


PROPRIEDADES AGRONÔMICAS DA CULTURA DA SOJA MANEJADA COM FERTILIZANTES MINERAIS E ORGANOMINERAIS

 <https://doi.org/10.56238/arev7n3-271>

Data de submissão: 26/02/2025

Data de publicação: 26/03/2025

Ramiro Ferão

Bacharel em Agronomia
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Cristiano Reschke Lajús

Dr. em Produção Vegetal
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Fábio José Busnello

Dr. em Produção Vegetal
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Éttore Guilherme Poletto Diel

Graduando em Agronomia
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Natalia Girardi

Graduanda em Ciências Econômicas
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

Mauricio Bedin

Graduado em Engenharia Mecânica
Faculdade Empresarial de Chapecó, FAEM, Brasil.

Aline Vanessa Sauer

Dra. em Proteção de Plantas e Fitopatologia
Universidade Estadual Norte do Paraná

Liziane Cássia Carlesso

Dra. em Engenharia de Alimentos
Universidade Comunitária da Região de Chapecó

RESUMO

Em sua composição o fertilizante organomineral apresenta uma fração orgânica proveniente de resíduos industriais ou de atividades agrícolas como resíduos da criação de aves ou de suínos. O presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades agronômicas da cultura da soja manejada com fertilizantes minerais e organominerais. O experimento foi implantado na Estação Experimental da Agro Latina BR, localizada no município de Guatambu/SC, na safra de soja 23/24. O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento de Blocos Casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas. As variáveis respostas avaliadas foram: Volume e comprimento de raiz aos 5, 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE); Nodulação em V3 e R1; NDVI e SPAD em V3 e R1;

Teores de macronutrientes, micronutrientes e atividade enzimática do solo em pré-semeadura e R1 via análise foliar; Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 1000 grãos e rendimento (kg/ha). Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que: a dose de +25% Organomineral (05 15 15) difere proporciona os melhores resultados em relação às variáveis respostas qualitativas (volume e comprimento de raiz; número de nódulos ativos e leitura SPAD) e quantitativas (número de vagens por planta; peso de mil grãos e rendimento).

Palavras-chave: Sustentabilidade. Propriedades Agronômicas. Fertilizante Organomineral.

1 INTRODUÇÃO

A aplicação de fertilizantes organominerais na agricultura brasileira tem sido crescente nos últimos anos e é uma alternativa de adubação em relação ao uso de fertilizantes convencionais ou às misturas de Nitrogênio, Fósforo e Potássio (N-P-K). Em um mundo cada vez mais preocupado com a demanda de alimentos, o Brasil é um dos países de maior relevância nesse quesito, mas o país tem deficiências estruturais, uma vez que não dispõe de minas significativas para produção de fósforo e potássio, que o impedem de produzir os principais nutrientes de forma a atender adequadamente a sua demanda, que hoje é a quarta maior do planeta (CRUZ, 2017).

O uso de fertilizantes e corretivos tem se intensificado nos últimos anos, sendo que em 2020 o mercado brasileiro de fertilizantes cresceu cerca de 12% em relação a 2019. Entretanto, cerca de 80% dos fertilizantes consumidos no Brasil são de origem estrangeira (ANDA, 2020). A fim de aumentar a competitividade do agronegócio brasileiro, o setor de fertilizantes organominerais surge como uma alternativa para o fornecimento de nutrientes necessários para a correção do solo e nutrição das plantas.

Além dos benefícios econômicos e estratégicos para o país, o uso de organomineral reduzirá os impactos ambientais derivados da destinação incorreta de resíduos da nossa pecuária. Para Scherer, Nesi e Massotti (2010), a produção de fertilizantes organominerais serve como via de absorção ambientalmente correta desses resíduos, reduzindo a emissão de carbono e aperfeiçoando a utilização dos recursos naturais escassos. É de grande vantagem o uso de matéria-prima e resíduos que são passivos ambientais de outros sistemas de produção, que seriam descartados no ambiente sem o devido aproveitamento (BENITES *et al.*, 2010).

As principais fontes de matéria-prima para a produção de organominerais são a agroindústria, pecuária e domiciliar. No setor agroindustrial, a geração de resíduos ultrapassou 291 milhões de toneladas (IPEA, 2012) e o setor da pecuária brasileira é o segundo maior do planeta, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (MAPA, 2018), expondo que se tem uma grande oferta de matéria-prima para a produção de adubos organominerais.

