

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

THIAGO RODRIGUES DE ARAÚJO

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA TURFA LÍQUIDA NA CULTURA DO MILHO EM
AMBIENTE PROTEGIDO

Monte Carmelo
2025

THIAGO RODRIGUES DE ARAÚJO

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA TURFA LÍQUIDA NA CULTURA DO MILHO EM
AMBIENTE PROTEGIDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Odair José Marques

Monte Carmelo
2025

THIAGO RODRIGUES DE ARAÚJO

EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DA TURFA LÍQUIDA NA CULTURA DO MILHO EM
AMBIENTE PROTEGIDO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como
requisito necessário para a obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Odair José Marques

Monte Carmelo, 29 de agosto de 2025

Banca Examinadora

Prof. Dr. Odair José Marques
Orientador

Profª. Dra. Cinara Xavier de Almeida
Membro da Banca

Prof. Dr. Eduardo Osório Senra
Membro da Banca

Monte Carmelo
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar e me dar forças para realizar esta jornada e concluir mais uma etapa importante em minha vida.

Dedico toda minha honra e dedicação a minha família. Meu pai Vilmar Martins de Araújo, que diariamente me incentivava a seguir meus estudos e com bons exemplos moldou a pessoa que hoje sou; minha mãe Jacqueline de Sousa Rodrigues Martins (*in memoriam*) que em vida sempre foi exemplo de dedicação, estudo e amor à família. Sua força, determinação e ensinamentos permanecem como inspiração constante em minha caminhada. Esta conquista é também fruto do que ela representou e continuará representando em minha vida; minha irmã Ana Julya de Souza Rodrigues, a qual tenho muito amor e sou grato por sua companhia.

Agradeço ao povo brasileiro e à Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, por proporcionar uma estrutura, a oportunidade de fazer boas amizades e momentos de aprendizados.

Com muita alegria, dedico este trabalho ao meu orientador Professor Odair José Marques, por ter paciência, dedicação, comprometimento para orientar-me durante minha graduação, além de um excelente profissional, se tornou um grande amigo, que levarei por toda minha vida.

Ao grupo NEPEFIT, o qual tive o prazer de acompanhar desde sua formação, onde cada integrante tornou-se uma grande amizade, transformando trabalho em equipe em momentos de aprendizado e lazer. Agradeço a todos que estão presentes, por proporcionarem a condução de vários experimentos, bons momentos e um companheirismo incomparável.

Agradeço a todos meus amigos e companheiros, que durante esta jornada, me ajudaram e apoiaram, em cada momento, em especial aos meus companheiros, Daniel Rodrigues Ávila, Ronan Martins de Melo Neto e Daniel Fernandes Cardoso, agradeço a troca de conhecimento. Agradeço a todos os professores, técnicos e servidores da universidade, que de forma indireta e direta contribuíram para a minha formação.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 JUSTIFICATIVA	9
3 OBJETIVOS	10
3.1 Objetivo geral	10
3.2 Objetivos específicos	10
4 REVISÃO DE LITERATURA	11
4.1. Turfa	11
4.2. Substâncias húmicas	11
4.3. Matéria orgânica no solo	12
4.4. Fertilizantes organominerais.....	13
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5.1. Área experimental.....	14
5.2. Semeadura e período de cultivo.....	14
5.3. Análise do solo	14
5.4. Cultivar de milho	15
5.5. Manejo e tratos culturais.....	15
5.6. Delineamento experimental.....	16
5.7. Avaliações	17
5.8. Análise dos dados	20
6 Resultados e discussão	21
6.1 Ensaio 1	21
6.2 Ensaio 2	27
7 Conclusões.....	33
REFERÊNCIAS	34

RESUMO

A turfa é um material orgânico que pode ser utilizado na agricultura como fertilizante organomineral. Por ser uma fonte rica em substâncias húmicas proporciona melhoria no crescimento e desenvolvimento das plantas, afetando positivamente a produção das culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agrônômica e a viabilidade técnica do uso da turfa líquida na cultura do milho em ambiente protegido. O ensaio foi desenvolvido em casa de vegetação no Campo Demonstrativo e Experimental – CADEX, no Campus Monte Carmelo da UFU. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $5 \times 2 + 4$ (cinco tratamentos com turfa líquida nas doses de 0; 3; 6; 12 e 24 L ha⁻¹; dois solos + quatro testemunhas adicionais, uma sem adubação e uma com um produto comercial), em quatro repetições. As doses foram aplicadas de forma fracionada nos estádios fenológicos V4, V6 e V8 da cultura do milho. Foram avaliadas as características de crescimento da parte aérea, os componentes de produção e a produtividade do milho. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Cochran e de Jarque-Bera para verificação da homocedasticidade das variâncias e normalidade dos erros, respectivamente. Uma vez atendidas às pressuposições básicas os dados foram submetidos à análise de variância e aos testes de Tukey e Dunnett para os tratamentos com turfa líquida e testemunhas adicionais e de regressão polinomial para os tratamentos de doses graduais da turfa líquida. Para os parâmetros vegetativos e reprodutivos, não foram identificadas diferenças entre as doses de turfa líquida, apenas entre os solos. O uso da turfa líquida apresentou desempenho estatisticamente equivalente ao das testemunhas positivas (que receberam o produto comercial) para a maioria das variáveis-resposta e em ambos os tipos de solo avaliados.

Palavras-Chave: *Zea mays* L., matéria orgânica, substâncias húmicas, produtividade, organomineral.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o uso de fertilizantes e estimulantes hormonais foliares vem ganhando espaço significativo, principalmente no mercado agrícola brasileiro, onde a utilização da matéria orgânica presente em resíduos agrícolas, industriais ou agroindustriais nos cultivos agrícolas ocorre de forma regulada, mas também de maneira informal, com uma parte considerável sem avaliação técnica ou material de estudo que forneçam informações seguras para sua aplicação nas lavouras (BETTIOL et al., 2023).

Com base nos estudos acerca desses materiais, é de total importância buscar a eficiência agronômica do produto, quantificando as doses necessárias para suprir a demanda das culturas, observando quaisquer benefícios que o produto possa agregar.

Assim, o uso de diversas fontes de matéria orgânica na agricultura é algo trivial desde os primórdios, mas vem ganhando mais notoriedade nas últimas décadas, devido aos altos preços dos fertilizantes químicos e a sua finitude, como é o caso do potássio e do fósforo. Além disso, usar resíduos orgânicos contribui para a sustentabilidade ambiental, com uma fonte mais limpa de poluentes, mitigando a poluição gerada por resíduos de fábricas ou de saneamento (RAMOS, et al. 2017).

As fontes de matéria orgânica são as mais diversas possíveis, como resíduos agrícolas deixados nas lavouras (resteva ou palhada) ou, até mesmo resíduos agrícolas processados na indústria, como o bagaço de cana-de-açúcar ou de laranja. Fato é, existem fontes naturais de matéria orgânica, como as turfeiras, que geram o material vegetal denominado de turfa.

A turfa é formada principalmente a partir de material vegetal em pântanos e brejos, é caracterizada pelo tipo do material de origem, condições de formação e grau de decomposição (MOORE, 1989). O processo de decomposição da turfa é lento, sendo necessário de um a cinco séculos para formar poucos centímetros (BOTERO, 2010). As turfeiras da região sudeste do Brasil, são principalmente compostas por materiais orgânicos de origem vegetal que crescem ou sedimentam até as partes mais baixas do terreno, onde se acumulam e passam por processos de decomposição bioquímica, formando as substâncias húmicas (SHs) de coloração escura com aspecto gelatinoso (BOTERO, 2010). A turfa passa a ser uma substância economicamente

interessante para uso na agricultura, quando a porcentagem de matéria orgânica se apresenta acima dos 40% (KIEHL, 1985).

As substâncias húmicas, compostas por ácidos húmicos (AH), fúlvicos (AF) e huminas (HUM), compõem parte da matéria orgânica da turfa. Pode-se dizer que as substâncias húmicas são parte do húmus, na fase mais quimicamente estável da matéria orgânica. Na formação do húmus, existe um processo que transforma as moléculas de menor massa molar em compostos com maior estabilidade química, devido a decomposição da matéria orgânica, realizada por meio da interação entre o material orgânico e os organismos do solo (BETTIOL et al., 2023).

As substâncias húmicas são responsáveis em manter o equilíbrio físico, químico e biológico do solo, dado que possuem boa retenção de água, favorecendo a solubilidade e a dispersão dos nutrientes para as plantas, assim a dispersão dos minerais contidos na rizosfera amplifica, tornando-os mais dispostos para as raízes, e a capacidade de troca catiônica (CTC) pelos coloides aumenta (CABRAL et al., 2016).

