

RELATÓRIO DE ESTUDO CIENTÍFICO

**Avaliação da eficiência agronômica do Termofosfato
TERMAX nas culturas da rúcula e rabanete cultivadas em
Latossolo Vermelho Amarelo**

2019

Sumário

1. Objetivos.....	3
2. Material e Métodos.....	3
2.1. Descrição dos experimentos.....	3
2.2. Montagem dos experimentos	3
2.3. Caracterização dos Solos Utilizados nos experimentos	3
2.4. Dose de fósforo aplicada nos experimentos	5
2.5. Aplicação dos fertilizantes ao solo.....	6
2.7. Variáveis analisadas e análise estatística	8
3. Descrição de cada experimento	11
3.1. Cultura da rúcula	11
3.1.1 Resultados: Rúcula	13
3.2. Cultura do Rabanete.....	16
3.2.1 Resultados: Rabanete	19
4. Conclusões	23

1. Objetivos

Avaliar a eficiência agronômica do Termofosfato TERMAX (TMX) e demais protótipos (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4) em relação ao Termofosfato Magnésiano (TFM) e o controle (sem adubo fosfatado).

2. Material e Métodos

2.1. Descrição dos experimentos

Os estudos foram executados pela empresa AGROINTEGRA Treinamentos e Consultoria Agronômica Ltda, localizada na cidade de Sorocaba-SP. Foram conduzidos dois (2) experimentos em vasos condicionados em casa de vegetação climatizada, proporcionando um ambiente o mais homogêneo possível.

Cada estudo foi montado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) composto por 7 tratamentos sendo eles: Termofosfato TERMAX (TMX), demais protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato Magnésiano (TFM) e controle (sem adubo fosfatado), onde cada tratamento foi composto por 5 repetições. As culturas utilizadas nos estudos foram: rúcula e o rabanete.

2.2. Montagem dos experimentos

Para a realização do experimento utilizaram-se vasos plásticos com volume de 750 mL, que foram acondicionados em bancada metálica dentro da casa de vegetação climatizada. A quantidade de água a ser aplicada por vaso foi calculada, de acordo com a textura e a quantidade de solo, para que os mesmos atingissem 70% da sua capacidade máxima de retenção de água.

2.3. Caracterização dos Solos Utilizados nos experimentos

Coletados da camada superficial de 0 a 20 cm no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, os solos foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo

distrófico (LVAd) textura média (EMBRAPA, 2013) (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise química dos solos antes de efetuada a calagem.

Solo	pH	MO	P	S	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	T	V	m
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmol _c dm ⁻³	%							
LVAd	4,2	37	6	4	0,5	11	4	3	47	16	63	25	16
Micronutrientes													
Solo	B	Cu	Fe	Mn	Zn								
	mg dm ⁻³												
LVAd	0,49	0,8	109	6	2,2								

O solo foi submetido a uma ampla curva de adsorção de P, seguindo procedimentos descritos por Graetz e Nair (2000), de modo a identificar a capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) através da isoterma de Langmuir (Figura 1) apresentando valores para de 660 mg kg⁻¹.