Em sua composição, o fertilizante organomineral apresenta uma fração orgânica proveniente de resíduos industriais ou de atividades agrícolas, como resíduos da criação de aves ou de suínos. A fração orgânica permite levar ao solo, além dos macronutrientes, micronutrientes, carbono orgânico, ácidos húmicos e fúlvicos, que proporcionam uma maior eficiência agrônômica destes fertilizantes, pois conseguem reduzir a lixiviação de nutrientes e ter uma menor adsorção do fósforo no solo.

A presente pesquisa foi realizada em uma área experimental na cultura da soja na safra 23/24 no município de Guatambu – SC, localizada na região oeste do Estado de Santa Catarina.

Os eixos norteadores da pesquisa serão: Cultura da soja; Adubação organomineral e mineral; Componentes de rendimento. A pesquisa tem como objetivo avaliar as propriedades agronômicas da cultura da soja manejada com fertilizantes minerais e organominerais.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DA PESQUISA

O experimento foi implantado na Estação Experimental da Agro Latina BR, localizada no município de Guatambu/SC, na safra de soja 23/24.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, com temperaturas médias nos meses mais quentes superiores a 22°C e precipitações bem distribuídas (Agritempo, 2024).

O solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO (Embrapa, 2013), a Tabela 1 apresenta a análise do solo em pré-semeadura do protocolo soja.

Tabela 1 - Análise do solo em pré-semeadura do protocolo soja

DETERMINAÇÕES			METODOLOGIA	1122	1122'
P	Fósforo (Mehlich)	mg/dm³	Embrapa	2,4	---
M.O.	Matéria Orgânica	g/dm³	IAC	36	---
COT	Carbono Orgânico Total	g/dm³	IAC	21	---
pH	pH (CaCl₂)	-	IAC	4,8	---
pH	pH (SMP)	-	IAC	5,78	---
K	Potássio (Resina)	mmolc/dm³	IAC	4,9	---
Ca	Cálcio (Resina)	mmolc/dm³	IAC	84	---
Mg	Magnésio (Resina)	mmolc/dm³	IAC	31	---
Na	Sódio (Mehlich)	mmolc/dm³	Embrapa	0,4	---
H⁺ + Al³⁺	Acidez Total	mmolc/dm³	IAC	53	---
Al³⁺	Alumínio Trocável	mmolc/dm³	IAC	0	---
H⁺	Hidrogênio	mmolc/dm³	Cálculo	53	---
C.T.C.	Capac. de troca de cátions	mmolc/dm³	Embrapa	173,3	---
S.B.	Soma de bases	mmolc/dm³	Cálculo	120,3	---
V%	Saturação por bases	%	Embrapa	69	---
m%	Saturação por Al	%	Embrapa	0	---
S	Enxofre (Fosfato de Cálcio)	mg/dm³	IAC	10	---
B	Boro (Água Quente)	mg/dm³	IAC	1,83	---
Cu	Cobre (Mehlich)	mg/dm³	Embrapa	7,9	---
Fe	Ferro (Mehlich)	mg/dm³	Embrapa	30	---
Mn	Manganês (Mehlich)	mg/dm³	Embrapa	185	---
Zn	Zinco (Mehlich)	mg/dm³	Embrapa	7,2	---
K na CTC	% de Potássio na CTC	%	Cálculo	2,8	---
Ca na CTC	% de Cálcio na CTC	%	Cálculo	48,5	---
Mg na CTC	% de Magnésio na CTC	%	Cálculo	17,9	---
Na na CTC	% de Sódio na C.T.C.	%	Cálculo	0,2	---
Al na CTC	% de Alumínio na CTC	%	Cálculo	0	---
H na CTC	% de Hidrogênio na CTC	%	Cálculo	30,6	---
H+AL na C	% de H⁺ + Al³⁺ na C.T.C.	%	IAC	30,6	---
Ca/K	Relação Ca/K	-	Cálculo	17,1	---
Ca/Mg	Relação Ca/Mg	-	Cálculo	2,7	---
Mg/K	Relação Mg/K	-	Cálculo	6,3	---
Argila	Argila	g/kg	Método da Pipeta	329	---
Silte	Silte	g/kg	Método da Pipeta	322	---
Areia Total	Areia Total	g/kg	Método da Pipeta	349	---
B-glicosidase	B-glicosidase	mg PNG/kg	ME MIC 07	---	70,52
Fosfatase	Fosfatase Ácida	mg PNF/kg	ME MIC 07	---	577,56
Arilsulfatase	Arilsulfatase	mg PNS/kg	ME MIC 07	---	554,8

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

2.2 ESTRATÉGIA E DELINEAMENTO DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa está organizada da seguinte forma:

- Caracterização do ambiente da pesquisa;
- Estratégia e delineamento da pesquisa;
- Técnicas de coleta de dados;
- Técnicas de análise e interpretação dos dados.