Conforme descrito por Bettiol et al. (2023), o efeito do carbono orgânico no solo e a estrutura do solo, influenciam diretamente a capacidade de reter água, quando este está na capacidade de campo, relaciona-se ao, conseqüentemente, redistribuindo os poros que proporcionam maior retenção de água. Além disso, a matéria orgânica é responsável pela propriedade de tamponar o solo, tornando-o menos susceptível a mudanças bruscas de pH.

Além de que os ácidos húmicos são responsáveis pela capacidade de disponibilizar o fósforo (P) do solo, principalmente nos solos mais intemperizados, devido à complexação dela com os óxidos de ferro (Fe), formando o humato, neutralizando as cargas no humato impede que o P se ligue aos óxidos Fe, ficando mais livre na solução do solo, viabilizando para as plantas (MENDES, 2022).

Assim, o condicionamento do solo com o uso derivados de turfa, como a turfa líquida pode auxiliar no aumento da (CTC), visto que, o principal método de aumento da fertilidade do solo em ambientes tropicais, se faz principalmente pelo aumento da MOS (BETTIOL et al., 2023). Pois, ao longo do tempo, proporcionam efeitos na estruturação do solo, na retenção de água e no crescimento de raízes e parte aérea das plantas, por estímulos hormonais e melhor aproveitamento dos nutrientes, efeitos observados na cultura do milho (CARON et al., 2015).

As SHs favorecem a planta de milho a se desenvolver nos seus estágios iniciais, auxiliando na inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal, que por sua vez, contribuem para

maior produtividade da cultura, aumentando o vigor das plântulas (NICCHIO, 2013; MELO et al., 2018). O uso de bioestimulantes à base de SHs favorece o metabolismo e mecanismos de crescimento das plantas, proporcionando o aumento na produção e no transporte de hormônios de crescimento, o qual acarreta o aumento de biomassa das plantas, incluindo o sistema radicular (OLIVEIRA, 2020).

Dessa forma, é necessário estudar os efeitos da turfa sobre as características de crescimento e desenvolvimento das culturas agrícolas, a fim de determinar se existe benefícios e qual seria sua eficiência em promover incrementos agronômicos.

2 JUSTIFICATIVA

O número limitado de trabalhos sobre os efeitos do uso da turfa ou derivados em culturas agrícolas, geram dificuldades na comercialização desses produtos e nas recomendações agronômicas, quanto no manejo adequado e sua utilização. Levando em consideração os benefícios que o produto agrega, aumentando a MOS e SHs, que promovem o aumento de matéria vegetativa da planta, assim como sua produtividade, entre outros benefícios. Tais fatos justificam estudos nesse sentido, sobretudo em relação ao seu uso em culturas de alto interesse econômico, como é o caso do milho.

A determinação de eventuais efeitos benéficos no crescimento e desenvolvimento das plantas de milho, as dosagens com maiores e melhores respostas econômicas e a determinação dos melhores momentos fenológicos para aplicação do produto são essenciais para a avaliação da eficiência agronômica e da viabilidade da turfa líquida.

A busca por fontes de fertilizantes naturais que possam substituir ou suplementar as adubações convencionais das culturas agrícolas é uma constante na agricultura mundial, visto que as fontes minerais são extrações finitas e limitadas, com alto valor agregado.

A turfa líquida utilizada é produzida a partir da turfa natural minerada em áreas geológicas de veredas, na região de Douradoquara e Patrocínio no estado de Minas Gerais. O produto constitui-se de um material orgânico natural, em geral, com alta capacidade de troca catiônica e rica em carbono orgânico (CO) e que necessita de validação agronômica, objeto desse estudo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência agronômica e a viabilidade técnica do uso da turfa líquida na cultura do milho em ambiente protegido.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos da turfa líquida sobre as características de crescimento da parte aérea das plantas de milho.

Avaliar os efeitos da turfa líquida sobre os componentes de produção e a produtividade da cultura do milho.

Determinar as doses máximas e econômicas de turfa líquida.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1. *Turfa*

A turfa é o material oriundo de turfeiras, que são classificados como organossolos, o que compreendem como horizonte de constituição H ou O, o qual se origina de materiais orgânicos que sedimentam e são transportados até as partes mais baixas de um terreno, geralmente esse ambiente se forma às margens de rios, que por ser sendo um ambiente aquoso ou subaquoso, dificultando a oxidação e a decomposição da MO (SANTOS et al., 2025).

A turfa se destaca por seu grande potencial econômico, representando um recurso com alta viabilidade, por possuir um baixo custo, pode ser utilizada como condicionador de solo, pois possui substâncias húmicas (ácidos húmicos e fúlvicos e huminas), além de alguns elementos minerais essenciais aos vegetais que estão ligados a ela, por conta da capacidade de adsorção aos metais e moléculas orgânicas; tal adsorção se dispõem em maior eficiência em turfas ativadas por minerais, principalmente o nitrogênio e potássio, que resultam na diminuição das partículas desses materiais, aumentando a superfície de contato (LIMA et al., 2017).

A matéria orgânica formada a partir de turfeiras em ambiente hidromórfico são compostos por materiais solúveis em água, por conta da sua polimerização limitada, produzindo principalmente ácidos húmicos e fúlvicos (DABIN, 1981). O uso da turfa trás melhorias ao condicionamento do solo, com benefícios à produtividade das culturas agrícolas, como o aumento na capacidade de retenção de água, formação de agregados que melhoram a densidade e estrutura do solo, melhoria da mineralização, reações do solo, fluxo de ar ou de gases (DENARDIN et al., 2012).

A turfa é um material com grande porcentagem de CO, o que por sua vez, contribui com a biota do solo, servindo de fonte de carbono para os microrganismos (OLIVEIRA et al., 2013).

4.2. *Substâncias húmicas*

As SHs constituem de uma série de compostos poliméricos de coloração escura, com alta heterogeneidade resultantes de uma decomposição vegetal e animal, dando origem a quinonas de

diferentes estruturas, se alterando conforme o material de origem. São fracionados quanto a solubilidade, sendo a fração húmica solúvel em meio alcalino e precipita quando acidificado, fração fúlvica, que permanece em solução quando acidificado e humina, que não se extrai por meios básicos nem ácidos (BOTERO, 2010)

A presença das SHs nos compostos, como é o caso das turfeiras, possuem alta CTC, estão ligadas diretamente ao funcionamento do metabolismo das plantas, alterando o crescimento, padrão de formação de órgão vegetais, indução do crescimento de raízes laterais, além de alterarem as estruturas físicas, químicas e biológicas do solo onde estão localizados (CANELLAS et al., 2005).

As SHs atuam na melhoria das características de agregação do solo, reduzindo a densidade, melhorando na retenção de água, reduzindo a perda de nutrientes, devido ao aumento do poder tampão do ambiente, o que possibilita maior CTC (SASAL et al., 2000). O uso das SHs no cultivo de grãos pode ser observados ganhos potenciais de produtividade na cultura do milho (CARON et al., 2015).

4.3. Matéria orgânica no solo

A MOS é composta por material orgânico de diferentes origens, mas principalmente de vegetais, micro e mesofauna. Quanto maior for sua variedade, maior será a diversidade da microbiota e mais complexo será a parte orgânica do solo, que estará em vários estágios de decomposição (CUNHA et al., 2015).

A dinâmica da MOS é controlada pela relação carbono e nitrogênio (C/N), sendo que a decomposição da MO pela microbiota aumenta a relação C/N, podendo comprometer a disponibilidade de N ao milho (GIACOMINI et al., 2003).

O teor de MOS é controlado pelos processos de crescimento de biomassa e atividade microbiana no solo, gerando um gradiente de MOS ao longo do perfil do solo, em grande parte, as camadas superiores são mais ativas. Assim, a proteção da superfície do solo é de suma importância para manutenção de conservação da sua parte biológica, como é o caso do uso da palhada no plantio direto, que mantém a temperatura e a estrutura do solo, evitando revolvê-lo com muita intensidade (LEITE, 2004).

Nos sistemas de plantio direto (SPD), o uso do cultivo mínimo maximiza os teores de CO no solo, visto que, o pouco revolvimento do solo traz consigo uma condição favorável para o

aumento da MO e melhor ambiente para a microbiota, pois mantem a superfície do solo protegida, com maior capacidade de segurar resíduos, consequentemente evita a remoção do CO (AMADO, 1997).