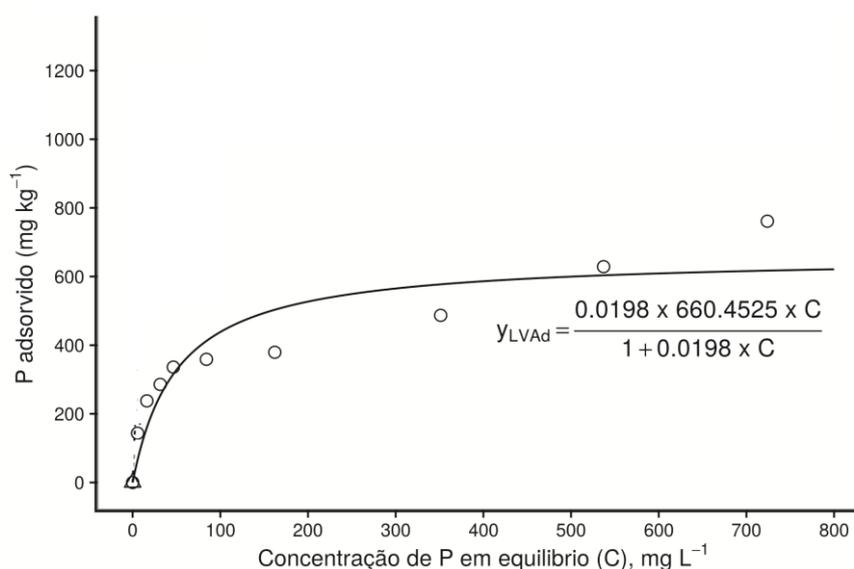


Figura 1. Representação gráfica da CMAP do LVAd, por meio do ajuste da curva de adsorção à equação da Isoterma de Langmuir.

A fração de argila do solo foi caracterizada por difração de raio-x (Figura 2) onde para geração dos difratogramas foi utilizado um aparelho Philips, modelo PW-1877, com radiação CuK α (0,154 nm) e intervalo de análise de 3 a 45° (2 θ), o qual encobre toda a família de planos desejada dos minerais de argila. O tempo foi de 1 segundo por passo e passo de 0,02° (2 θ).