O delineamento de pesquisa é descrito como:

- Quanto à abordagem: consiste em uma pesquisa quantitativa;
- Quanto ao enfoque: consiste em uma pesquisa explicativa;
- Com relação aos procedimentos, consiste em uma pesquisa experimental.

2.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

Em relação as variáveis respostas (volume e comprimento de raiz) o delineamento experimental utilizado foi de Blocos Completos Casualizados (DBC), em esquema de Parcela Subdividida ao Longo do Tempo (7X4), sendo que na Parcela Principal foram alocados as adubações (PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20); PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10); PP3: +25% Organomineral (02-10-10); PP4: -25% Organomineral (02-10-10); PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg) e na Subparcela foram alocados os dias após a emergência (SBP05, SBP10, SBP20 e SBP30 DAE), com quatro repetições, totalizando 112 parcelas, exposto na Tabela 2.

Tabela 2 - Resumo da ANOVA do Protocolo de Soja, em relação as variáveis respostas (volume e comprimento de raiz)

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL
Blocos	3,00
PP: adubações	6,00
Erro PP: adubações	18,00
SBP: DAE	3,00
PP (adubações) x SBP (DAE)	18,00
Erro SBP: DAE	63,00
Total	111,00

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Para as variáveis respostas (número de nódulos ativos e peso dos nódulos ativos) o delineamento experimental utilizado foi de Blocos Completos Casualizados (DBC), em esquema de Parcela Subdividida (7X2), sendo que na Parcela Principal foram alocados as adubações (PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20); PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10); PP3:

+25% Organomineral (02-10-10); PP4: -25% Organomineral (02-10-10); PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg) e na Subparcela foram alocados os estádios de desenvolvimento (SBPV3 e SBPR1), com quatro repetições, totalizando 56 parcela, apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo da ANOVA do Protocolo de Soja, em relação as variáveis respostas (número de nódulos ativos e peso dos nódulos ativos)

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL
Blocos	3,00
PP: adubações	6,00
Erro PP: adubações	18,00
SBP: estádios de desenvolvimento (ED)	1,00
PP (adubações) x SBP (ED)	6,00
Erro SBP: ED	21,00
Total	55,00

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

No que tange as variáveis respostas (*NDVI* e *SPAD*) o delineamento experimental utilizado foi de Blocos Completos Casualizados (DBC), em esquema de Parcela Subdividida (7X2), sendo que na Parcela Principal foram alocados as adubações (PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20); PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10); PP3: +25% Organomineral (02-10-10); PP4: -25% Organomineral (02-10-10); PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg; PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg) e na Subparcela foram alocados os estádios de desenvolvimento (SBPV3 e SBPR1), com quatro repetições, totalizando 56 parcelas, conforme Tabela 4.

