

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DANIEL JASMO GOMES DE SOUZA

**O USO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO**

UBERLÂNDIA
2021

DANIEL JASMO GOMES DE SOUZA

**O USO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia como parte das exigências à
obtenção do grau de Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo de
Camargo

UBERLÂNDIA

2021

DANIEL JASMO GOMES DE SOUZA

**O USO DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS PARA O
DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)
apresentado à Universidade Federal de
Uberlândia como parte das exigências à
obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia, 04 de Novembro de 2021

Banca Examinadora:

Profº Drº Reginaldo de Camargo. (Orientador)

Dr Miguel Henrique Rosa Franco. (Membro da banca)

Bianca Stefani Arantes Leite (Membro da banca)

Resumo

Atender a demanda por produtos agrícolas e reduzir os impactos ambientais requer modificações nos sistemas produtivos, destacando-se o desenvolvimento de fertilizantes que permitem a minimização de perdas e a maximização das compensações ambientais. Nesse cenário, os fertilizantes organominerais (FOMs) apresentam-se como alternativa promissora para o aumento da ecoeficiência dos sistemas agrícolas. O presente trabalho avaliou o efeito de diferentes fontes de matéria orgânica, utilizadas na elaboração de fertilizantes organominerais, em casa de vegetação, sobre as características morfofisiológicas no desenvolvimento inicial de plantas de milho, bem como os atributos químicos e biológicos do solo. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com oito tratamentos (F1 - Turfa solubilizada + Organomineral fosfatado com fonte de celulose; F2 - Turfa Normal + Organomineral fosfatado com fonte de celulose; F3 - MAP + Turfa solubilizada; F4 - MAP + Turfa Normal; F5 - Fertilizante Organomineral + Acadian; F6 - Fertilizante Organomineral + Bokashi; F7- Fertilizante Mineral Convencional; F8 - Fertilizante Polimerizado e testemunha) e quatro repetições. Verificou-se que os fertilizantes organominerais proporcionaram o mesmo desempenho morfofisiológico da parte aérea que o verificado para os fertilizantes minerais de referência, mas houve maior acúmulo de massa seca de raízes nos tratamentos com FOMs, exceto para o tratamento F3. Os fertilizantes organominerais apresentaram, para a maior parte dos atributos estudados, desempenho igual ou superior àqueles verificados para os fertilizantes minerais.

Palavras-chave: organomineral; matéria orgânica; turfa; sustentabilidade.

Abstract

Meet a demand for agricultural products and reducing environmental impacts requires changes in production systems, mainly with development of fertilizers that minimize losses and maximize environmental compensation. In this case organomineral fertilizers (OMFs) are a promising alternative for increasing the eco-efficiency of agricultural systems. This paper evaluated the effect of different sources of organic matter, used in the preparation of organomineral fertilizers, in a greenhouse, about the morphophysiological characteristics of millet plants development, and the chemical and biological attributes of the soil. The experimental design consisted of random blocks with eight treatments (F1 - Solubilized Peat + Phosphated Organomineral with Cellulose Source; F2 - Normal Peat + Phosphated Organomineral with Cellulose Source; F3 - MAP + Solubled Peat; F4 - MAP + Normal Peat; F5 - Organomineral Fertilizer + Acadian; F6 - Organomineral Fertilizer + Bokashi; F7 - Conventional Mineral Fertilizer; F8 - Polymerized Fertilizer and Control) in four repetitions. It was found that the organomineral fertilizers provided the same morphophysiological performance of the plant shoot as that verified for the reference mineral fertilizers, but there was a greater accumulation of dry mass of roots in the treatments with OMFs, except for the F3 treatment. For most of the studied attributes the organomineral fertilizers was performed equal or superior to those verified for the mineral fertilizer.

Keywords: organomineral fertilizer; organic matter; peat; sustainability.

Lista de Figuras

Figura1: Medição altura de planta 53 DAS.....	12
Figura 2: Medição diâmetro de colmo 53 DAS	12
Figura 3: Foto das raízes dos tratamentos comparadas lado a lado.	13
Figura 4: Estufa a 65°C, Campus Umuarama	13

Lista de Tabelas

Tabela 1: Caracterização química e física do solo após a correção da acidez..	10
Tabela 2: Identificação dos tratamentos e caracterização química dos fertilizantes.	11
Tabela 3: Médias dos valores de altura (cm) e espessura do colmo (mm), índice SPAD, área foliar (cm ²), massa seca de parte aérea (g) de plantas de <i>Zea mays</i> em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) cultivado com diferentes fontes de fertilizantes aos 35 e 53 dias após a semeadura (DAS).....	16
Tabela 4. Médias dos valores de massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR) e volume de raízes (VR) de plantas de <i>Zea mays</i> em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) cultivado com diferentes fontes de fertilizantes aos 53 dias após a semeadura (DAS)	17

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Matéria orgânica na cultura do milho	10
2.2 Fertilizantes organominerais	11
2.3 Turfa	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO	23

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) tem origem na América Central, mais precisamente no Golfo do México. Segundo Mary Poll (2007), esse possuía grande importância por ser uma das principais fontes de alimentação dos povos indígenas, sendo reverenciado na cultura e, também, na religião.