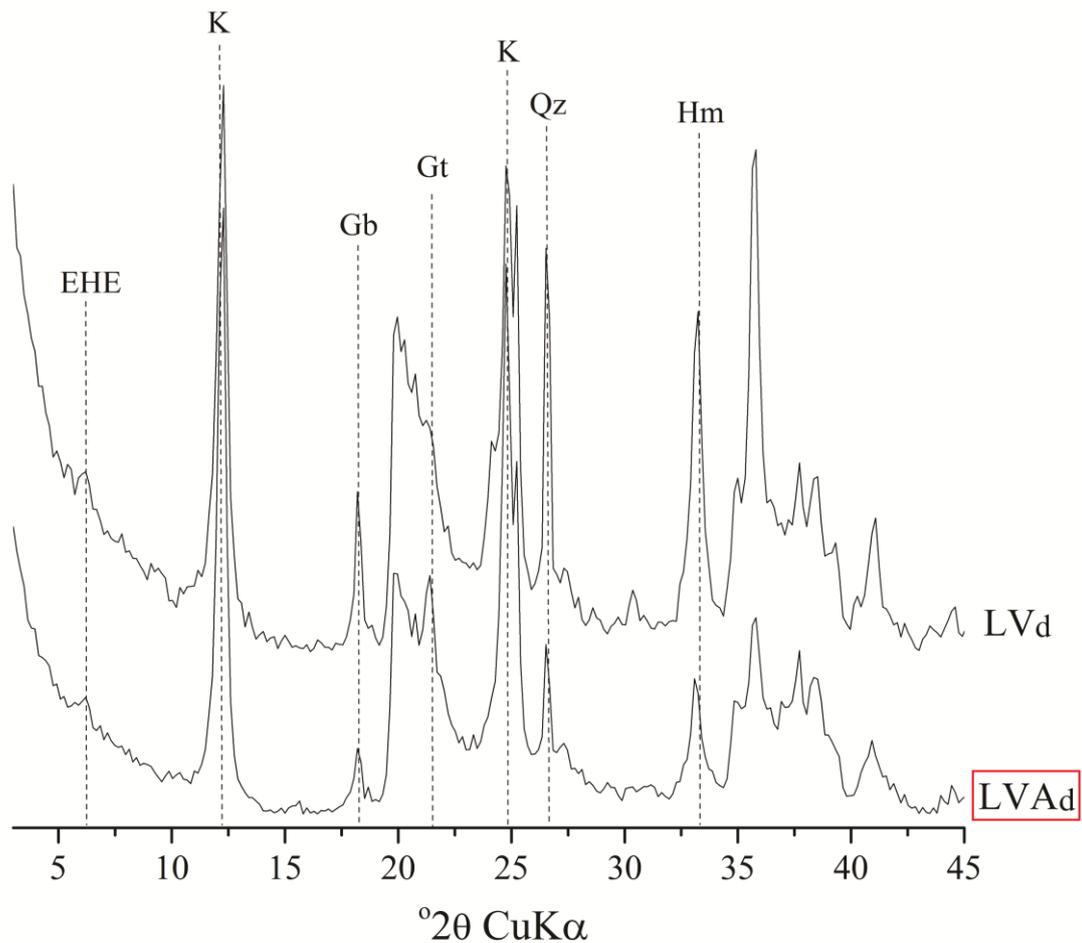


Figura 2. Difratoograma da fração argila pulverizada, para o LVAd. Onde: Caulinita (K); Gibbsita (Gb); Goethita (Gt); Hematita (Hm); Qartzo (Qz); Esmeclita com hidróxido entre camadas (EHE).

2.4. Dose de fósforo aplicada nos experimentos

Realizaram-se as pesagens dos fertilizantes TERMAX (TMX), dos protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4) e do Termofosfato Magnésiano (TFM) utilizando-se uma balança de precisão (figura 3) seguindo a dose de fósforo (P) para cada cultura, segundo dados da tabela 2.



Figura 3. Pesagem dos fertilizantes.

Tabela 2. Dose de fósforo (P) aplicado nos experimentos

Tipo de solo	Peso de solo no vaso (g)	Cultura	Dose de fósforo (P) mg/kg
LVAd	1000	Rúcula	60
LVAd	1000	Rabanete	60

2.5. Aplicação dos fertilizantes ao solo

Nos experimentos com a cultura da rúcula, rabanete, os fertilizantes foram incorporados em todo o volume de terra do vaso com o auxílio de um saco plástico, mediante vigorosa agitação, este procedimento visou garantir a melhor distribuição e homogeneização do fertilizante no solo (Figura 4) “simulando uma incorporação no canteiro”.



Figura 4. Aplicação dos fertilizantes fosfatados.

É importante ressaltar que todos os experimentos, possuíram o tratamento controle, que são aqueles vasos que ficaram ausentes da adubação fosfatada.

2.6. Adubação de Cobertura

Para assegurar o desenvolvimento e a nutrição das plantas, realizaram-se adubações de cobertura em todos os experimentos. Assim, para suprir a necessidade de nitrogênio e potássio, utilizou-se como fonte a uréia e o cloreto de potássio, que foram solubilizados em um volume de 1500 mL de água destilada, seguindo dosagem da tabela 3. Após a solubilização em água destilada, a adubação de cobertura se deu pela adição de 20 mL desta solução nutritiva em cada vaso, realizada em todos os tratamentos sem exceção, em intervalos de aproximadamente 10 dias (Figura 5).

Tabela 3. Preparo da solução nutritiva de cobertura.

Volume de Água	Quantidade de Fertilizante (g) adicionada na água		Volume aplicado/ vaso ml	Dose de cada nutriente aplicado/vaso mg kg ⁻¹
	Uréia	KCl		
1500 ml	8,25	7,53	20	50



Figura 5. Adubação de cobertura.

2.7. Variáveis analisadas e análise estatística

Para as culturas da rúcula e rabanete, considerou-se o período de trinta dias após o plantio (30 DAP). Assim sendo, como o intuito foi de obter dados de eficiência agrônômica dos fertilizantes fosfatados foram avaliadas as variáveis conforme expresso na tabela 4.

Durante a coleta de dados, em ambas culturas seguiu-se o procedimento de extrair a planta do vaso e retirar todo o solo em água corrente, lavando as raízes cuidadosamente planta por planta (Figura 7).

Posteriormente com o auxílio de um bisturi com lâmina 10, separou-se a parte aérea da raiz, cortando no colo da planta, estabelecendo um padrão para cada uma das culturas (Figura 6). Em uma balança analítica, aferiu-se o peso da parte aérea de todas as plantas, que posteriormente foram acondicionadas individualmente em sacos de papel identificados.