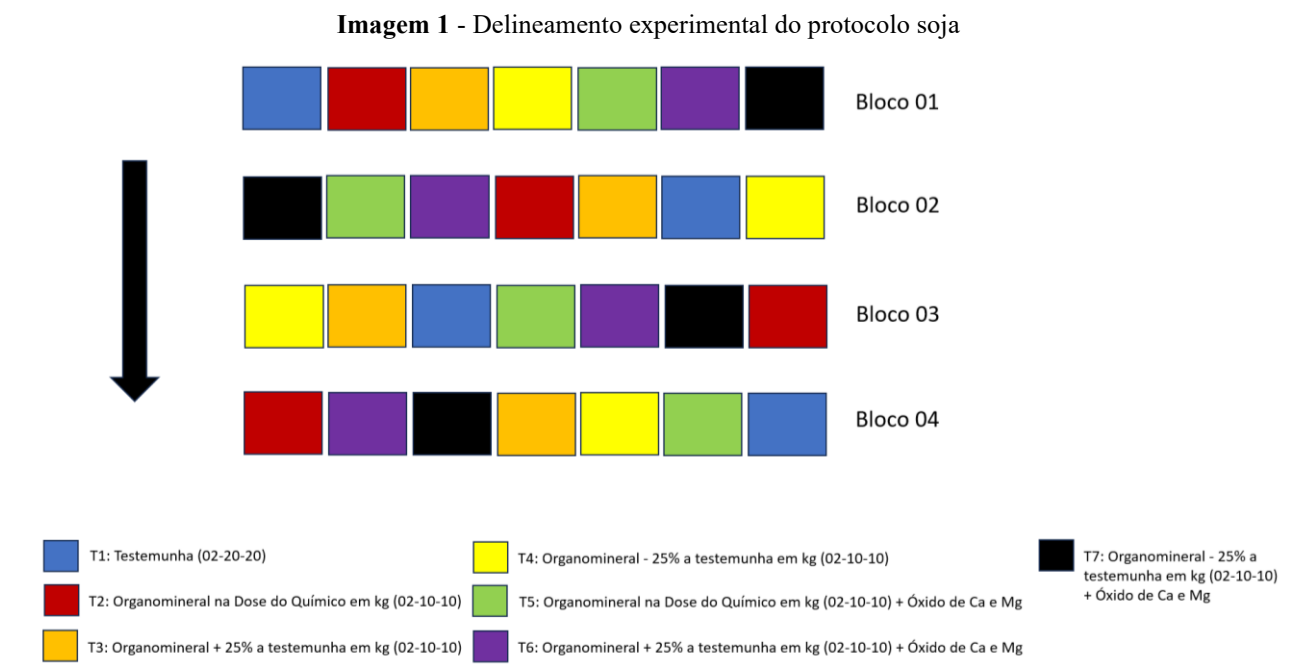
Tabela 4 - Resumo da ANOVA do Protocolo de Soja, em relação as variáveis respostas (*NDVI* e *SPAD*)

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL
Blocos	3,00
PP: adubações	6,00
Erro PP: adubações	18,00
SBP: estádios de desenvolvimento (ED)	1,00
PP (adubações) x SBP (ED)	6,00
Erro SBP: ED	21,00
Total	55,00

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Para os componentes de rendimento da soja (número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e rendimento), o delineamento experimental utilizado foi o Delineamento de Blocos Casualizados com 7 tratamentos e 4 repetições, totalizando 28 parcelas,

conforme Imagem 1. A área total de cada parcela é 36m² (4,5 x 8 m, com 10 linhas espaçadas a 0,45 m), apresentada na Tabela 5.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Tabela 5 - Resumo da ANOVA do protocolo soja

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GL
Blocos	3
Tratamentos	6
Resíduo	18
Total	27

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Os tratos culturais foram realizados conforme as necessidades da cultura apresentado no Quadro 1 e as especificidades dos tratamentos avaliados.

Quadro 1 - Tratamentos fitossanitários do protocolo soja

Tratamento	Produto	Classe	Dose por Hectare	Volume de Calda L./ hectare
Pré semeadura 30.11.2023	Glifosato	Herbicida	3 l hectare	200
	Cletodim	Herbicida	1 l hectare	
	Óleo mineral	Óleo	100 ml hectare	
1 tratamento (Limpeza) 06.01.2024	Glifosato	Herbicida	2 l hectare	200
	Lambda-cialotrina + clorantiraniliprole	Inseticida	150 ml	
	Óleo	Óleo	100 ml	
2 Tratamentos 26.01.2024	Carboxamida + TRiazol	Fungicida	750 ml	200
	Estrobirulina	Fungicida	300 ml	
	Lufenurom	Inseticida	200 ml	
3 Tratamentos	Morfolina + Cetona	Fungicida	150 ml	150

20.02.2024	ACEFATO	Inseticida	1,2 kg	
	Triazol	Fungicida	300 ml	
	Óleo	Óleo	100 ml	
	Boro + Manganês	Fert. Foliares	5 litros	
4 Tratamentos	Carboxamida + Estrobirulina	Fungicida	750 ml	200
	Manganês	Fert. Foliar	4 litros	

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

As variáveis respostas do protocolo Soja foram:

- Volume e comprimento de raiz aos 5, 10, 20 e 30 dias após a emergência (DAE) (FLOSS, 2011);
- Nodulação em V3 e R1 conforme metodologia de Milani *et al.*, (2008);
- *NDVI* e *SPAD* em V3 e R1 de acordo com Groff *et al.*, (2013);
- Teores de macronutrientes, micronutrientes e atividade enzimática do solo em pré-semeadura e R1 via análise foliar;
- Número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 1000 grãos e rendimento (kg/ha), foram determinados conforme metodologia proposta pelo MAPA (2009).