No sistema de plantio convencional o revolvimento do solo é realizado com frequência, trazendo uma fragmentação dos agregados do solo, causando oxidação da MOS (BEARE et al., 1994). Nas camadas mais superiores o uso do plantio direto pode agregar até 18% a mais de teor de CO, principalmente na sua forma humificada, quando comparamos com o sistema de plantio convencional (PINHEIRO et al., 2003).

4.4. Fertilizantes organominerais

Fertilizantes organominerais são originários de materiais orgânicos combinados com fertilizantes minerais (KIEHL, 1985). Os produtos de origem orgânica possuem capacidade de melhorar características do solo, de modo que alteram propriedade físicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas que estão ligadas aos ciclos que concatenam organismos do solo à planta (GOMEZ et al., 2006).

Organominerais colaboram com a produtividade das lavouras, pois apresentam boa relação com a MOS, aumentando a eficiência dos nutrientes que estão presentes no solo principalmente o P (BOUHIA et al., 2022).

O uso de fertilizantes organominerais vem avançando no Brasil, com a oferta no mercado de várias formulações diferentes. Algumas delas contendo SHs derivadas de Leonardita, porém esse material é importado para o Brasil, pois só existem em países de clima temperado. No Brasil, as SHs têm sido extraídas de turfeiras na região Central e constituem uma fonte importante dessas substâncias (OLIVEIRA, 2020).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Área experimental

Os ensaios foram desenvolvidos em ambiente protegido, dentro da casa de vegetação, no Campo Demonstrativo e Experimental – CADEX, no Campus Monte Carmelo da Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Localizada nas coordenadas geográficas 18°43'36.0" S 47°31'26.7" O, com altitude média de 900 m, na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais, no Bioma Cerrado.

5.2. Semeadura e período de cultivo

Foram realizados dois ensaios para este trabalho, conduzidos dentro de vasos com volume de 18 dm³. Utilizou-se de calcário dolomítico, com garantia mínima de 30 a 32% de CaO, 8 a 12% de MgO, 80 a 85% de PN e 75 a 80% de PRNT, conforme descrito no produto. A irrigação dos vasos era padronizada com uso de gotejadores de mesma vazão, aumentando a lâmina d'água conforme a demanda da cultura.

O ensaio 1 foi realizado entre 01/05/2023 e 30/10/2023, sendo a incubação do calcário nos solos em 02/05/2023, a semeadura realizada em 03/06/2023 e a colheita em 15/10/2023. Enquanto o ensaio 2 foi realizado entre 15/12/2023 e 30/06/2024, sendo a incubação do calcário nos solos em 15/12/2023; a semeadura em 02/02/2024 e colheita 04/06/2024.

5.3. Análise do solo

Antes da implantação dos ensaios foi realizada a análise química dos solos (Quadro 1). Utilizou-se de dois solos de diferentes características em cada ensaio, retirados da camada de 0 a 20 cm de profundidade

Quadro 1. Análise química dos solos utilizados em vasos nos dois ensaios

Ensaio 1 – Latossolo Vermelho Distroférrico – LVDF (camada 0 a 20 cm)										
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P Meh-1	K ⁺	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					
5,1	4,8	2,5	48	2,89	0,12	0,94	0,4	0,26	3,00	1,47
t	T	V	m	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
1,73	4,47	33	15	2,4	1,4	0,43	1,0	112,0	11,2	0,8
Ensaio 1 – Argissolo Acinzentado Distrófico – PACd (camada 0 a 20 cm)										
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P Meh-1	K ⁺	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					
4,9	4,5	3,9	111	3,16	0,28	1,29	0,3	0,59	3,20	1,87
t	T	V	m	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
2,45	5,07	37	24	2,2	1,3	0,12	1,1	307,0	19,0	0,7
Ensaio 2 – Latossolo Vermelho Distroférrico – LVDF (camada 0 a 20 cm)										
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P Meh-1	K ⁺	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					
5,5	4,6	0,6	36	3,90	0,09	0,80	0,30	0,13	3,40	1,16
t	T	V	m	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
1,29	4,56	26	10	2,6	1,5	0,06	0,9	61,0	8,2	0,5
Ensaio 2 – Cambissolo Háplico Distrófico- CXd (camada 0 a 20 cm)										
pH H ₂ O	pH CaCl ₂	P Meh-1	K ⁺	S-SO ₄ ⁻²	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB
		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³					
4,9	4,1	2,0	73	2,22	0,19	0,29	0,2	0,70	2,90	0,71
t	T	V	m	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn
cmol _c dm ⁻³		%		dag kg ⁻¹		mg dm ⁻³				
1,41	3,61	20	50	2,8	1,6	0,06	0,3	263,0	7,0	1,3

Fonte: Labras Análises Ambientais e Agrícola.

5.4. Cultivar de milho

A cultivar escolhida foi o híbrido de milho de dupla aptidão da Santa Helena Sementes (SHS 7990 POR3), material híbrido de dupla aptidão, com finalidade para grãos e silagem da planta inteira, com ciclo precoce e tecnologia PRO3, a qual oferece proteção contra lagartas e tolerância ao herbicida Glifosato (Santa Helena Sementes, 2024).

5.5. Manejo e tratos culturais

Utilizou-se o manejo e tratos culturais padrão da região, conforme recomendações da Embrapa (EMBRAPA, 2015).

A aplicação da turfa líquida foi realizada em três momentos na cultura do milho, sendo elas, no estádio de V4, V6 e V8 via foliar. Para a aplicação do produto foi adotado o volume de calda de 30 mL, onde a dosagem do produto foi transformada para μL , com base no volume/volume. Com o uso de um pulverizador manual aplicou-se sobre as plantas em cada vaso (parcela) o produto com suas diferentes dosagens, conforme os tratamentos descritos na Tabela 1.

Os tratamentos que receberam a adubação foram supridos com adubação de base, adicionada ao solo antes da montagem dos experimentos nos vasos. A adubação foi calculada conforme descrito por Novais et al. (1991) e adaptado por Marques et al. (2021). Durante as fases de maior demanda da cultura as adubações em cobertura foram realizadas, conforme a demanda.

Tabela 1. Adubação mineral padronizada por vaso em função da massa de solo

Nutriente	Quantidade (mg kg^{-1})*	Fonte
Adubação de base		
N	90,44	Fosfato monoamônio (MAP)
	9,56	Sulfato de amônio $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$
P	200	Fosfato monoamônio (MAP)
	100	Superfosfato simples $(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$
K	60	Cloreto de potássio (KCl)
Ca		Calcário dolomítico**
Mg		Calcário dolomítico**
S	49,06	Sulfato de magnésio $((\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$
	10,94	Sulfato de amônio $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ do N
B	0,5	Ácido bórico (H_3BO_3)
Cu	1,5	Sulfato de cobre $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ ***
Mn	3,0	Sulfato de Manganês $(\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O})$ ***
Mo	0,15	Molibdato $((\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O})$
Zn	4,0	Sulfato de zinco $(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ ***
Adubação de cobertura		
N aplicação em V4	105	Ureia $(\text{CH}_4\text{N}_2\text{O})$ 46% N
N aplicação em V6	105	Ureia $(\text{CH}_4\text{N}_2\text{O})$ 46% N
K aplicação em V4	70	Cloreto de potássio (KCl)
K aplicação em V6	70	Cloreto de potássio (KCl)

Recomendações de Novais et al. (1991) e adaptado por Marques et al. (2021).

*quantidade do nutriente para cada kg de solo.

**1.250 e 1.333 mg de calcário dolomítico por kg de solo 1 (LVd) e solo 2 (PACd), respectivamente.

5.6. Delineamento experimental

Cada ensaio foi composto por 14 tratamentos combinados em delineamento inteiramente casualizados, em esquema fatorial $5 \times 2 + 4$, sendo eles, cinco doses de turfa líquida (0, 50%, 100%, 150% e 200%) e as duas classes de solo, com quatro repetições, mais quatro testemunhas

adicionais, sendo uma testemunha absoluta (sem adubação e sem turfa líquida) e a outra positiva (com um produto comercial), para cada um dos solos, como descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos objeto do trabalho*

Tratamentos	Solo**	Turfa (%) ***	Dose turfa líquida por vaso (L ha ⁻¹)	Nutrientes minerais****
1 (testemunha 1)	1	0%	0,0	100%
2	1	50%	3,0	100%
3	1	100%	6,0	100%
4	1	150%	9,0	100%
5	1	200%	12,0	100%
6 (testemunha absoluta 1)	1	0%	0,0	0%
7 (testemunha positiva 1)	1	100%	6,0	100%
8 (testemunha 2)	2	0%	0	100%
9	2	50%	3,0	100%
10	2	100%	6,0	100%
11	2	150%	9,0	100%
12	2	200%	12,0	100%
13 (testemunha absoluta 2)	2	0%	0,0	0%
14 (testemunha positiva 2)	2	100%	6,0	100%

*Ensaio fatorial: 5 doses de turfa líquida x 2 solos + 4 testemunhas adicionais.