Com o passar do tempo, esse acabou se tornando uma das principais culturas agrícolas brasileiras, representando cerca de 40% de toda a safra de grãos do país. (WAQUIL, 2004). De acordo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o país deverá colher 105 milhões de toneladas do cereal em 2021, um crescimento de 2,9% em relação ao último ano.

Para atingir o máximo rendimento das variedades e atender a demanda é necessária a adoção de métodos de cultivo agrícola apropriados, como o preparo do solo e o uso adequado de sistemas de plantio. Utilizar a fertilização correta, de acordo com as recomendações da análise do solo, também é essencial para que as lavouras se desenvolvam em um ambiente equilibrado, de forma que a fertilização supra a necessidade das plantas e não prejudique o meio ambiente.

A região do Cerrado possui grande limitação para a produção agrícola, pois tem como uma das principais características solos ácidos devido à alta saturação por alumínio. O que contribui para diversas complicações na solubilidade dos nutrientes, especialmente do fósforo, pois, com a redução do pH, sua liberação para as plantas diminui (GOEDERT et al., 1997).

Uma alternativa para contornar essas dificuldades é o uso de matéria orgânica, que pode apresentar inúmeros benefícios para o cultivo do milho, bem como de outras culturas. Essa promove neutralização na acidez a partir da elevação do pH, maior transporte de nutrientes, decréscimo dos teores de Alumínio e Manganês tóxicos, além de melhorar a estrutura do solo, permitindo melhor infiltração de água e aeração no solo, com um maior desenvolvimento de raízes (CARDOSO; OLIVEIRA, 2002).

Como fonte de matéria orgânica, os fertilizantes organominerais, produzidos a partir da combinação de fertilizantes minerais e orgânicos, são um produto que apresenta menor custo comparado aos fertilizantes minerais, além de ser empregado em menores quantidades por área (FERNANDES; TESTEZLAF, 2002).

A utilização de matéria orgânica permite que se tenha uma redução de fertilizantes minerais, promovendo o aumento da CTC (Capacidade de troca catiônica),

reduzindo as perdas por volatilização, lixiviação e ajudando a planta a liberar nutrientes, contribuindo para um aumento da produtividade, (BITTENCOURT et al.; 2006).

Nesse contexto, temos diferentes possibilidades de fontes orgânicas, tais como a turfa, esterco animal, compostos, relva, palha e outros resíduos agrícolas. Para o presente trabalho, será destacado o uso da turfa, que pode ser descrita como um material vegetal que não passou totalmente pelo processo de decomposição e que pode ser encontrado em ambientes subaquáticos rasos.

A turfa ocupa em torno de 420 milhões de hectares em escala mundial, estando em maior parte nas regiões da Rússia e Canadá. No cenário brasileiro, que possui um clima tropical, preenche apenas 0,1% do território (PEREIRA et al., 2005; VALLADARES et al., 2008). Uma camada de turfa de 30 cm de espessura pode levar de 100 a 500 anos para ser produzida (KIEHL, 1985). Com efeito, uma turfa com espessura média de 2 metros pode acumular 455 bilhões de toneladas de carbono orgânico (GORHAM, 1991).

Nos últimos anos, sua utilização na agricultura foi bastante considerada, como uma matéria prima para produção de condicionadores de solo, biofertilizantes, substratos de mudas ou aplicação “in natura” no solo (OLIVEIRA, 2002).

Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o uso de fertilizantes minerais e organominerais na cultura do milho, especialmente da turfa, como prática sustentável e sendo capaz de gerar bons resultados e produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Matéria orgânica na cultura do milho

No Brasil, o cultivo do milho é muito importante, sendo utilizado tanto para alimentação humana, quanto para a animal, além de possuir amplo uso industrial. Por possuir grande versatilidade, também se destaca na produção de bebidas, polímeros, combustíveis, etc.

Embora o Brasil seja um dos três maiores produtores mundiais de milho, não é um dos países com maior produtividade. Contudo, a produção de milho vem aumentando sistematicamente, saindo de 1870 kg/ha no ano de 1990 para 3785 kg/ha em 2007, chegando 4.300 kg/ha colhidos em 2011 (IBGE). Já no ano de 2021, espera-se um rendimento médio de 5.483 kg/ha de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

O milho é uma cultura que requer muita água para o seu desenvolvimento, podendo ser cultivado em áreas com precipitação anual variando de 250 mm a 5000 mm. Esse consume, em média, 600 mm de água no seu ciclo, porém, nas fases de espigamento e maturação, por necessitar de mais energia, o consumo diário pode aumentar de 5 a 7,5 mm. Já se a temperatura estiver muito alta e a umidade do ar baixa, o consumo pode aumentar para 10 mm por dia. (EMBRAPA, 2011).

A matéria orgânica no solo é um resíduo que ajuda na retenção da água, pois à medida que a intensidade do revolvimento do solo diminui, a sua estrutura é significativamente melhorada, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular, aumentando o tamanho do reservatório de água disponível (ARAÚJO et al., 2004; FRANCHINI et al., 2009).