2.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados foram submetidos à Análise de Variância pelo Teste F ($P \leq 0,05$). Em relação aos tratamentos qualitativos as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Para os tratamentos quantitativos foi realizada a análise de regressão, com a escolha dos modelos matemáticos mediante a significância e grandeza do coeficiente de determinação (R^2).

3 RESULTADOS

A Análise de Variância (ANOVA) revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta volume de raiz, representada na Tabela 6.

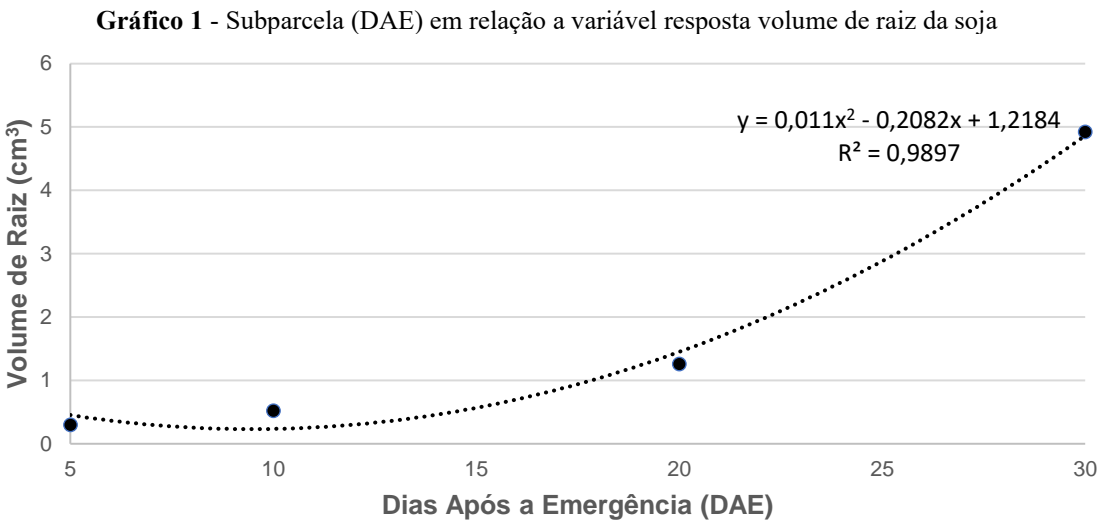
Tabela 6 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta volume de raiz (cm^3) da soja

Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	Volume de Raiz (cm^3)
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	1,74 B
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	1,83 B
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	2,17 A
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	1,43 C
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	1,77 B
PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	2,00 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	1,32 C
CV (%)	8,60

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (DAE) em relação a variável resposta volume de raiz, ou seja, existe um modelo matemático que explica a influência da subparcela (DAE) em relação a variável resposta (volume de raiz da soja), apresentado no Gráfico 1.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Conforme o Gráfico 1, percebe-se que houve uma relação de causa e efeito entre a subparcela (DAE) e a variável resposta (comprimento de raiz da soja), ou seja, a subparcela (DAE) influencia em 98% no comprimento de raiz da soja, apresentando um comportamento quadrático.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta comprimento de raiz, apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta comprimento de raiz (cm) da soja