**No ensaio 1: solo 1 - Latossolo Vermelho Distroférico – LVDf e solo 2 - Argissolo Acinzentado Distrófico – PACd. No ensaio 2: solo 1 – LVDf e solo 2: Cambissolo Háplico Distrófico- CXd.

***Referência: No ensaio 1 - Turfa líquida 100% = 5,0 L/ha. No ensaio 2 - Turfa líquida 100% = 6,0 L/ha.

****Adubação mineral em vaso preconizada por Novais et al., (1991).

5.7. Avaliações

5.7.1. Duração dos estágios fenológicos da cultura

Foi considerada a escala fenológica de Hitchie, Hanway e Benson (1993), com anotação das datas de ocorrência.

5.7.2 Altura final da planta

Foi mensurada a distância entre a superfície do solo e a base do pendão no estádio R1, com auxílio de uma régua graduada, em centímetros, em cinco plantas por parcela.

5.7.3 Altura de inserção da primeira espiga

Foi mensurada a distância entre a superfície do solo e a base da espiga mais elevada no estádio R1, com auxílio de uma régua graduada, em centímetros, em cinco plantas por parcela.

5.7.4 Diâmetro de colmo

Foi obtida pela aferição do diâmetro do colmo, próximo ao solo, acima do quinto nó, com o auxílio de um paquímetro, no estádio R1.

5.7.5 Número de folhas expandidas

Foi obtida pela contagem simples do número total de folhas expandidas, incluindo as folhas senescentes, mesmo não estando fixas à planta, que serão contadas no estádio V8 e marcadas em cinco plantas por parcela.

5.7.6 Número de espigas por plantas

Foi obtida pela contagem simples do número total de espigas formadas nas duas plantas por parcela, no estádio R6.

5.7.7 Comprimento de espigas

Foi mensurado o comprimento das espigas presentes na planta, com auxílio de uma régua graduada, em centímetros.

5.7.8 Diâmetro de espigas

Foi mensurado o diâmetro de cada uma das espigas, com o auxílio de um paquímetro, graduado em milímetros.

5.7.9 Número de fileiras de grãos

Foi obtida pela contagem simples do número de fileiras de grãos de cada espiga.

5.7.10 Número de grãos por fileira

Foi obtida pela contagem simples de grãos presentes em uma fileira aleatória em cada espiga.

5.7.11 Número de grãos por planta

Foi obtida pela contagem simples dos grãos.

5.7.12 Massa de mil grãos (com 13% de umidade)

Foram obtidas uma amostra de com 100 grãos com auxílio de pranchetas de contagem, em seguida pesadas em balança de precisão. Após isso, as amostras foram secas em estufa com circulação de ar forçada em temperatura de 75 °C por 72 horas, a fim de obter a massa seca de grãos e determinar a umidade inicial. De posse dessas informações, a massa seca das amostras foram ajustadas para 13% de umidade (base úmida) e convertidas em massa de 1.000 grãos, obtida pela multiplicação de 10 vezes a massa de 100 grãos.

5.7.13 Massa da parte aérea

Após a debulha dos grãos, os sabugos e as brácteas foram retornados às amostras originais e a biomassa formada na parte aérea das plantas de cada vaso foi cortada em pequenos pedaços, colocada em saco de papel tipo Kraft e levada para secagem em estufa. Após a secagem foi obtida a massa seca da parte aérea pela pesagem simples.

5.7.14 Comprimento de raízes

Após o corte da parte aérea cada vaso foi esvaziado sobre uma peneira e o sistema radicular recuperado tendo seu comprimento medido com auxílio de régua graduada.

5.7.15 Volume de raízes

Após a medida de comprimento, cada amostra de raiz foi lavada suavemente com água e colocada para enxugar sobre lona plástica à sombra. Em seguida, cada amostra foi colocada dentro de uma proveta de 2.000 mL com volume conhecido de água limpa. O deslocamento do volume do líquido foi atribuído ao volume de raízes.

5.7.16 Massa de raízes

Após a medição do volume, as raízes foram colocadas para enxugar sobre lona à sombra e em seguida cada amostra será colocada em saco de papel tipo Kraft e levada para secagem em estufa, como descrito no item 5.8.13. Após a secagem foi obtida a massa seca de raízes pela pesagem simples.

5.7.17 Produtividade por planta

A produtividade por planta foi obtida pela pesagem dos grãos formados em cada planta, ajustada para 13% de umidade.

5.8. *Análise dos dados*

As médias dos dados foram submetidas aos testes de Cochran e de Jarque-Bera para verificação da homoscedasticidade das variâncias e normalidade dos erros, respectivamente. Uma vez atendidas às pressuposições básicas os dados foram submetidos à análise de variância e aos testes de Tukey e Dunnett para tratamentos com turfa líquida e testemunhas adicionais e de regressão polinomial para os tratamentos de doses graduais da turfa líquida.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Ensaio 1

Houve diferenças significativas à nível de 5% pelo teste F quanto ao tipo de solo utilizado para as variáveis respostas massa seca da raiz (MSR), comprimento da primeira espiga (CE1), número de grãos por fileira da primeira espiga (NGFE1) e produtividade por planta (PRODP) quanto ao fator de doses de turfa líquida, já para o fator dos diferentes tipos de solo as variáveis comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca da raiz (MSR), comprimento da segunda espiga (CE2), massa seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro de segunda espiga (DE2) apresentaram diferenças significativas (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de folhas expandidas (NFE), número de espigas por planta (NE), comprimento da primeira e segunda espiga (CE1/CE2), número de fileiras de grãos da primeira e segunda espiga (NFGE1/NFGE2), número de grãos por fileira da primeira e segunda espiga (NGFE1/NGFE2), número de grãos (NG), diâmetro da primeira e segunda espiga (DE1/DE2), massa de mil grãos (MMG), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e produtividade por planta (PRODP) do milho em função da turfa líquida em ambiente protegido no ensaio 1 em 2023

Fontes de variação	AP (cm)	AIE (cm)	NFE	NE ¹	CE1 (mm)	CE2 (mm)	NFGE1 ¹ (g)
Tratamentos	13254,65 *	6049,76 *	24,74 *	11,45444 *	78,47221 *	37,41334 *	37,41334 *
Fatorial	330,95 ns	153,10 ns	0,82 ns	2,55321 ns	3,39303 *	3,60687 ns	3,60687 ns
Fator A (doses)	362,21 ns	276,73 ns	0,81 ns	2,56761 ns	5,89822 *	2,11116 ns	2,11116 ns
Fator B (solo)	1123,60 ns	82,66 ns	0,51 ns	1,51232 ns	0,04225 ns	16,19256 *	16,19256 ns
A vs B	101,52 ns	47,08 ns	0,91 ns	2,79903 ns	1,72553 ns	1,95616 ns	1,95616 ns
Testemunhas	38066,18 *	16979,19 *	65,42 *	30,00952 *	189,39000 *	86,32521 *	86,32521 *
Testemunha absoluta	87,78 ns	0,00 ns	0,13 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns
Testemunha positiva	120,13 ns	200,00 ns	0,13 ns	0,10055 ns	6,48000 *	10,12500 ns	10,12500 ns
Testemunhas vs Fatorial	55133,38 *	26331,43 *	117,94 *	35,90025 *	421,43150 *	194,93600 *	194,93600 *
Resíduo	361,58	148,47	1,20	2,88969	1,57994	3,66004	3,66004
Média geral	6,89	6,89	6,89	3,64	10,26	6,89	6,89
DP	1,91312	1,91	1,91	1,69991	1,25696	1,91312	1,91312
CV (%)	27,75	27,75	27,75	46,74	12,25	27,75	27,75

Tabela 3. Continuação.