Ressalta-se que a matéria orgânica pode reter até 20 vezes sua massa na água, parte da qual fica retida na estrutura interna, e a taxa de utilização das plantas é baixa (STEVENSON, 1994). A importância da matéria orgânica na retenção de água no solo depende de sua textura. Em solos arenosos a retenção é mais sensível a quantidade de matéria orgânica do que em solos argilosos mais finos (SILVA; MENDONÇA, 2007). A contribuição da matéria orgânica pode ser diretamente devida a carga dependente do pH e da área superficial específica, e o efeito indireto é o resultado da agregação do solo. A matéria orgânica permite maior agregação e coesão entre as partículas, torna o

solo mais poroso, possui maior capacidade de retenção de água e favorece a infiltração (SANTOS; PEREIRA, 2013).

A adição regular de uma grande quantidade de materiais orgânicos é uma estratégia comum para melhorar a eficiência do uso da água no solo. Segundo Beutler (2002), em trabalho desenvolvido sobre retenção de água em latossolos, o teor de argila e a densidade do solo apresentaram efeitos positivos e mais pronunciados na retenção de água, em todas as tensões, em relação a matéria orgânica.

2.2 Fertilizantes organominerais

A cada ano que passa há uma maior busca por produtos orgânicos. Sendo assim, há um aumento na demanda por fertilizantes organominerais, por ser um método mais sustentável, além de trazer uma maior produtividade. Além disso, os fertilizantes minerais possuem um alto custo. Fontes de nutrientes não renováveis como Fósforo (P) e Potássio (K) usualmente são importadas de mercados externos, o que aumenta consideravelmente o valor desses insumos, impactando no cultivo das culturas. (RAMOS, et al. 2017).

Com o aproveitamento dos resíduos, surgem os fertilizantes organominerais. Esses fertilizantes são produto da mistura física ou combinação de fertilizantes orgânicos e minerais (PORTUGAL et al., 2016). Conforme a Instrução Normativa (IN) nº 23, de 31 de agosto de 2005, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), os fertilizantes orgânicos podem ser definidos como um produto que possui propriedades orgânicas básicas, obtidas das matérias-primas por meio de processos físicos, químicos, físico-químicos ou bioquímicos, naturais ou controlados, de origem industrial, urbana, rural, vegetal ou animal, rica ou não rica em nutrientes minerais (BRASIL, 2005).

Os fertilizantes organominerais apresentam garantias, especificações e características estabelecidas para a sua composição, devendo apresentar 8% de teor de carbono, 30% de umidade máxima, 80 mmolc.kg-1 de capacidade de troca catiônica (CTC), 10% de macronutrientes primários, 5% de macronutrientes secundários e 6% de micronutrientes (MAPA, 2009).

Um dos principais benefícios da matéria orgânica é no condicionamento de solo, mas para tanto é necessário o emprego de grandes dosagens dessa. Como a quantidade

de matéria orgânica no fertilizante organomineral é relativamente pequena, somente em longo prazo, com o uso contínuo, é que esses efeitos poderão ser notados. Entretanto, a parte orgânica dos fertilizantes organominerais são um condicionador imediato dos fertilizantes minerais que entram em sua composição, permitindo a obtenção de misturas que normalmente não seriam viáveis pela incompatibilidade física dos adubos que a compõem (KIEHL, 1985).

O mesmo precisa conter uma parcela mínima de matéria orgânica proveniente de diferentes fontes. A matéria-prima de origem vegetal, animal ou processada pela agroindústria possui um maior potencial de aproveitamento econômico, pois não são empregados metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos, dando maior segurança na sua utilização na agricultura.

As fontes que mais se destacam pela grande quantidade de nutrientes, sobretudo a vantagem de processamento de resíduos e logística, são a suinocultura, avicultura e bovinocultura como origem animal, e a cana de açúcar como fonte vegetal. No caso da última, como o Brasil é o maior produtor mundial de cana, tem-se uma disponibilidade grande de resíduos. Dentre os resíduos sucroalcooleiros se destacam a torta de filtro e a vinhaça (CRUZ, 2017).

Tendo como exemplo um método de tratamento de resíduos sólidos, a indústria de celulose e papel faz a compostagem de resíduos orgânicos em fábricas apropriadas, incluindo empilhamento e montagem de lâminas misturadas com lodo ativado de estações de tratamento de esgoto e outros resíduos adicionados posteriormente. A compostagem é o resultado da ação de microrganismos, que convertem resíduos orgânicos com alta relação C/N em um composto estável e úmido com baixa relação C/N, que pode ser aplicado diretamente no solo sem prejudicar o desenvolvimento inicial das plantas (NOLASCO, 2000).

2.3 Turfa

A turfa utilizada na agricultura é considerada como um produto nobre, que pode ser empregado como substrato para horticultura (TOLEDO, 1999). Origina-se da deposição de areia, silte e argila das partes superiores da terra, sedimentos ou sobrenadantes de plantas em crescimento (KIEHL, 1985).

É usada como matéria-prima na indústria e agricultura há centenas de anos, sendo empregada, principalmente, nos países do hemisfério norte. Visto que, recentemente, começou a ser usada nos países de clima tropical.

No Brasil, as turfas podem ser divididas em hídricas, fibrosas e lenhosas. A primeira se desenvolve em ambientes aquáticos, formando uma turfa a base de algas, pólenes, plânctons e diversas plantas do meio aquoso. Já as turfas fibrosas são encontradas com maior abundância no Sudeste, ocorrendo na superfície de terrenos e se origina a partir dos restos orgânicos, compostos de fibras e filamentos de difícil decomposição, mergulhados em um material gelatinoso de cor escura ou marrom. Por último, se tem a turfa lenhosa que é formada por plantas de grande porte e são comumente identificadas nas superfícies dos terrenos (KIEHL, 1985).