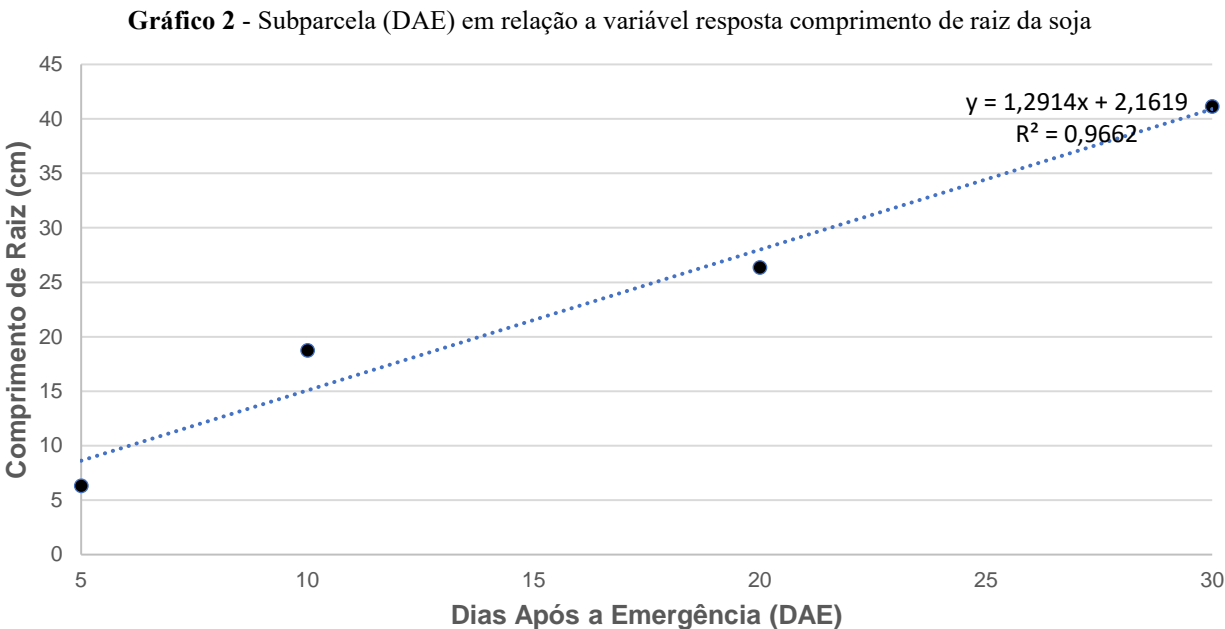
Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	Comprimento de Raiz (cm)
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	21,03 D
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	22,10 CD
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	24,29 B
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	21,07 CD
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	24,82 AB
PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	26,05 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	22,65 C
CV (%)	5,92

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (DAE) em relação a variável resposta comprimento de raiz, ou seja, existe um modelo matemático que explica a influência da

subparcela (DAE) em relação a variável resposta (comprimento de raiz da soja), conforme o Gráfico 2.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

De acordo com a Gráfico 2, percebe-se que houve uma relação de causa e efeito entre a subparcela (DAE) e a variável resposta (comprimento de raiz da soja), ou seja, a subparcela (DAE) influencia em 96,62% no comprimento de raiz da soja, apresentando um comportamento linear.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta número de nódulos ativos, apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta número de nódulos ativos da soja

Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	Nódulos Ativos (Número)
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	39,00 AB
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	33,55 C
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	38,25 AB
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	39,50 A
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	38,25 AB
PP6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	39,50 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	35,35 BC
CV (%)	6,50

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta número de nódulos ativos, conforme Tabela 9.

Tabela 9 - Subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta número de nódulos ativos da soja

Subparcela: Estádios de Desenvolvimento	Variável Resposta:
	Nódulos Ativos (Número)
V3	20,13 B
R1	55,13 A
CV (%)	12,50

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta peso dos nódulos ativos, apresentada na Tabela 10.

Tabela 10 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta peso dos nódulos ativos da soja

Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	Peso dos Nódulos Ativos (g)
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	4,11 A
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	3,23 A
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	3,95 A
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	4,18 A
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3,95 A
PP6: +25% Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	4,18 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3,18 A
CV (%)	7,09

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta peso dos nódulos ativos, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta peso dos nódulos ativos da soja

Subparcela: Estádios de Desenvolvimento	Variável Resposta:
	Peso dos Nódulos Ativos (g)
V3	2,05 B
R1	5,60 A
CV (%)	12,50

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta peso dos nódulos ativos, apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta *NDVI*

Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	<i>NDVI</i>
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	0,84 A
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	0,84 A
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	0,84 A
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	0,84 A
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	0,84 A
PP6: +25% Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	0,85 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	0,84 A
CV (%)	2,76

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta *NDVI*, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta *NDVI*

Subparcela: Estádios de Desenvolvimento	Variável Resposta:
	<i>NDVI</i>
V3	0,82 B
R1	0,86 A
CV (%)	2,09

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da parcela principal (adubações) em relação a variável resposta *SPAD*, apresentada na Tabela 14.