Figura 6. Metodologia de separação parte aérea/sistema radicular, neste caso foi utilizada a cultura do rabanete como demonstração.

Durante a colheita do rabanete, com um paquímetro digital pode-se obter o diâmetro de todos os rabanetes frescos, que posteriormente foram picados em tamanhos uniformes e condicionados em sacos de papel para ser submetidos ao processo de secagem em estufa de circulação de ar (Figura 8).

Tabela 4. Variáveis analisadas para as culturas.

Cultura	Variáveis						
	mfpa	mspa	mfsr	mssr	mfr	msr	dr
Rúcula	sim	sim	não	sim	não	não	não
Rabanete	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim

Legenda: mfpa: Massa fresca da parte aérea; mspa: Massa seca da parte aérea; mfsr: Massa fresca do sistema radicular; mssr: massa seca do sistema radicular; mfr: massa fresca do rabanete; msr: massa seca do rabanete; dr: diâmetro do rabanete.



Figura 7. Retirada da planta do vaso para lavagem do sistema radicular e corte da parte aérea.

As partes separadas das plantas, foram lavadas em água deionizada e secas em estufa de circulação forçada de ar a 40 °C por cinco dias (Figura 8). A massa seca e a massa seca de cada parte foram determinadas em balança analítica com precisão de 0,01 g.



Figura 8. Amostras condicionadas no interior da estufa de secagem.

Os resultados de cada parâmetro obtido foram submetidos à análise de variância, e quando o valor “F” foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-

Knott ao nível de 5 % de probabilidade. As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR[®] versão 4.0 (FERREIRA, 2000).

3. Descrição de cada experimento

3.1. Cultura da rúcula

Para a condução do experimento com a cultura da rúcula, tornou-se necessária a produção das próprias mudas para que não houvesse interferências nas análises futuras. Sendo assim, foram semeadas em média 10 sementes por célula em bandejas com substrato inerte (fibra de coco), no dia 03/12/2018 e passados 3 dias após a semeadura, realizou-se o transplatinho das mudas para os vasos contendo em cada 1000g do Latossolo Vermelho amarelo de textura média (LVAd) (Figura 9).



Figura 9. Transplanto (direita) e plantas de rúcula no 1º dia após o plantio (DAP) (esquerda).

O fornecimento hídrico para as plantas de rúcula foi realizado mantendo sempre o solo em 70 % da sua capacidade máxima de retenção de água, onde com o auxílio de uma balança, obtinha-se o peso do vaso/solo (1000 g) mais a quantidade de água necessária, que no caso era de 220 mL, somando-se então um total de 1220 g. Quando o peso do vaso/solo + água apresentava-se abaixo do valor total, era então efetuada a aplicação de água.

Foram realizadas duas adubações de cobertura (Tabela 3) com intervalos de 10 dias sendo a primeira em 20/12/2018 e a segunda no dia 30/12/2018.

A figura 10 apresenta a evolução e desenvolvimento dos tratamentos ao longo do período de desenvolvimento do trabalho.



Figura 10. Evolução de desenvolvimento das plantas.

3.1.1 Resultados: Rúcula

Na tabela 5, é possível observar as médias dos parâmetros avaliados nos diferentes tratamentos.

Tabela 5. Massa fresca da parte aérea (mfpa), massa seca da parte aérea (mspa) e massa seca do sistema radicular (mssr) de plantas de rúcula cultivadas com os fertilizantes fosfatados TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.

TRATAMENTO	mfpa (g)	mspa (g)	mssr (g)
Controle	6,8296	0,8125	0,1088
TMX	39,8564	2,8699	2,4584
TMX-1	35,7802	3,0313	2,9023
TMX-2	38,4050	2,7479	1,6190
TMX-3	41,5264	3,1509	1,7166
TMX-4	38,8242	3,2174	2,5873
TFM	29,4230	2,1746	1,1550
CV (%)	7,03	11,49	39,60

A figura 11 apresenta os resultados para Massa fresca da parte aérea (mfpa) das plantas de rúcula cultivadas com os diferentes fertilizantes fosfatados.