A adubação com turfa fértil é consistente com a continuidade do aumento da produtividade do milho e com a manutenção das propriedades físicas e químicas do solo e, ao mesmo tempo, está relacionada à redução dos custos de produção ocasionada pela redução na compra de insumos agrícolas. O uso de fertilizantes orgânicos tem um impacto significativo na produtividade dos grãos, devendo ser fertilizado continuamente, por vários anos, pois no longo prazo, ao melhorar a fertilidade do solo, o efeito é maximizado, promovendo, assim, condições físicas suficientes para o desenvolvimento das raízes do milho (SILVA et al., 2008).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal de Uberlândia, Campus do Umuarama, no período de 16 de novembro de 2020 a 08 de janeiro de 2021, utilizando vasos plásticos de 18 kg de solo. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), coletado na fazenda experimental do Glória, Uberlândia-MG, o qual foi peneirado em malha de 4 mm e misturado com calcário dolomítico, com PRNT DE 90%, teor de CaO em torno de 46% e MgO de 8%, na proporção de 14 g por vaso, com posterior incubação deste solo por um período de 70 dias a fim de se ter a correção do pH e elevação da saturação de base para 55% (Tabela 01).

Tabela 1. Caracterização química e física do solo após a correção da acidez.

Características químicas									
pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Pmeh.	K ⁺	H+Al	CTC	SB
1:2,5		---- cmol _c dm ⁻³ ---			-- mg dm ⁻³ --		---- cmol _c dm ⁻³ ---		
6,2	4,8	0,93	0,34	0,0	3,0	139,83	1,27	2,9	1,6
t	M.O.	C.O.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	V	M
cmol _c dm ⁻³	--- dag kg ⁻¹ ---		----- mg dm ⁻³ -----					----- % -----	
1,9	1,6	0,9	0,29	1,33	9,0	1,27	0,39	56	0
Características físicas									
Solo	Areia total			Silte			Argila		
----- g kg ⁻¹ -----									
575				100			325		
pH em H ₂ O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L ⁻¹); P, K = (HCl 0,05 mol L ⁻¹ + H ₂ SO ₄ 0,0125 mol L ⁻¹) P disponível (extrator Mehlich-1); S em fosfato de cálcio 0,01 mol L ⁻¹ ; H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L ⁻¹ + TEA 0,1 mol L ⁻¹ + CaCl ₂ 0,01 mol L ⁻¹ a pH 7,3) cmol _c dm ⁻³ x 10 = mmol _c dm ⁻³ / mg dm ⁻³ = ppm / dag kg ⁻¹ = %; CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio; M.O. = Método Colorimétrico; Metodologias baseadas em EMBRAPA (2009). Análise Textual pelo método da Pipeta (EMBRAPA, 1997).									

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por diferentes fontes de fertilizantes fosfatados, com distintas formulações, composições químicas e físicas (Tabela 2). Para todos os tratamentos foi fixada a dose de 160 kg.ha⁻¹ de nitrogênio (N), 100 kg.ha⁻¹ de fósforo (P₂O₅) e 160 kg.ha⁻¹ de potássio (K₂O), variando somente o adubo fosfatado e fixando as fontes de nitrogênio e potássio aplicados por meio dos fertilizantes ureia e cloreto de potássio. Para os tratamentos cinco e seis, foram adicionados aos fertilizantes organominerais, dois aditivos orgânicos a base de extrato

de Algas (Acadian®) na dosagem de 2,8 kg.ton⁻¹ e Bocashi® na dosagem de 8,6 L.ton⁻¹ de fertilizante produzido respectivamente. A inclusão desses aditivos se deu com a finalidade de estudar a sua influência sobre a eficiência dos fertilizantes organominerais.

Para tanto, foram utilizados resíduos de celulose, subproduto da atividade de indústrias de celulose, como base orgânica para a produção dos fertilizantes organominerais (CP Turbo®).

Tabela 2. Identificação dos tratamentos e caracterização química dos fertilizantes.

Tratamento	N	P ₂ O ₅	COT ⁴	CTC ⁵
	kg ha ⁻¹		(%)	mmolc/kg
F1: MAP¹ + 50% TS⁶ + 50% COR²	4,91	26,82	11,09	367,61
F2: MAP + 50% TN⁷ + 50% COR²	4,88	26,56	13,06	296,25
F3: MAP + TS	4,90	26,41	13,39	350,3
F4: MAP + TN	4,93	26,91	13,41	464,75
F5: FOM³ + Acadian®	4,67	26,34	13,89	388,98
F6: FOM + Bokachi®	4,45	26,65	14,55	432,34
F7: Fertilizante mineral	10,34	52,34	0	0
F8: Fertilizante Kimberlit	10,45	52,56	0	0

¹MAP = Fosfato monoamônico; ²COR = Composto Orgânico; ³FOM = Fertilizante organomineral; ⁴COT = Carbono orgânico total; ⁵CTC = Capacidade de Troca de Cations; ⁶TS = Turfa solub, ⁷ TN = Turfa normal

Sessenta dias após a aplicação do calcário no solo, procedeu-se a aplicação dos fertilizantes e foram semeadas seis sementes de milho, cultivar DKB 310 Pro 2, em cada vaso. Dez dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste das plantas, permanecendo apenas duas plantas por vaso. Aos 15 DAS aplicou-se uma suplementação de macro e micronutrientes (S, Zn, B, Cu e Mn), introduzidos de forma sólida nos vasos, na proporção de 60; 6,0; 2,2; 1,5; 2,0 kgs ha⁻¹ de enxofre, zinco, boro, cobre e manganês, respectivamente. Durante toda a condução do experimento a irrigação dos vasos se manteve constante, com capacidade de campo em torno de 80% para todos os tratamentos.