Fontes de variação	NFGE2 ¹ (g)	NGFE1	NGFE2	NG ¹ (g)	DE1 (mm)	DE2 ¹ (mm)	MMG (g)
Tratamentos	440,71154 *	423,37260 *	186,60199 *	59,50188 *	992,48402 *	15,38865 *	29013,34360 *
Fatorial	34,72222 ns	24,11458 ns	42,69514 ns	0,89743 ns	3,00644 ns	0,87996 ns	1534,81719 ns
Fator A (doses)	32,60938 ns	33,32813 *	22,25938 ns	1,06624 ns	0,64383 ns	0,33951 ns	670,41990 ns
Fator B (solo)	36,10000 ns	1,05625 ns	49,50625 ns	0,20249 ns	16,60232 ns	4,60135 *	354,53634 ns
A vs B	36,49063 ns	20,66562 ns	61,42812 ns	0,90237 ns	1,97009 ns	0,49006 ns	2694,28470 ns
Testemunhas	1192,35417 *	1106,02083 *	348,37500 *	142,01298 *	2452,07099 *	37,75505 *	73860,15623 *
Testemunha absoluta	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns	0,00000 ns
Testemunha positiva	242,00000 ns	40,50000 ns	21,12500 ns	0,08388 ns	12,62280 ns	0,63239 ns	253,83230 ns
Testemunhas vs Fatorial	1839,68750 *	1968,75000 *	996,44464 *	339,40858 *	5519,02125 *	78,86767 *	141779,64342 *
Resíduo	193,74405	11,77232	30,82887	0,58763	5,01216	0,59629	1497,97811
Média geral	6,89	23,69	14,67	9,05	6,89	6,89	197,17
DP	1,91312	3,43108	5,552375	0,76657	1,91312	1,91312	38,70372
CV (%)	27,75	14,48	37,85	8,47	27,75	27,75	19,63
Fontes de variação	MSPA ¹ (g)	CR (cm)	VR ¹ (cm ³)	MSR ¹ (g)	PRODP ¹ (g)		
Tratamentos	785,03846 *	1171,78571 *	0,35502 *	0,46147 *	5,07831 *		
Fatorial	451,62222 *	1260,98333 *	0,03008 *	0,05982 *	0,01187 *		
Fator A (doses)	243,33750 ns	148,63438 ns	0,01762 ns	0,02506 *	0,01462 *		
Fator B (solo)	2755,60000 *	10176,10000 *	0,15565 *	0,36322 *	0,00789 ns		
A vs B	83,91250 ns	144,55312 ns	0,01115 ns	0,01872 ns	0,01012 ns		
Testemunhas	1262,50000 *	1280,85417 *	0,80243 *	1,04533 *	12,60098 *		
Testemunha absoluta	2,00000 ns	2,53125 ns	0,24951 *	0,42505 *	0,00000 ns		
Testemunha positiva	760,50000 *	57,78125 ns	0,01102 ns	0,02959 ns	0,00089 ns		
Testemunhas vs Fatorial	2353,40000 *	41,80179 ns	1,93728 *	2,32475 *	28,10829 *		
Resíduo	105,34524	75,81250	0,01392	0,00926	0,00507		
Média geral	6,89	58,55	2,90	2,12	2,68		
DP	1,91312	8,70704	0,11799	0,09623	2,68		
CV (%)	27,75	14,87	4,07	4,54	2,68		

* significativo e ns não significativo, em nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F.

¹Anova com dados transformados. Fonte: O autor.

As médias obtidas nas variáveis respostas estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Médias das variáveis altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de folhas expandidas (NFE), número de espigas por planta (NE), comprimento da primeira e segunda espiga (CE1/CE2), número de fileiras de grãos da primeira e segunda espiga (NFGE1/NFGE2), número de grãos por fileira da primeira e segunda espiga (NGFE1/NGFE2), número de grãos (NG), diâmetro da primeira e segunda espiga (DE1/DE2), massa de mil grãos (MMG), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e produtividade por planta (PRODP) do milho em função da turfa líquida em ambiente protegido no ensaio 1 em 2023

Fator A	AP (cm)				AIE (cm)				NFE				NE ¹			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	187,38	*	189,38	*	109,00	*	106,50	*	20,88	*	20,88	*	1,88	*	1,75	*
2,5	188,13	*	175,50	*	104,38	*	98,13	*	21,13	*	21,38	*	1,75	*	1,88	*
5,0	177,63	*	164,00	*	94,25	*	99,63	*	21,38	*	20,00	*	1,75	*	1,50	
10,0	192,50	*	179,25	*	115,25	*	109,13	*	21,63	*	21,38	*	1,75	*	1,88	*
20,0	188,63	*	173,13	*	105,88	*	101,00	*	21,00	*	21,25	*	1,88	*	1,63	*
Média	186,85	a	176,25	a	105,75	a	102,88	a	21,20	a	20,98	a	1,80	a	1,73	a
Test_abs	24,38	Ba	31,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	14,25	Ba	14,50	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba
Test_pos	200,38	Aa	192,63	Aa	117,63	Aa	107,63	Aa	21,25	Aa	21,50	Aa	1,75	Aa	1,88	Aa
Fator A	CE1				CE2				NFGE1 ¹				NFGE2 ¹			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	11,29	*	11,79	*	7,94	*	7,48	*	16,00	*	16,25	*	12,25		11,00	
2,5	11,45	*	11,69	*	8,20	*	6,78	*	15,00	*	16,00	*	12,75		12,50	*
5,0	13,21	*	12,43	*	9,71	*	7,78	*	16,75	*	15,75	*	13,50	*	13,25	*
10,0	13,46	*	12,54	*	9,65	*	7,20	*	18,00	*	16,25	*	13,25		12,50	
20,0	10,41	*	11,71	*	8,05	*	7,96	*	16,50	*	16,25	*	13,75	*	12,75	
Média	11,97	a	12,03	a	8,71	a	7,44	b	16,45	a	16,10	a	13,10	a	12,40	a
Test_abs	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba
Test_pos	12,75	Aa	10,95	Ab	6,76	Aa	9,01	Aa	16,50	Aa	16,50	Aa	10,00	ABa	14,00	Aa

Tabela 4. Continuação

Fator A	NGFE1				NGFE2				NG ¹				DE1 (mm)			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	26,50	*	27,13	*	17,63	*	16,50	*	552,13	*	567,50	*	43,17	*	43,37	*
2,5	24,38	*	26,63	*	15,63	*	15,00	*	503,25	*	499,63	*	44,21	*	43,34	*
5,0	31,38	*	28,38	*	21,38	*	17,75	*	687,75	*	505,88	*	44,20	*	41,84	*
10,0	31,50	*	27,13	*	23,63	*	13,13	*	681,63	*	567,50	*	44,20	*	42,61	*
20,0	24,25	*	27,13	*	14,00	*	18,75	*	484,75	*	583,50	*	44,45	*	42,62	*
Média	27,60	a	27,28	a	18,45	a	16,23	a	581,90	a	544,80	a	44,04	a	42,75	a
Test_abs	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba
Test_pos	30,88	Aa	26,38	Aa	14,38	Aa	17,63	Aa	521,75	Aa	542,25	Aa	44,10	Aa	41,59	Aa

Fator A	DE2 ¹ (mm)				MMG (g)				MSPA ¹ (g)				CR (cm)			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	35,31	*	32,89	*	216,68	*	233,14	*	174,97	*	168,05	*	49,38		72,63	
2,5	37,77	*	28,53	*	256,79	*	226,71	*	166,18	*	146,05		37,63		72,50	
5,0	40,38	*	33,60	*	220,60	*	240,47	*	185,03	*	142,83		42,63		65,13	
10,0	37,30	*	33,79	*	205,32	*	228,22	*	152,60	*	133,09		42,38		83,13	
20,0	37,39	*	33,76	*	260,46	*	201,55	*	173,58	*	151,42	*	43,75		81,88	
Média	37,63	a	32,51	b	231,97	a	226,02	a	170,47	a	148,29	b	43,15	b	75,05	A
Test_abs	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	19,18	Ca	32,98	Ca	42,38	Ba	41,25	Ba
Test_pos	33,77	Aa	37,45	Aa	240,86	Aa	229,59	Aa	179,47	Aa	143,52	Bb	69,88	Aa	75,25	Aa

Fator A	VR ¹ (cm ³)				MSR ¹ (g)				PRODP ¹ (g)			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	136,88	*	93,38	*	70,38	*	36,23	*	115,94	*	125,04	*
2,5	136,88	*	80,63	*	79,71	*	31,50	*	119,25	*	109,58	*
5,0	169,38	*	97,63	*	91,79	*	31,58	*	151,48	*+	121,70	*
10,0	93,75	*	90,00	*	39,86	*	32,65	*	136,54	*	125,80	*
20,0	100,00	*	89,63	*	40,49	*	30,27	*	124,93	*	115,65	*
Média	127,38	a	90,25	b	64,45	a	32,45	b	129,63	a	119,55	a
Test_abs	27,50	Ba	14,00	Cb	8,39	Ba	3,29	Ca	0,00	Ba	0,00	Ba
Test_pos	100,25	Aa	82,50	Aa	44,98	Aa	30,43	Ab	117,89	Aa	123,81	Aa

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si para cada tratamento entre os solos, incluindo as testemunhas adicionais, em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si nos tratamentos testemunhas adicionais em ambos os solos, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos testemunha absoluta e testemunha positiva, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

¹Testes de médias com dados transformados, apresentação com dados reais.

