato natural foi utilizado como fonte de fertilização de solo e planta resíduos de rocha extraída e moída em Taipas do Tocantins – TO, apresentando as seguintes características: granulometria de 100% passante em 2 mm, 77% passante em 0,3 mm e 45% passante em 0,075 mm, com as características químicas descritas na tabela 4.

Tabela 4. Características químicas do pó de rocha fosfática extraída e moída no município de Taipas do Tocantins – TO.

SiO_2	CaO	P_2O_5	K_2O	MgO	Al_2O_3	FeO_2	N_2O	TiO_2	MnO
				%					
58,03	12,14	9,30	2,57	1,72	7,47	3,72	0,12	0,40	0,30

Fonte - Rialma, 2019.

3.5 Caracterização da cultivar

Utilizou-se a cultivar de soja DM80I79 IPRO, grupo de maturação 8.0 e hábito de crescimento indeterminado, com semeadura em 15 de novembro de 2021 e colheita dia 06 de março de 2022 em cultivo convencional e semeadura em plantio direto em 15 de novembro de 2022 e colheita em 06 de março de 2023.

As sementes foram tratadas com fungicida Tiofanato-metílico e composto fungicida + inseticida Piraclostrobina+Tiofanato-metílico, as doses utilizadas foram

estabelecidas por metodologia já registrada para tratamento de sementes, onde valeu-se de doses recomendadas em bula de cada produto. Posteriormente semeadas quatro (4) sementes por vaso, sendo avaliado o índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem por emergência. Para a condição de plantio direto, foi cultivado o capim *Panicum maximum* cv. Mombaça em de 01 de abril 2022 e feito o corte 120 dias após emergência em 01 de agosto de 2022, mantendo a palhada cortada sobre os vasos, para após secagem natural da biomassa, realizar o plantio das sementes de soja.

3.6 Variáveis avaliadas

Variáveis em respostas aos tratamentos aplicados no trabalho (tipo de solo, adubação e técnicas de cultivo), com levantamento da temperatura do solo; índice de germinação das sementes (IVG); velocidade de germinação (VG).

3.6.1 Temperatura

A temperatura foi aferida seguindo a metodologia descrita por Furlani *et al*., 2008, utilizando hastes metálicas inseridas diretamente no solo (Termômetro Digital Tipo Espeto Simpla - TE07). O termômetro foi inserido a uma profundidade de 5 cm em todos os vasos com diferentes tipos de solo, com o objetivo de compreender o efeito da textura e morfologia do solo na sua temperatura e a reação no desenvolvimento das plantas. As medições foram realizadas às 9h, 12h, 14h e 16h, a partir do estádio fenológico VE, durante um período de 30 dias consecutivos.

3.6.2 Desenvolvimento de planta

As avaliações foram feitas diariamente, a partir do primeiro dia, durante 30 dias. A variável Germinação (G), foi calculada pela fórmula G = (N/100) x 4, em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste, e 4 o número total de sementes plantadas em cada repetição, sendo o resultado final contabilizado em %. E o Índice de velocidade de germinação (IVG), calculado pela fórmula IVG = Σ (ni /ti), em que: ni = número de sementes que germinaram no tempo i‘; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 → 10 dias (NASSIF e PEREZ, 2000).

3.8 Análise estatística

Os modelos das regressões ajustados conforme o nível de significância dos betas e dos coeficientes de determinação (R2). A análise de correlação de Pearson

foi utilizada para quantificar os efeitos da temperatura na massa de grãos da soja cultivada nos solos com diferentes concentrações de concreções. O procedimento estatístico foi realizado no programa R versão 4.0 (TEAM, 2020) e os gráficos plotados no programa Excel versão 2021. A matriz de dados foi submetida a uma Análise de Componentes Principais (ACP). Adicionalmente, utilizou-se uma análise de agrupamentos hierárquicos (HCA) combinada com mapa de calor (Heatmap). As análises foram realizadas com o auxílio do software R versão 4.2.0 (R CORE TEAM, 2023).