Aos 35 DAS, quando as plantas estavam com sete folhas completamente expandidas, foi retirada uma das plantas do vaso e realizada as seguintes avaliações: altura de plantas (cm); diâmetro do colmo (mm); área foliar das plantas (cm²); massa seca e massa verde da parte aérea (g); e índice SPAD.

A medição da altura da planta foi realizada da base da planta, rente ao solo, até a folha +1 com uso de uma trena métrica. A leitura da variável espessura de colmo foi

realizada através do uso de paquímetro digital. Foi utilizado um medidor de área foliar do modelo LI-3100 C, onde se mede a área foliar da planta, a partir do momento que a folha passa pelo seu sensor. Tanto na massa fresca, como na massa seca da parte aérea, foi usada balança de precisão. A variável SPAD foi fornecida pelo aparelho Fluorômetro de clorofila, modelo SPAD 502 Plus.

O volume médio das raízes foi medido através do método de deslocamento de água, provocado pela introdução das raízes em uma proveta graduada.

Após o cultivo da planta por mais dezoito dias (53 DAS), foi retirada a planta remanescente dos vasos e avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (cm); diâmetro do colmo (mm); área foliar das plantas (cm²); massa fresca de raiz e parte aérea (g); volume de raiz (cm³); massa seca de raiz e da parte aérea (g).



Figura 1: Medição altura de planta 53 DAS.



Figura 2: Medição diâmetro de colmo 53 DAS.

As raízes foram retiradas após um processo de lavagem do solo com água, sendo lavadas repetidamente em uma caixa de água de 1000 Litros, até a total remoção dos solos e sujeiras aderidos às raízes. Posteriormente, foram realizadas fotos da comparação entre os tratamentos (Figura 3).



Figura 3: Foto das raízes dos tratamentos comparadas lado a lado.

Em ambas as épocas de coleta, as plantas foram cortadas, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório de fertilidade de solo, onde foram realizadas as determinações de massa seca e fresca da parte aérea das plantas (folhas e colmos). A massa seca foi determinada por meio da utilização de estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C.



Figura 4: Estufa a 65°C, Campus Umuarama.

Os dados obtidos foram inicialmente testados quanto às pressuposições de normalidade de resíduos (teste de Shapiro-Wilk), homogeneidade das variâncias (teste de Levene) e aditividade de bloco (Teste de Tukey para aditividade), utilizando o programa SPSS, versão 20.0. Todos os dados foram submetidos a 0,01 de significância. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância através do programa estatístico SISVAR (Ferreira 2011) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (0,05 de significância).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os resultados obtidos, foi verificado que o uso de diferentes fontes de matéria orgânica, utilizadas na composição dos fertilizantes organominerais (FOMs), promoveram o melhor crescimento e desempenho da planta, quando comparado à testemunha e promoveram resultados iguais aos observados para fertilizantes minerais convencionais (F7) e com adição de polímero (F8) na avaliação do desenvolvimento inicial e do desempenho fisiológico das plantas de milho.

Aos 35 e 53 dias após a semeadura (DAS) verificou-se que os fertilizantes organominerais proporcionaram o aumento da altura e espessura do colmo das plantas de milho quando comparados à testemunha e desempenho similar ao apresentado pelos tratamentos com fertilizante mineral F7 e F8 (Tabela 3). Segundo Maranhão (2019), a adubação com organomineral incrementou o crescimento inicial do milho em estágio inicial para as variáveis diâmetro de colmo, altura de planta. Em trabalho com turfa no milho, MOTA (2017) constatou uma maior altura e um maior diâmetro de colmo, quando utilizada a turfa. A variável altura de planta possui grande importância morfofisiológica, refletindo diretamente no crescimento e desenvolvimento. Sendo assim, esse fator favorece todo o processo que está relacionado com o sistema solo-planta.

Efeito semelhante foi observado quando da avaliação dos valores SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) e área foliar (AF) (Tabela 3). Verificou-se que todos os tratamentos com aplicação dos fertilizantes organominerais apresentaram médias de valores SPAD superiores às aquelas verificadas para a testemunha, tendo apenas o tratamento F6 (FOM + Bokachi[®]) apresentado desempenho inferior ao observado para os demais FOMs e fertilizantes minerais. Esse menor desempenho pode ser atribuído à quebra precoce da clorofila durante a senescência. Isso pode ocorrer devido a uma deficiência de minerais necessários para a síntese de clorofila nas plantas, especialmente nitrogênio, que era mais baixo no meio Bokashi (Tabela 2). Mesmo com dose reduzida, os fertilizantes especiais tiveram resultados equivalentes aos fertilizantes minerais, que possuem pronta disponibilidade de nitrogênio existente na formulação mineral, refletindo em rápida absorção e reposição da planta na produção de clorofila.