As variáveis CE2, DE2, MSPA, CR e VR obtiveram diferença pelo teste F quanto ao fator solo, se destacando o solo 1 (Latossolo Vermelho Distroférico) em relação ao solo 2 (Argissolo Acinzentado Distrofício), expresso pela comparação entre as médias obtidas (Tabela 4). Os solos argilosos possuem maior retenção hídrica e por conta de sua granulometria, permite-o ter maior superfície de contato, tendo maior CTC e retenção de MO, mas o Argissolo que possui menor teor de intemperismo, acaba tendo argila de menor área superficial específica, reduzindo este potencial (FALLEIRO et al., 2003).

As variáveis que expressaram diferença expressiva quanto a dose de turfa líquida, foram, CE1, NGFE1 e PRODP, porém ao se fazer o desdobramento dos dados, resultamos em diferenças entre o fator A em relação às testemunhas, não exaltando significância entre as diferentes doses (Tabela 4).

A turfa líquida é composta principalmente por SHs, as quais são compostos derivados de ceras, poliésteres, proteínas e carboidratos (PICCOLLO, 2018). Além de serem consideradas supra macromoléculas com alto grau de heterogeneidade, com aspecto hidrofílico-hidrofóbico (PICCOLLO, 2001); nas SHs os ácidos fúlvicos são os que possuem menor conteúdo de carbono e massa molar, sendo de 500 a 1.500 Da, já os ácidos húmicos são mais condensados, apresentando de 1.000 a 100.000 Da (BETTIOL et al., 2023).

Tal afirmação pode justificar os resultados pouco divergentes deste trabalho, visto que a cutícula das plantas em geral pode absorver moléculas pequenas (<500 Da) e os compostos maiores que 1.000 Da são absorvidos pelos estômatos, visto que além disto, compostos polares hidrofílicos não possuem estudos totalmente elucidados (FERNÁNDEZ et al., 2015).

A variável MSR apresentou significância nos dois fatores, mas de forma isolada, visto que ambos os fatores não se interagem, demonstrando o mesmo comportamento visto anteriormente nas demais variáveis desdobradas, onde as doses se diferenciam somente das testemunhas e o solo 1 se destaca em relação ao solo 2 (Tabela 4).

Aos fatores da parte radicular da planta e suas interações com o solo, esperávamos uma diferença potencialmente melhor, o que não ocorreu, levando em consideração que as SHs, quando presentes no solo, possuem capacidade de modificar a arquitetura radicular e

promover o crescimento de novas raízes e promover maior crescimento das plantas (ROSE et al., 2014). Possivelmente explicado pela metodologia utilizada, a qual foi-se aplicado via foliar e não diretamente ao solo.

6.2 Ensaio 2

Quanto a análise dos dados do milho cultivado no ano de 2024, verificou-se diferenças significativas nas variáveis respostas altura de planta (AP), altura de inserção de primeira espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de raiz (CR), comprimento da primeira espiga (CE1), volume de raiz (VR), comprimento de segunda espiga (CE2), diâmetro de segunda espiga (DE2), número de fileiras de grãos da segunda espiga (NFGE2), número de grãos por fileira da primeira espiga (NGFE1), número de grãos por fileira da segunda espiga (NGFE2), número de grãos (NG) e produtividade por planta (PRODP) ao nível de 5% de probabilidade para o teste F em função dos tipos diferentes de solos (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de folhas expandidas (NFE), número de espigas por planta (NE), diâmetro de colmo (DC), comprimento da primeira e segunda espiga (CE1/CE2), número de fileiras de grãos da primeira e segunda espiga (NFGE1/NFGE2), número de grãos por fileira da primeira e segunda espiga (NGFE1/NGFE2), número de grãos (NG), diâmetro da primeira e segunda espiga (DE1/DE2), massa de mil grãos (MMG), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e produtividade por planta (PRODP) do milho em função da turfa líquida em ambiente protegido no ensaio 2 em 2024

Fontes de variação	AP ¹ (cm)	AIE (cm)	NFE ¹	NE ¹	DC (mm)	CE1 (mm)	CE2 ¹ (mm)
Tratamentos	788,51923 *	2128,13874 *	606,11538 *	481,99038 *	206,73409 *	110,63874 *	71718,11412 *
Fatorial	446,01458 *	365,96944 ns	148,76667 ns	108,37847 *	8,18719 ns	11,15000 *	53560,64200 *
Fator A (doses)	105,71250 ns	158,83750 ns	199,91250 ns	75,03125 ns	3,77972 ns	10,65000 ns	8208,12765 ns
Fator B (solo)	2967,00625 *	2512,22500 *	22,50000 ns	135,05625 ns	30,41536 *	42,02500 *	384389,74644 *
A vs B	156,06875 ns	36,53750 ns	129,18750 ns	135,05625 *	7,03762 ns	3,93125 ns	16205,88025 ns
Testemunhas	1850,43229 *	4701,16667 *	2024,77083 *	1039,97396 *	523,85717 *	283,79167 *	112917,30174 *
Testemunha absoluta	12,50000 ns	66,12500 ns	1,12500 ns	6,12500 ns	0,84500 ns	5,28125 ns	0,00000 ns
Testemunha positiva	81,28125 ns	231,12500 ns	28,12500 ns	75,03125 ns	47,97101 *	19,53125 *	127021,52184 *
Testemunhas vs Fatorial	685,32188 *	10268,57857 *	466,28750 ns	2170,54688 *	1042,28700 *	486,57857 *	111537,80028 *
Resíduo	104,04167	176,70833	141,20238	50,89583	5,65850	4,52976	9085,96281
Média geral	28,50	56,16	28,50	28,50	20,51	6,89	185,60
DP	10,20008	13,29317	11,88286081	7,13413	2,378760	1,91312	95,32032
CV (%)	35,79	23,67	41,69	25,03	11,60	27,75	51,36