4. Resultados e Discussão

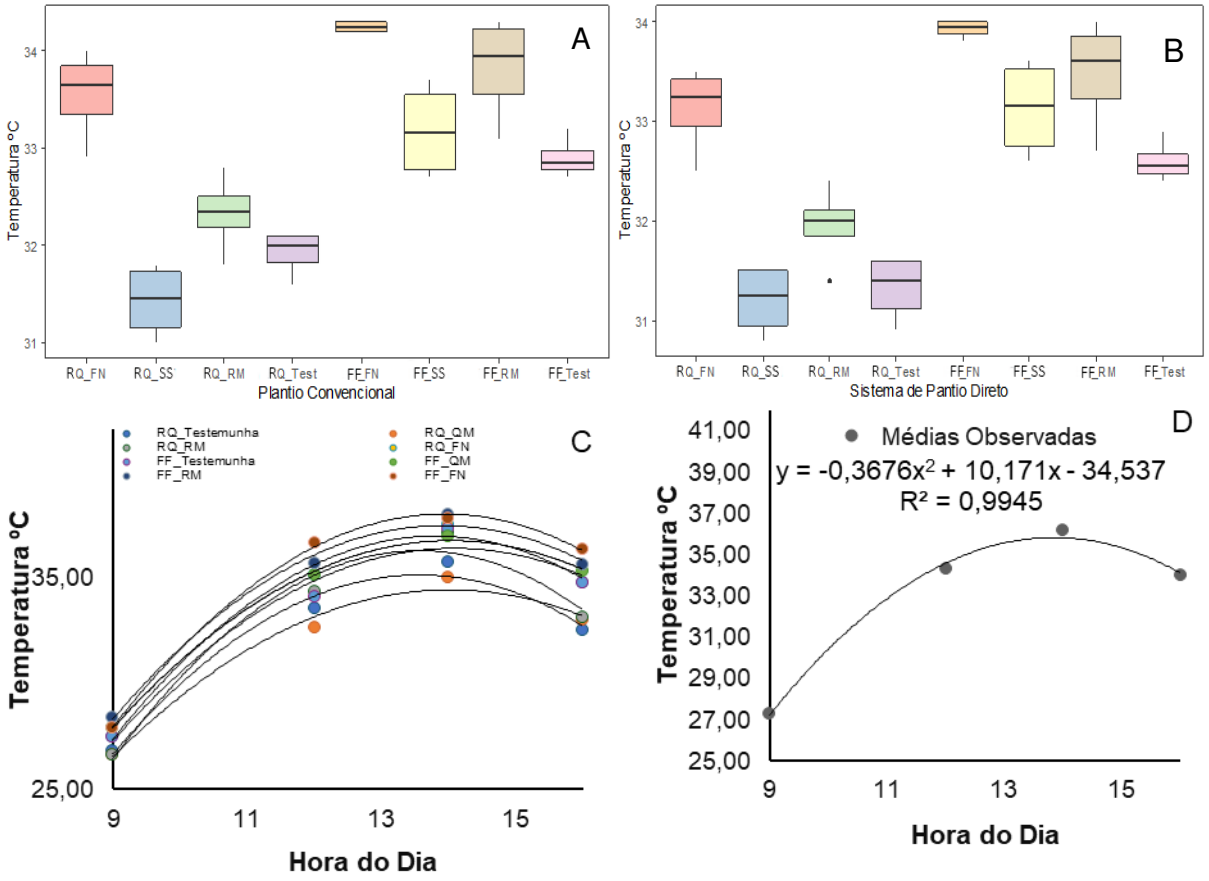
A média de temperatura aferida nos solos durante 30 (trinta) dias após a semeadura, permitiu analisar como esse fator afeta no desenvolvimento inicial na cultura da soja em Neossolo Quartzarênico e Plintossolo Pétrico submetidos a cultivo convencional (Figura 1-A) e plantio direto (Figura 1-B), de maneira que, nesse período de 30 dias, a variação e médias de temperatura apresentaram comportamentos semelhantes aos vistos na primeira e terceira dezena após o plantio, onde o Plintossolo Pétrico obteve temperaturas com médias superiores as apresentadas pelo Neossolo Quartzarênico.