Em relação à variável área foliar, todos os fertilizantes propiciaram valores superiores aos observados para as testemunhas e igual aos observados para os fertilizantes minerais aos 35 e 53 DAS (Tabela 3). A área foliar possui grande

importância por estar associada a produção final de massa seca, pois no decorrer do seu desenvolvimento a planta depende das folhas como órgãos fotossintetizantes e a taxa de crescimento da planta depende tanto da taxa de expansão da área foliar como da taxa de fotossíntese por unidade de área foliar (MAGALHÃES et al, 2007).

Maiores valores de massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) foram observados nos tratamentos com FOMs e fertilizantes minerais (Tabela 3), quando comparados aos observados para as testemunhas. Tiritan et al. (2010) observou que a aplicação de fertilizante organomineral no milho proporcionou eficiência em massa seca semelhante ao mineral 45 DAS. Também foi observado por Castoldi (2011), trabalhando com milho silagem, que não houve diferença significativa na variável massa de matéria seca de parte aérea, sendo um fator de grande importância para a produção final do milho silagem.

Tabela 3. Médias dos valores de altura (cm) e espessura do colmo (mm), índice SPAD, área foliar (cm²), massa seca de parte aérea (g) de plantas de *Zea mays* em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) cultivado com diferentes fontes de fertilizantes aos 35 e 53 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	Altura ¹ (cm)		Diâmetro do colmo ¹ (mm)		Índice SPAD ₁	Área foliar ¹ (cm ²)		MFPA ¹ (g)		MSPA ¹ (g)	
	DAS		DAS		DAS	DAS		DAS		DAS	
	35	53	35	53	53	35	53	35	53	35	53
Testemunha	15,37 b	32,75 b	4,40 b	6,77 b	20,36 c	73,99 b	200,04 b	1,86 b	5,76 b	0,23 b	0,67 b
F1: MAP² + 50% TS³ + 50% COR⁴	65,75 a	89,62 a	15,54 a	18,97 a	38,46 a	1189,25 a	3127,85 a	56,05 a	167,35 a	6,72 a	24,92 a
F2: MAP + 50% TN⁵ + 50% COR	66,50 a	96,50 a	17,90 a	20,61 a	36,44 a	1276,00 a	3376,89 a	74,92 a	178,79 a	6,74 a	25,96 a
F3: MAP + TS	61,62 a	88,75 a	16,24 a	17,80 a	36,35 a	1242,82 a	2953,51 a	56,68 a	157,05 a	6,78 a	25,91 a
F4: MAP + TN	63,75 a	90,00 a	16,78 a	19,59 a	36,84 a	1076,03 a	3442,33 a	55,51 a	174,00 a	5,95 a	26,00 a
F5: FOM⁶ + Acadian	66,88 a	93,63 a	16,63 a	20,97 a	36,81 a	1292,49 a	3391,82 a	59,94 a	173,16 a	6,81 a	25,61 a
F6: FOM + Bokashi	59,50 a	87,12 a	15,21 a	18,93 a	32,98 b	1056,65 a	2986,20 a	56,19 a	148,28 a	6,20 a	20,54 a
F7: Fertilizante mineral	63,75 a	91,12 a	15,55 a	19,52 a	38,12 a	1111,01 a	3164,71 a	45,21 a	158,76 a	5,31 a	23,31 a
F8: Fertilizante Kimberlit	60,38 a	90,25 a	16,44 a	19,24 a	37,36 a	1139,80 a	3118,43 a	44,99 a	160,25 a	5,09 a	21,83 a
CV (%)	11,47	9,36	9,74	7,29	5,24	14,82	11,59	34,98	17,12	29,48	22,09

¹ Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Skott-Konott a 5% de probabilidade; ² MAP = Fosfato monoamônico; ³ TS = Turfa solub.; ⁴ COR = Composto Orgânico; ⁵ TN = Turfa normal; ⁶ FOM = Fertilizante organomineral; ⁷ CV = Coeficiente de variação (%)

Tabela 4. Médias dos valores de massa fresca de raízes (MFR), massa seca de raízes (MSR) e volume de raízes (VR) de plantas de *Zea mays* em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) cultivado com diferentes fontes de fertilizantes aos 53 dias após a semeadura (DAS)

Tratamento	MFR ¹ (g)	MSR ¹ (g)	VR ¹ (cm ³)
Testemunha	1,34 c	0,26 c	4,08 c
F1: MAP² + 50% TS³ + 50% COR⁴	38,31 b	7,68 b	64,00 a
F2: MAP + 50% TN⁵ + 50% COR	81,49 a	17,39 a	75,44 a
F3: MAP + TS	46,50 b	8,23 b	34,00 b
F4: MAP + TN	74,04 a	16,04 a	51,25 a
F5: FOM⁶ + Acadian[®]	57,58 b	11,98 a	30,75 b
F6: FOM + Bokashi[®]	65,12 a	14,19 a	33,63 b
F7: Fertilizante mineral	46,11 b	9,75 b	28,25 b
F8: Fertilizante Kimberlit	51,26 b	10,35 b	32,69 b
CV (%)	25,21	27,92	39,02