Tabela 5. Continuação

Fontes de variação	NFGE1 ¹	NFGE2	NGFE1	NGFE2	NG	DE1 (mm)	DE2 (mm)
Tratamentos	598,88187 *	72,567308 *	459,52747 *	225,21978 *	176788,41209 *	827,35353 *	745,94161 *
Fatorial	230,40000 ns	47,802778 *	66,17778 ns	164,40000 ns	55680,60000 ns	60,06610 ns	390,26812 *
Fator A (doses)	252,13438 ns	13,400000 ns	71,96250 ns	41,83750 ns	25841,60000 ns	74,53184 ns	86,11467 ns
Fator B (solo)	476,10000 ns	308,025000 *	202,50000 *	1144,90000 *	365574,40000 *	111,00003 ns	2274,96889 *
A vs B	147,24063 ns	17,150000 ns	26,31250 ns	41,83750 ns	8046,15000 ns	32,86688 ns	223,24638 ns
Testemunhas	893,35417 *	86,000000 *	1048,75000 *	304,00000 *	404552,16667 *	2079,92077 *	874,01628 *
Testemunha absoluta	2,00000 ns	0,000000 ns	0,12500 ns	0,00000 ns	0,12500 ns	71,94001 ns	0,00000 ns
Testemunha positiva	0,00000 ns	2,000000 ns	10,12500 ns	128,00000 ns	2556,12500 ns	78,75125 ns	318,52880 ns
Testemunhas vs Fatorial	3031,80179 *	255,150000 *	2232,00714 *	536,25714 *	583467,45714 *	3975,23862 *	3562,77902 *
Resíduo	133,76786	15,517857	36,70238	78,60714	30769,22619	46,05187	114,10542
Média geral	29,07	7,38	24,11	11,89	436,64	35,83	197,17
DP	11,56581	3,93927	6,05825	8,86607	175,411591	6,78615	38,70372
CV (%)	39,78	53,41	25,13	74,55	40,17	18,94	19,63
Fontes de variação	MMG ¹ (g)	MSPA ¹ (g)	CR (cm)	VR ¹ (cm3)	MSR ¹ (g)	PRODP (g)	
Tratamentos	545,61538 *	93,31631 *	2572,13874 *	97,85074 *	4,12435 *	4812,28209 *	
Fatorial	198,56667 ns	10,25822 *	947,90000 *	12,93370 ns	0,12653 ns	1366,33423 ns	
Fator A (doses)	291,21250 ns	11,95372 *	403,77500 ns	5,38331 ns	0,06465 ns	1303,33747 ns	
Fator B (solo)	504,10000 ns	16,82336 ns	6553,60000 *	71,12365 *	0,20699 ns	6581,40206 *	
A vs B	29,53750 ns	6,92143 ns	90,60000 ns	5,93659 ns	0,16830 ns	125,56403 ns	
Testemunhas	885,58333 *	201,23707 *	4778,72917 *	231,70442 *	11,17198 *	10679,22260 *	
Testemunha absoluta	4,50000 ns	3,10593 ns	153,12500 ns	0,03727 ns	0,24299 ns	0,00195 ns	
Testemunha positiva	0,00000 ns	0,56270 ns	200,00000 ns	0,00274 ns	0,00838 ns	144,33553 ns	
Testemunhas vs Fatorial	2649,1500 *	517,07680 *	10570,51607 *	460,54305 *	18,96181 *	18224,99124 *	
Resíduo	178,78571	4,28534	242,54167	6,69313	0,17865	695,12112	
Média geral	28,50	12,84	61,91	12,54	2,92	73,19	
DP	13,371078	2,07011	15,57375	2,58711	0,42267	26,365150	
CV (%)	46,92	16,12	25,16	20,62	14,47	36,02	

* significativo e ^{ns} não significativo, em nível de 5 % de probabilidade de erro pelo teste F.

¹Anova com dados transformados. Fonte: O autor.

As médias obtidas nas variáveis respostas estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Médias das variáveis altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), número de folhas expandidas (NFE), número de espigas por planta (NE), diâmetro de colmo (DC), comprimento da primeira e segunda espiga (CE1/CE2), número de fileiras de grãos da primeira e segunda espiga (NFGE1/NFGE2), número de grãos por fileira da primeira e segunda espiga (NGFE1/NGFE2), número de grãos (NG), diâmetro da primeira e segunda espiga (DE1/DE2), massa de mil grãos (MMG), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de raiz (MSR) e produtividade por planta (PRODP) do milho em função da turfa líquida em ambiente protegido no ensaio 2 em 2024.

Fator A	AP (cm)				AIE (cm)				NFE				NE			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	221,00	*	183,25		80,50	*	63,75	*	21,50		21,50		2,00	a*	1,50	b*
3,0	210,00	*	169,25		69,25	*	58,00	*	20,75		21,00		2,00	a*	1,50	b*
6,0	193,50	*	184,00		69,00	*	55,75	*	20,50		20,50		2,00	a*	2,00	a*
12,0	205,00	*	194,25	*	72,75	*	57,25	*	20,75		21,00		1,75	a*	2,00	a*
24,0	207,00	*	186,00		71,75	*	49,25	*	21,25		20,25		2,00	a*	2,00	a*
Média	207,30	a	183,35	b	72,65	a	56,80	b	20,95	a	20,85	a	1,95		1,80	
Test_abs	37,00	Ba	13,25	Ba	8,25	Ba	2,50	Ba	13,50	Ba	9,25	Ba	0,25	Ba	0,00	Ba
Test_pos	212,50	Aa	211,25	Aa	69,50	Aa	58,75	Aa	21,75	Aa	22,00	Aa	2,00	Aa	1,75	Aa
Fator A	DC (mm)				CE1 (mm)				CE2 (mm)				NFGE1			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	24,26	*	23,76	*	16,88	*	12,63	*	13,50	*	3,88		14,00	*	13,00	*
3,0	22,62	*	25,21	*	13,88	*	13,50	*	12,00	*	5,13		13,00	*	12,00	
6,0	22,12	*	23,89	*	14,75	*	12,63	*	11,88	*	9,68		13,00	*	9,50	
12,0	22,23	*	22,73	*	17,38	*	15,50	*	9,13	*	7,00		13,00	*	13,50	*
24,0	20,61	*	24,96	*	14,88	*	13,25	*	11,67	*	8,63		13,50	*	12,50	*
Média	22,37	b	24,11	a	15,55	a	13,50	b	11,63	a	6,86	b	13,30	a	12,10	b
Test_abs	4,26	Ca	3,61	Ca	1,63	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,25	Ba	0,00	Ba
Test_pos	21,00	Bb	25,89	Aa	16,75	Aa	13,63	Ab	12,75	Aa	6,25	Ab	12,50	Aa	12,50	Aa
Fator A	NFGE2				NGFE1				NGFE2				NG			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	13,00	*	5,00		27,75	*	26,75	*	15,50		6,75		506,50	*	413,25	*
2,5	11,00	*	2,50		27,00	*	23,75	*	20,50	*	4,50		530,00	*	352,75	
5,0	12,00	*	6,50		28,00	*	26,25	*	22,50	*	7,75		616,75	*	356,00	*
10,0	9,00	*	7,75		38,00	*	28,50	*	18,00	*	9,00		675,50	*	480,00	*
20,0	12,50	*	8,00	*	31,00	*	24,00	*	19,50	*	14,50		655,25	*	426,00	*
Média	11,50	a	5,95	b	30,35	a	25,85	b	19,20	a	8,50	b	596,80	a	405,60	b
Test_abs	0,00	Ba	0,00	Ba	0,25	Ba	0,00	Ba	0,00	Aa	0,00	Aa	0,25	Ba	0,00	Ba
Test_pos	7,50	ABa	8,50	Aa	29,25	Aa	27,00	Aa	18,00	Aa	10,00	Aa	568,25	Aa	532,50	Aa

Tabela 6. Continuação.

Fator A	DE1 (mm)				DE2 (mm)				MMG (g)				MSPA (g)			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	47,46	*	39,53	*	41,72	*	14,61		182,48	*	175,61	*	329,42	*	242,51	*
3,0	41,13	*	39,89	*	36,98	*	13,57		164,02		205,13	*	287,39	*	214,52	*
6,0	41,07	*	33,53	*	37,65	*	29,42	*	156,91		179,49	*	178,33	*	198,07	*
12,0	44,89	*	44,92	*	29,86	*	28,40	*	171,54	*	201,63	*	195,47	*	196,34	*
24,0	39,59	*	39,60	*	39,77	*	24,57	*	147,44		175,24		236,88	*	191,36	*
Média	42,82	a	39,49	a	37,20	a	22,11	b	164,48	b	187,42	a	245,50	a	208,56	a
Test_abs	6,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	0,00	Ba	31,20	Ba	0,00	Ba	8,72	Ba	2,57	Ba
Test_pos	45,15	Aa	38,88	Aa	30,31	Aa	17,69	ABa	168,53	Aa	165,88	Aa	212,58	Aa	194,47	Aa

Fator A	CR (cm)				VR (cm ³)				MSR (g)				PRODP			
	Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2		Solo 1		Solo 2	
0,0	75,00	*	47,25	*	160,00	*	85,00	*	78,63	*	41,46	*	91,28	*	60,28	*
3,0	88,00	*	72,75	*	127,50	*	123,25	*	70,78	*	64,28	*	86,07	*	61,25	*
6,0	86,25	*	54,75	*	165,00	*	103,75	*	86,92	*	66,60	*	99,16	*	63,08	*
12,0	79,00	*	56,25	*	110,00	*	85,00	*	62,11	*	48,18	*	114,12	*	96,88	*
24,0	88,75	*	58,00	*	178,75	*	101,25	*	51,86	*	78,88	*	96,48	*	77,35	*
Média	83,40	a	57,80	b	148,25	a	99,65	b	70,06	a	59,88	a	97,42	a	71,77	b
Test_abs	6,25	Ba	15,00	Ba	5,00	Ba	3,00	Ba	1,45	Ba	0,61	Ba	0,03	Ba	0,00	Ba
Test_pos	74,75	Aa	64,75	Aa	122,50	Aa	122,50	Aa	73,35	Aa	66,73	Aa	93,56	Aa	85,06	Aa

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na linha não diferem entre si para cada tratamento entre os solos, incluindo as testemunhas adicionais, em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si nos tratamentos testemunhas adicionais em ambos os solos, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Médias seguidas de * e + se diferem dos tratamentos testemunha absoluta e testemunha positiva, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

¹Teste com dados transformados, apresentação com dados reais.