Aferindo a temperatura conforme a hora do dia (9, 12, 14 e 16h), durante 30 dias após a semeadura, obteve-se médias que mostram que em plantio convencional (Figura 1-C) e em plantio direto (Figura 1-D) os solos apresentaram maior média de temperatura no horário de 14h, com variação, nesse período, entre 35 e 38° C. Nesses horários os tratamentos com remineralizador e com fosfato natural apresentaram as médias de temperatura mais elevadas.

Dessa forma, notou-se maiores médias de temperaturas no Plintossolo Pétrico, podendo afetar diretamente a germinação das sementes, promovido pela escaldadura da semente, provocada pelas médias de temperatura elevadas, causadas pelo cascalho no Plintossolo Pétrico, no período de maior irradiação solar que aconteceu entre as 12h e às 14h, afetando o desenvolvimento das plantas entre os estádios fenológicos da cultura da soja.

Figura 1. Boxplot da temperatura do solo em função de fontes de adubação fosfatada na cultura da soja em plantio convencional (A) e sob plantio direto (B) em Neossolo Quartzarênico e Plintossolo Pétrico, no periodo de 30 dias após o plantio. Temperatura do solo em função das horas do dia na cultura da soja em plantio

convencional (C) e sob plantio direto (D) em Neossolo Quartzarênico e Plintossolo Pétrico, no periodo de 30 dias após o plantio.



Para a variável fertilidade do solo, os resultado obtidos, com médias de 30 dias após o plantio, mostram que os tratamentos com fosfato natural e remineralizador possuem maior influência na temperatura do solo tanto em cultivo convencional quanto em plantio direto no cultivo de soja, por causarem fechamento dos poros devido a sua granulometria (mais fino que o superfosfato simples), apresentando médias de temperatura superiores aos tratamentos com superfosfato simples (SS) e testemunha (sem aplicação de fertilizantes), de maneira que esse comportamento foi refletido em Neossolo Quartzarênico e em Plintossolo Pétrico.

Os fatores determinantes da temperatura do solo são os elementos externos, como a irradiância solar global, temperatura do ar, nebulosidade, chuva e vento e os elementos intrínsecos: tipo de solo, relevo e tipo de cobertura do terreno. Para Farias *et al.* (2021), a faixa de temperatura do solo ideal para na fase da semeadura varia entre 20 ºC e 30 ºC, onde a temperatura acima de 40 ºC tem problemas adversos na taxa de crescimento, afetando diretamente as fases do

desenvolvimento reprodutivo da planta, ou seja, reduzindo o crescimento da planta.

5. Conclusão

Com os resultados obtidos, observa-se que o Neossolo Quartzarênico apresenta um efeito positivo na temperatura do solo tanto no sistema de cultivo convencional quanto no plantio direto, ao contrário do Plintossolo Pétrico, que apresenta altas temperaturas no solo independentemente do sistema de cultivo. Em relação à germinação, o Neossolo Quartzarênico teve melhor desempenho no sistema de cultivo convencional. Já o Plintossolo Pétrico destacou-se no índice de germinação no plantio direto. A análise dos dados também revelou que a fertilização no Neossolo Quartzarênico não afeta a temperatura do solo, enquanto, no Plintossolo Pétrico, a aplicação de adubo elevou a temperatura do solo, reduzindo a velocidade de germinação e a porcentagem de emergência das sementes de soja.

Referências

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo. Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V. 22, n. 208, p. 25-36, jan./fev. 2001.

CALEGARI, A. *et al.* Impacto do plantio direto sobre a fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, p. e0180142, 2019.

Carter, M.R. & Gregorich, E.G. (2007). Soil Sampling and Methods of Analysis. **Canadian Society of Soil Science**.