¹ Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Skott-Konott a 5% de probabilidade; ² MAP = Fosfato monoamônico; ³ TS = Turfa solub.; ⁴ COR = Composto Orgânico; ⁵ TN = Turfa normal; ⁶ FOM = Fertilizante organomineral; ⁷ CV = Coeficiente de variação (%)

Quando avaliado o crescimento radicular (Tabela 4), verificou-se maior massa fresca de raízes (MFR) nos tratamentos com FOMs F2, F4 e F6, quando comparados à testemunha e aos fertilizantes minerais. De acordo com Ferrini e Nicese (2002) o uso de bioestimulantes surge como grande alternativa à aplicação de fertilizantes para estimular a produção de raízes, especialmente em solos com baixa fertilidade e baixa disponibilidade de água.

Um dos fatores para o maior desenvolvimento das raízes dos tratamentos com fontes orgânicas é relacionado a porosidade do solo. A matéria orgânica traz impactos indiretos, trabalhando tanto no aumento da agregação e da porosidade, quanto na diminuição da densidade do solo (METZGER; YARON, 1987).

Os melhores resultados de massa seca de raiz foram observados nos tratamentos F1, F2 e F4, o que podem estar relacionados ao melhor condicionamento do solo proporcionado pela aplicação dos fertilizantes organominerais, com diminuição, principalmente, da salinização causada pela aplicação dos fertilizantes minerais no solo.

Para o parâmetro massa seca de raízes (MSR) apenas o tratamento F3 não apresentou desempenho superior aos fertilizantes minerais, contudo, houve desempenho superior ao da testemunha. Trabalhando com organomineral fosfatado no milho, Santos (2007) não observou diferença significativa entre o mineral químico e organomineral em diferentes doses. Entre os impactos positivos da adição da matéria orgânica sobre o desenvolvimento do milho, destaca-se também a sua melhora na capacidade de troca

das bases, possibilitando um maior fornecimento de nutrientes para a planta por mais tempo, por meio de sua liberação gradual e efeito residual no solo.

A avaliação do volume de raízes evidenciou melhor desempenho dos tratamentos com FOMs F1, F2 e F4 quando comparados aos demais FOMs e fertilizantes minerais (F7 e F8), tendo todos os tratamentos com FOMs apresentado desempenho melhor que o da testemunha. É importante ressaltar que os fertilizantes compostos por turfa tiveram resultados expressivos, considerando que a turfa contém grande quantidade de carbono orgânico, um dos principais combustíveis de crescimento de grande importância para o desenvolvimento das raízes. Esse componente promove um aumento no acúmulo de bicarbonato, podendo alterar a ação dos microorganismos presentes no solo, induzindo a uma maior captação de nutrientes para as plantas. (MOORE, 1990).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho constatou, que o uso de organominerais com fontes orgânicas produzidas a partir de resíduo de turfa e celulose podem substituir a fertilização mineral no crescimento inicial de plantas de milho, permitindo uma redução de doses sem que haja prejuízo no desenvolvimento das plantas.

Notou-se que os fertilizantes organominerais promoveram maior crescimento nas raízes das plantas de milho, o que contribuiu para o aumento da tolerância ao estresse hídrico, salinidade e disponibilização de nutrientes, proporcionando uma gama de benefícios ao solo, a microbiota e a cultura.

REFERENCIAL BIBLIOGRAFICO

ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, AP da. Propriedades físicas de um Latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000200012&script=sci_arttext . Acesso em: 10 de jun. de 2021.

BEUTLER, A. N. et al. Retenção de água em dois tipos de Latossolos sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 3, p. 829-834, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/tXv7yChcZygBL3fJFd97n6J/?lang=pt>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

BITTENCOURT, V. C. et al. Torta de filtro enriquecida. **Revista Idea News**, v. 6, n. 63, p. 2-6, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/RvjnrXYHyxpC7MwqtNqvPcB/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 10 de jun. de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa n. 23, de 31 de Agosto de 2005. Disponível em: <https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=76409#:~:text=Aprova%20as%20DEFINI%C3%87%C3%95ES%20E%20NORMAS,E%20BIOFERTILIZANTES%20DESTINADOS%20%C3%80%20AGRICULTURA>. Acesso em: 10 de jun. de 2021

CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. de. Sugestões de uso e manejo dos solos do Assentamento Taquaral, Corumbá-MS. **Embrapa Pantanal**. Circular Técnica, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/810738/1/CT35.pdf>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

CASTOLDI, G., COSTA, M.S.S.M., COSTA, L.A.M., PIVETTA, L.P., STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 33, n,1, p. 139-146, 2011.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. Safra 2020/2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

CRUZ, André Camargo; PEREIRA, Felipe dos Santos; FIGUEIREDO, Vinicius Samu de. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. 2017. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/11814>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

FERNANDES, André LT; TESTEZLAF, Roberto. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TWKwjZsGZvRfp5BjVRJt7mz/?lang=pt>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GOEDERT, W.J.; LOBATO, E.; LOURENÇO, S. Nutrient use efficiency in brasilian acid soils: Nutrient management and plant efficiency. In: MONIZ, A.C.; FULANI, A.M.C.; SCHAFFERT, R.E.; FAGERIA, N.K.; ROSOLEM, C.A.; CANTARELLA; H. Plant-soil interactions at low pH: Sustainable agriculture and forestry production. Brasília: SBCS, 1997. p.97-104.