As variáveis AP, AIE, DC, CR, VR, CE1, CE2, DE2, NFGE2, NGF1 e 2, NG e PRODP obtiveram diferenças quanto ao fator B (tipo de solo), desdobrados pela comparação das médias (Tabela 6). O solo 2 (Cambissolo) obteve resultados menos eficientes, quando comparado ao solo 1 (Latossolo). Os cambissolos apresentam baixo grau de intemperismo, o que dificulta a retenção hídrica em seus microporos (EMBRAPA, 2018), talvez isso possa justificar o desempenho hídrico inferior no Cambissolo em relação ao Latossolo.

Tratando os dados que foram significativos quanto às dosagens de turfa líquida, a variável MSPA foi a única a ser significativa ao teste F, de maneira isolada, não havendo interação com o fator B (solos). Embora tenha sido significativa, não se obtém uma regressão válida, como demonstrada na Tabela 6.

Nos estágios mais tardios da cultura, a o uso de SHs podem ser eficientes em aumentar o teor de açúcares, tamanho e peso de grãos (CANELLAS et al., 2015). Como dito por Piccolo (2001), o carbono disponível no solo na forma de SHs podem induzir a formar novos hormônios, que estimulam a planta a emitir novas raízes, promovendo maior crescimento da planta, o que pode contradizer a metodologia utilizada no trabalho, visto que a aplicação foi feita via foliar e não diretamente ao solo.

A variável NE, a priori não demonstrou resposta significativa quanto as doses de turfa líquida de maneira isolada, mas houve interação entre os dois fatores (A x B), e realizando seu desdobramento obtém-se diferenças entre dosagens quanto aos diferentes solos (Tabela 7), mesmo não obtendo uma regressão válida; observa-se melhor resposta do produto nas doses de 0,0 e 3,0 L ha⁻¹ quando aplicado nos tratamentos realizados sobre o solo 1 (LVd) em relação ao solo 2 (CXd).

Como descrito por Rose et al. (2014), as respostas do uso de substâncias húmicas em diversas culturas, podem acarretar diferentes respostas, tendo potencial de serem positivas, negativas ou nulas, visto que são muito oscilantes quanto ao tipo de solo, condições climáticas, composição elementar, ciclo da cultura, entre outros fatores.

7 CONCLUSÕES

Nas condições deste trabalho a maioria das variáveis respostas, quanto ao fator doses de turfa líquida, se diferenciaram das testemunhas absolutas, mas não foram identificadas diferenças significativas, quanto às testemunhas positivas, pelo teste de Dunnett ao nível de 5%. Notou-se que os fatoriais que apontaram diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste F na análise de variância, não obtiveram uma regressão polinomial coerente com as doses aplicadas.

Quanto ao solo utilizado, identifica-se uma maior eficiência do Latossolo Vermelho em relação aos outros tipos de solos utilizados, em ambos os ensaios e para maioria das variáveis, recorrente à disparidade de características dos solos. Não havendo interação entre as doses de turfa líquida e os solos utilizados.

REFERÊNCIAS

- AMADO, T. J. C. **Disponibilidade de nitrogênio para o milho em sistemas de cultura e preparo do solo**. 201p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997
- BEARE, M.H. et al. **Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional and no-tillage soils**. Soil Science Society of America Journal, v.58, p.777-786. 1994.
- BETTIOL, W. et al. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Brasília, 2023.
- BOTERO, W. G. **Substâncias húmicas: interações com nutrientes e contaminantes**. Araraquara-SP, 2010.
- BOUHIA, Y. et al. **Conversion of waste into organo-mineral fertilizers: current technological trends and prospects. Reviews in Environmental Science and Biotechnology**. Springer Science and Business Media B.V., 1 jun. 2022.
- CABRAL, V. O. et al. **Produção de fertilizantes organominerais a partir de substâncias húmicas**. Seminário PIBIC Embrapa Solos 2015/2016. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2016. (Embrapa Solos. Documentos, 188). p. 37-40. Disponível em : <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1063109>.
- CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. D. A. **Humosfera: Tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: Ed. do Autor, 2005. 309 p.
- CANELLAS, L. P. et al. **Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture**. Science Horticulturae, v. 96, p. 15-27, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>.
- CARON, V. C. et al. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Série Produtor Rural, v. 58, 2015.
- CUNHA, T. J. DA. Et al. **Materia Orgânica Do Solo**. v. Cap 9, p. 273–293, 2015.
- DABIN, B. **Les matières organiques dans les sols tropicaux normalement drainés**. *Cah. ORSTOM*, Ser. Pedol., 28:197-215, 1981.
- DENARDIN, J. E. et al. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, v. ISSN 1518-6512, 2012.

- EMBRAPA. **Cultivo do Milho**. 9º ed. Brasília DF: Filho, Israel Alexandre Pereira, 2015.
- EMBRAPA. **Solos: Cambissolos**. EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 301-309
- FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1097–1104, nov. 2003.
- FERNANDÉZ, V. et al. **Adubação foliar fundamentos científicos e técnicas de campo**. Abisolo. São Paulo, 2015.
- GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação c/n e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 325–334, mar. 2003.
- GOMEZ, E.; FERRERAS, L.; TORESANI, S. Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. **Bioresource Technology**, set. 2006. v. 97, n. 13, p. 1484–1489.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Informações Agronômicas, v. 30, p. 3–4, 1985.
- LAMIM, A. P. B. et al. **Caracterização Química E Física De Turfa Litorânea E Avaliação Da Adsorção Competitiva Por Cobre E Zinco**. Artigo Quim. Nova. Juiz de Fora-MG, 2001.
- LEITE, L. F. C. **Matéria Orgânica do Solo**. Teresina-PI, 2004. Disponível em: www.cpamn.embrapa.br.
- LIMA, J. Z. et al. **Estudo da viabilidade do uso de turfas in natura e ativada com o material adsorvente de Cd**. São Carlos-SP, 2017.
- MELO, R. O. DE et al. **Initial performance of maize in response to humic acids and plant growth-promoting bacteria**. Revista Ceres, v. 65, n. 3, p. 271–277, 1 maio 2018.
- MENDES, M. M. A. F. **A importância da aplicação dos Ácidos Húmicos na agricultura**. 2022.
- MOORE, P.D. The ecology of peat-forming processes: a review. **International Journal of Coal Geology**, 1989. v. 12, p. 89-103.
- NICCHIO, B. et al. **Ácido húmico e bioativador no tratamento de sementes de milho**. Journal of Agronomic Sciences. Uberlândia, 2013.
- OLIVEIRA, A. C. D. G. et al. **NMP de bactérias nitrificantes e desnitrificantes e sua relação com os parâmetros físico-químicos em lodo ativado para remoção biológica de nitrogênio de lixiviado de aterro sanitário**. 13 fev. 2013. Revista DAE, v. 61, n. 192, p. 60–69.

OLIVEIRA, N. T. DE. **Mecanismos de ação de um bioestimulante à base de substâncias húmicas sobre o desenvolvimento do milho.** São João del-Rei, 2020.

PICCOLO, A. **The supramolecular structure of humic substances.** *Soil Science*, 2001. v. 166, p. 810-832.

PICCOLO, A. et al. **The Molecular Composition of Humus Carbon: Recalcitrance and Reactivity in Soils.** In: GARCIA, C.; NANNIPIERI, P.; HERNANDEZ, T. (ed.). *The Future of Soil Carbon.* Elsevier [London]: 2018. p. 87-124.

PINHEIRO, E. F. M. et al. **Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 2010. v. 9, p. 53-56.

RAMOS, L. A. et al. **Effect of organo-mineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties.** *African Journal of Agricultural Research*, v. 12, n. 1, p. 20–27, 5 jan. 2017.

ROSE, M. T. et al. **A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture.** *Advances in Agronomy*, v. 124, p. 37-89, 2014. DOI: 10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4.

SANTOS, H.G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 6. ed., rev. e ampl., Brasília, DF: Embrapa, 2025. 393 p.

SASAL, C. et al. **Efecto de diferentes enmiendas sobre algunas propiedades edáficas en sistemas de produccion hortícola del centro norte de la region pampeana humeda.** Pergamito, p.95-104, 2000.