Tabela 14 - Parcela principal (adubações) em relação a variável resposta *SPAD*

Parcela Principal: Adubações	Variável Resposta:
	<i>SPAD</i>
PP1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	42,96 B
PP2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	43,34 B
PP3: +25% Organomineral (02-10-10)	43,75 B
PP4: -25% Organomineral (02-10-10)	43,75 B
PP5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	43,86 B
PP6: +25% Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	46,99 A
PP7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	42,21 B
CV (%)	9,01

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) da subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta *SPAD*, exposto na Tabela 15.

Tabela 15 - Subparcela (estádios de desenvolvimento) em relação a variável resposta *SPAD*

Subparcela: Estádios de Desenvolvimento	Variável Resposta:
	<i>SPAD</i>
V3	42,46 B
R1	43,93 A
CV (%)	3,84

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos tratamentos em relação a variável resposta número de vagens por planta, conforme Tabela 16.

Tabela 16 - Tratamentos em relação a variável resposta número de vagens por planta

Tratamentos	Variável Resposta:
	Número de Vagens/Planta
T1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	35,00 AB
T2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	35,00 AB
T3: +25% Organomineral (02-10-10)	35,09 AB
T4: -25% Organomineral (02-10-10)	32,91 B
T5: Organomineral na Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	35,89 A
T6: +25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	36,00 A
T7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	33,09 B
CV (%)	3,43

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA não revelou efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos em relação a variável resposta número de grãos por vagem, apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 - Tratamentos em relação a variável resposta número de grãos por vagem

Tratamentos	Variável Resposta:
	Número de Grãos/Vagem
T1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	3,00 A
T2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	3,00 A
T3: +25% Organomineral (02-10-10)	3,00 A
T4: -25% Organomineral (02-10-10)	3,00 A
T5: Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3,00 A
T6: + 25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3,00 A
T7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3,00 A
CV (%)	0,00

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos tratamentos em relação a variável resposta peso de mil grãos, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Tratamentos em relação a variável resposta peso de mil grãos

Tratamentos	Variável Resposta:
	Peso de Mil Grãos (g)
T1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	165,00 B
T2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	166,00 B
T3: +25% Organomineral (02-10-10)	175,00 A
T4: -25% Organomineral (02-10-10)	155,00 C
T5: Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	169,00 AB
T6: + 25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	175,80 A
T7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	155,00 C
CV (%)	1,77

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos tratamentos em relação a variável resposta rendimento (kg/ha), apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 - Tratamentos em relação a variável resposta rendimento (kg/ha)

Tratamentos	Variável Resposta:
	Rendimento (kg/ha)
T1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	3465,00 E
T2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	3486,00 D
T3: +25% Organomineral (02-10-10)	3712,00 B
T4: -25% Organomineral (02-10-10)	3036,00 G
T5: Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3605,00 C
T6: + 25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3802,00 A
T7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	3102,00 F
CV (%)	1,01

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

A ANOVA revelou efeito significativo ($P \leq 0,05$) dos tratamentos em relação a variável resposta rendimento (sc/ha), exposto na Tabela 20.

Tabela 20 - Tratamentos em relação a variável resposta rendimento (sc/ha)

Tratamentos	Variável Resposta:
	Rendimento (sc/ha)
T1: Testemunha (Fertilizante Mineral 02-20-20)	57,75 E
T2: Organomineral na Dose do FQ (02-10-10)	58,10 D
T3: +25% Organomineral (02-10-10)	61,87 B
T4: -25% Organomineral (02-10-10)	50,60 G
T5: Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	60,08 C
T6: + 25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	63,37 A
T7: -25% Organomineral Dose do Químico em kg (02-10-10) + Óxido de Ca e Mg	51,70 F
CV (%)	1,01

Médias não seguidas de mesma letra diferem significativamente pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos em relação às propriedades qualitativas e quantitativas da cultura da soja corroboram com estudos realizados por Costa (2018), que avaliou o desempenho do uso de fertilizantes minerais e organominerais na respectiva cultura. O trabalho foi realizado com diferentes dosagens de fertilizante, seguindo essa descrição: T1: controle (dose zero), T2: 200 kg/ha (Mineral), T3: 400 kg/ha (M), T4: 800 kg/ha (M), T5: 400 kg/ha (Organomineral), T6: 800 kg/ha (OM), T7: 1000 kg/ha (OM). O fertilizante mineral utilizado foi o NPK (04-20-20) e o organomineral (02-10-10), oriundo da mistura de cama aviária, superfosfato simples, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

De acordo com Carvalho *et al.* (2011), o acréscimo de produtividade na adubação organomineral é resultado da elevação da concentração dos radicais orgânicos no solo, que se ligam aos nutrientes, evitando assim que os nutrientes sejam lixiviados e consequentemente tenham um maior tempo de retenção ao solo e disponibilidade para as plantas.