GORHAM, E. Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climate warming. *Ecol. Appl.*, 1:182-195, 1991.

FERREIRA, WPM et al. Clima, época de plantio e zoneamento agrícola. Embrapa Milho e Sorgo-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2011.

FERRINI, F.; NICESE, F. P. Response of English oak (*Quercus robur* L.) trees to biostimulants application in the urban environment. **Journal of Arboriculture**, v. 28, n. 2, p. 70-75, 2002.

FRANCHINI, Julio Cezar et al. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: Embrapa Soja, 2009. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Documentos314_000gdx39fhn02wx5ok0ylax2lz2wb9ud.pdf. Acesso em: 10 de jun. de 2021

IBGE, Indicadores. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola-Estatística da Produção Agrícola. 1990, 2007 e 2011 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

KIEHL, Edmar José. Fertilizantes orgânicos. Agronômica Ceres, 1985. Disponível em: <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/beagle?OpenAgent&d=A26F139DA39EB7D0832581250070568F&f=Page3-4-30.pdf>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de produção, 2007. 30p.

MARANHO, Jussiguelli Marcondes et al. Eficiência de fertilizantes organominerais no desenvolvimento inicial de milho e feijão. 2019.

METZGER, L.; YARON, B. (1987). Influence of sludge organic matter on soil physical properties. *Advances in Soil Science*, v. 7, p. 141-163.

MOORE, P.D. Potential for irrigation with carbon dioxide. *Acta Horticulturae*, v.278, p.171-178, 1990.

MOTA, Francisco Fábio et al. Associação de Turfa e de Nitrogênio em Cobertura na Produtividade do Milho. *Enciclopédia Biosfera*, v. 14, n. 25, 2017.

NOLASCO, A. M.; GUERRINI, I. A.; BENEDETTI, V. Uso de resíduos urbanos e industriais como fonte de nutrientes e condicionadores de solos florestais. **Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF**, p. 385-414, 2000.

OLIVEIRA, Cícero Azzi de. Turfa de São José dos Campos, estado de São Paulo. 2002. Disponível em:
<https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/1558/1/Turfa%20de%20S%C3%A3o%20Jos%C3%A9%20dos%20Campos.pdf>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

PENTEADO, S.R. Introdução à agricultura orgânica. Viçosa: Grafica Impress, 2003. 235p.

POLL, M. Novos dados ampliam em mais de um século a domesticação da planta. 2007.
 Disponível <http://www.pnas.org>, em 24/03/2008.

PORTUGAL, J. R.; TARSITANO, M. A.; PERES A. R.; ARF, O.; GITTI, D. C. Organic and mineral fertilizer application in upland rice irrigated by sprinkler irrigation: economic analyis. Cientifica, Jaboticabal, v. 44, n.2, p. 146-155, 2016.

RAMOS. L. A.; LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; SILVA, A. A. Effect of organo-mineral fertilizer and poultry litter waste on sugarcane yield and some plant and soil chemical properties. African Journal of Agricultural Research, Grahamstown, v. 12, n. 1, p. 20-27, 2017. DOI: 10.5897/AJAR2016.11024.

SANTOS, D. H. et al. RESPOSTA DO MILHO SUBMETIDO A ADUBAÇÃO FOSFATADA ORGANO-MINERAL COM DIFERENTES DOSES DE TORTA DE FILTRO.

SANTOS, José do Nascimento; PEREIRA, Ediléa Dutra. Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã-MA. Cadernos de Pesquisa, 2013. Disponível em:
<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1758>. Acesso em: 10 de jun. de 2021

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. *Caatinga*, v. 21, n. 3, p.78-85, 2008.

STEVENSON, F. J. *Humus chemistry: Genesis, composition and reactions*. 2 ed, New York, John Wiley & Sons, 1994,443p.

TIRITAN, Carlos Sérgio; SANTOS, Diego Henriques. Resposta do milho safrinha a adubação organomineral no município de Maracaju-MS. In: *Colloquium Agrariae*. 2012. p. 24-31. Disponível em:

<http://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/Agrariae/Agronomia/RESPOSTA%20DO%20MILHO%20SAFRINHA%20A%20ADUBA%C3%87%C3%83O%20ORGANOMINERAL%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20MARACAJU-MS.pdf>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

TOLEDO, Luis Marcio Arnaut de. Considerações sobre a turfa no Brasil. *Akrópolis-Revista de Ciências Humanas da UNIPAR*, v. 7, n. 28, 1999. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/view/1765>. Acesso em: 10 de jun. de 2021.

VALLADARES G.S.; GOMES, E.G.; MELLO, J.C.C.B.S; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; EBELING, A.G. & BENITES, V.M. Análise dos componentes principais e métodos multicritério ordinais no estudo de Organossolos e solos afins. *R. Bras. Ci. Solo.*, 32:285-296, 2008.

WAQUIL, Segundo, and Enfezamento Pálido. Milho: Cigarrinha e Enfezamentos. Disponível em: <http://www2.senar.com.br/Noticias/Detalhe/13108> . Acesso em: 10 de jun. de 2021.