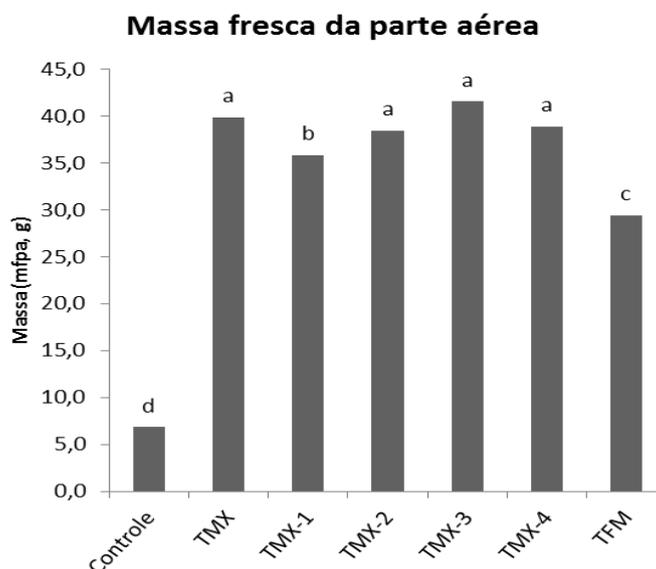


Figura 11. Massa fresca da parte aérea (mfpa) de plantas de rúcula cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5%) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Quanto à massa seca da parte aérea a figura 12, apresenta graficamente os

resultados para esta variável analisada nas plantas de rúcula submetidas aos diferentes tratamentos.

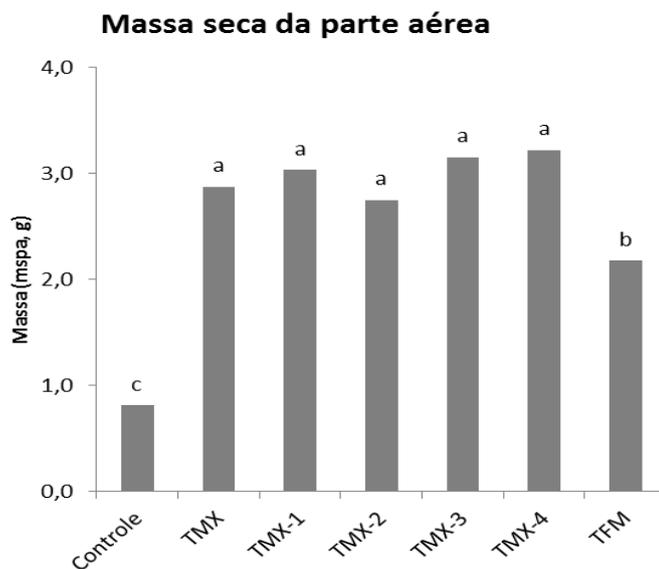


Figura 12. Massa seca da parte aérea (mSPA) de plantas de rúcula cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5%) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Na figura 13, é possível observar as médias referentes a Massa seca do sistema radicular (mSSR) para plantas de rúcula submetidas aos tratamentos com os diferentes fertilizantes fosfatados.