Esses resultados se alinham ao estudo realizado por Cabral *et al.* (2020), no qual inferiu-se que o aumento das doses dos fertilizantes propiciou incremento linear à produtividade de grãos de soja, independentemente das fontes de fertilizantes utilizadas.

Em contrapartida, Ulsenheimer (2016) não encontrou diferença estatística significativa na produtividade da soja entre os tratamentos utilizados com diferentes doses e tipos de adubo organomineral na cultura da soja. Sendo apenas a longo prazo, com o uso contínuo de fertilizantes organominerais, que se terá uma diminuição da quantidade de adubo utilizado, tornando apenas necessárias as adubações de manutenção, uma vez que esses fertilizantes estimulam a proliferação de microrganismos, que realizam a mineralização dos nutrientes, disponibilizando para as plantas durante todo o seu ciclo (CASTANHEIRA; ALECRIM; BELUTTIVOLTOLINI, 2015).

Com base nesses estudos, conclui-se que o adubo organomineral oferece uma alternativa ao manejo tradicional da cultura da soja, oferecendo maior sustentabilidade, reestruturando e enriquecendo o solo pela proliferação de microrganismos. De acordo com Cruz (2017), entre 2000 e 2015, o uso de fertilizantes no país cresceu 87%, contribuindo, em parte, para o significativo aumento da produção de grãos, no país, no mesmo período, de 150%. Entretanto, a produção nacional de fertilizantes é historicamente inferior à demanda nacional e não apresentou crescimento similar ao da demanda. Sendo assim, são necessárias novas pesquisas que busquem criar maneiras de converter rejeitos industriais e urbanos em fertilizantes.

5 CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitem concluir que, a dose de +25% Organomineral (05 15 15) difere significativamente das demais e proporciona os melhores resultados em relação às variáveis respostas qualitativas (volume e comprimento de raiz; número de nódulos ativos e leitura SPAD) e quantitativas (número de vagens por planta; peso de mil grãos e rendimento).

REFERÊNCIAS

- Agritempo. **Sistema de monitoramento agroecológico**. 2024.
- ANDA, Associação Nacional Para Difusão de Adubos. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. ANDA, 2020.
- Benites, V. de M. *et al.* Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: FERTBIO, Guarapari. **Anais eletrônicos...** Guarapari, 2010.
- Cabral, F. L. *et al.*, Avaliação da fertilização mineral e organomineral na cultura da soja. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9. 2020.
- Carvalho, E. R. *et al.* Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 930-939, out-dez, 2011.
- Castanheira, T. D.; Alecrim, de O. A.; Beluttivoltolini, G. Organominerais: sustentabilidade e nutrição para o solo. **Revista Campo & Negócios Grãos**, Uberlândia, 2015.
- Costa, F. K. D. *et al.* Desempenho agrônomo da soja convencional cultivada com fertilizantes organomineral e mineral. **Nucleus**, v. 15, n. 2, 2018.
- Cruz, A. C. *et al.* Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. Indústria química | **BNDES Setorial**, v. 45, p. 137-187. 2017.
- Embrapa. Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação do solo**. Ed. 3, Brasília, DF. 2013.
- Floss, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 5. ed. Passo Fundo: UPF, 2011.
- Groff, E. C. *et al.* Características agronômicas associadas com índices de vegetação medidos por sensores ativos de dossel na cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 517-526, mar./abr. 2013.
- IPEA, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos resíduos orgânicos do setor agrossilvopastoril e agroindústrias associadas**. Brasil, 2012.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Pecuária de baixa emissão de carbono**. Brasília: Mapa, 2018.
- Mapa. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- Milani, G. L. *et al.* Nodulação e desenvolvimento de plantas oriundas de sementes de soja com altos teores de molibdênio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 2, p. 19-27, 2008.

Scherer, E. E.; Nesi, N. C.; Massotti, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. 1375 - 1383 p. 2010.

Ulsenheimer, A. M. *et al.* Formulação de Fertilizantes Organominerais e Ensaio de Produtividade. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 7, n. 2, p. 195-202, jul./dez. 2016.