CARVALHO, A. M. X. de. Rochagem: um novo desafio para o manejo sustentável da fertilidade do solo. **Sustentabilidade produtiva e inovação no campo**. 234 p. ISBN: 978-85-8324-002-0 - p. 117, Uberlândia: Composer, 2013.

DA SILVA, A. C.; DE LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. **Associação de Pesquisadores em Economia Catarinense**. 2011.

DE OLIVEIRA, V. S.; PEREIRA, R. G. F. de A.; GOMES, M. da C. R. O uso de técnicas sustentáveis para remineralização de solos de regiões tropicais. **Geociências**, UNESP, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 755 - 768, 2022.

Doss, B.D., & Thurlow, D.L. (1974). Effect of Tillage, Nitrogen, and Plant Population on Corn Yield.

Agronomy Journal, 66(5), 657-660.

Embrapa (2008). Manual de Adubação e Calagem para a Cultura da Soja. **Embrapa Soja**. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470943/calagem-e-adubacao-da-soja; acesso em julho de 2024.

Embrapa (2013). Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: **Embrapa Soja**, 2013. 265p.; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.16).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Descrição das características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas de alguns perfis de solos sob vegetação de cerrado. **Boletim Técnico N° 11**, Rio de Janeiro, 1969.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Plantio Convencional**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/manejo-do-solo-e-adubacao/sistema-de-manejo-do-solo/plantio-convencional>; Acesso em janeiro de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Rotação de Culturas.** Disponível em: < https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/rotacao-de-culturas>; Acesso em janeiro de 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed., rev. e ampl. ISBN 978-85-7035-800-4; 356 p. Brasília, DF, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Solos frágeis : caracterização, manejo e sustentabilidade.** ISBN 978-85-7035-554-6; 367 p. Brasília, DF : Embrapa, 2015.

FURLANI, C. E. A;, GAMERO, C. A.; LEVIEN, R.; DA SILVA, R. P. & CORTEZ, J. W. (2008). Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, n. 32 v. 1, p. 375–380. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832008000100035>; Acesso em agosto de 2023.

Gozubuyuk, Z., & Kerr, B. (2015). The effect of organic and inorganic fertilizers on soil temperature and moisture content. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 15(3), 641-653. Disponível em: https://link.springer.com/journal/42729; Acesso em julho de 202.

Hatfield, J.L., & Prueger, J.H. (1996). Microclimate Effects of Crop Residues on the Soil Environment. **Soil Science Society of America Journal**, 60(5), 1238-1244.

Lal, R. (2006). Enhancing Crop Yields in the Developing Countries through Restoration of the Soil Organic Carbon Pool in Agricultural Lands. **Land Degradation & Development**, 17(2), 197-209.

MARTIN, T. N. *et al*. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024**. ISBN 978-65-89469-72-8. Santa Maria: Editora GR, 2022.

NASSIF, S. M. L.; PEREZ, S. C. J. G. Efeito da temperatura na germinação de sementes de amendoim do campo (Pterogyne nitens Tul.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 1-6, 2000.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2023; Disponível em: https://www.R-project.org/. Acesso em: 10 de abril de 2023.

Rasmussen, P.E. (1999). Long-term effects of tillage, nitrogen, and rainfall on wheat yields in the Pacific Northwest. **Agronomy Journal**, 91(2), 357-363. Disponível em: https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/agronj1999.00021962009100020036x; Acesso em julho de 2024.

Silva, A.P., & Kay, B.D. (1997). Estimation of soil hydraulic properties from limited data: Consequences for the simulation of soil water content**. Soil & Tillage Research**, 44(1-2), 113-126. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198797000351; acesso em julho de 2024.

Zhao, G., Gao, P., & Sun, W. (2020). Effects of Different Fertilization Regimes on Crop Yield and Soil Water Use Efficiency of Millet and Soybean. **Sustainability**, 12(10), 4125. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/4125; Acesso em julho de 2024.