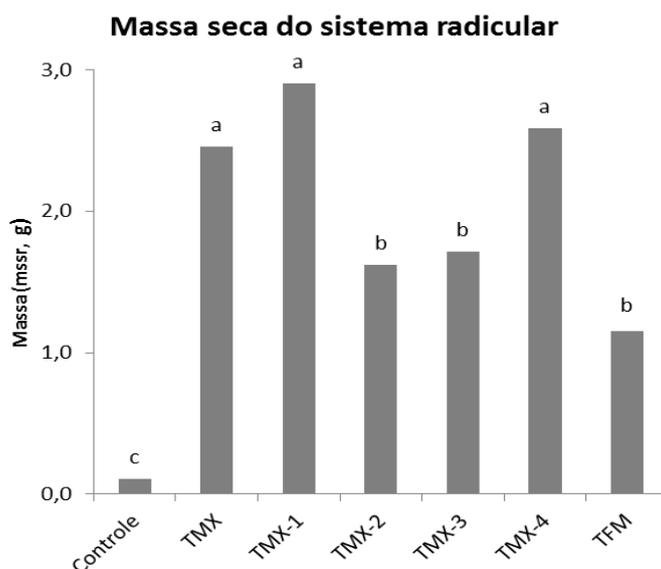


Figura 13. Massa seca do sistema radicular (mSSR) de plantas de rúcula cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5%) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

O gráfico abaixo (Figura 13) apresenta o comportamento de todas as variáveis avaliadas nas plantas de rúcula submetidas à fertilização com os diferentes adubos fosfatados.

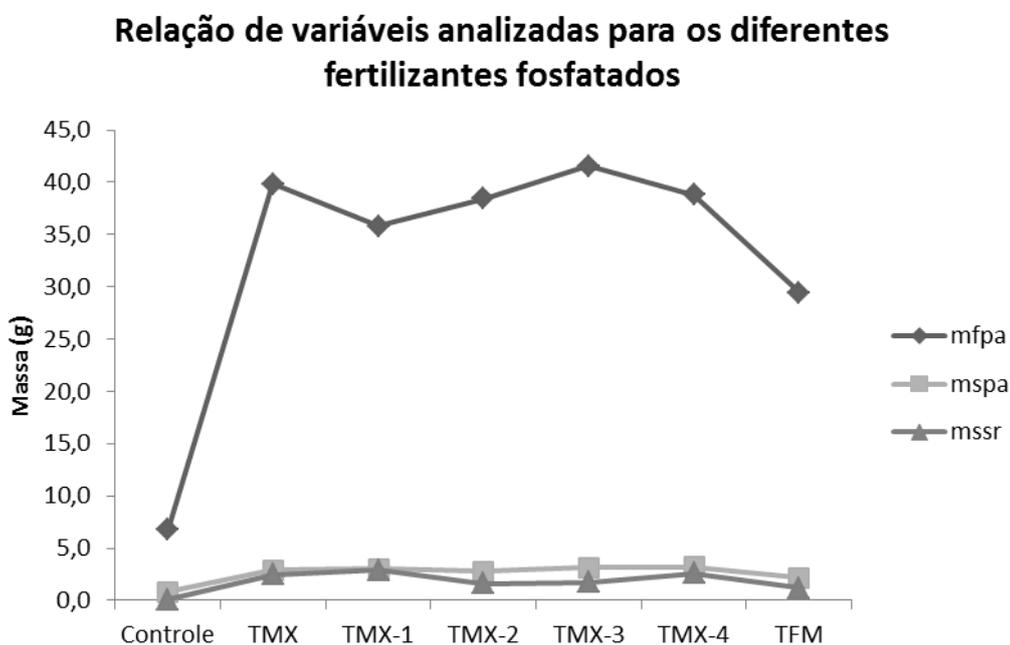


Figura 13. Massa fresca da parte aérea (mfpa); Massa seca da parte aérea (mspa) e Massa seca do sistema radicular (mssr) de plantas de rúcula cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.

A figura 13 apresenta uma repetição de cada tratamento posicionado lado a lado.



Figura 13. Comparativo entre os tratamentos onde: TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.



Figura 14. Comparativo do desenvolvimento radicular e parte aérea entre os tratamentos onde: TERMAX (TMX), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.

3.2. Cultura do Rabanete

Cultivado nos vasos preenchidos com o Latossolo Vermelho amarelo de textura média (LVAd), com o plantio realizado no dia 06/12/2018, sendo a semeadura efetuada diretamente no solo por meio de pequenos orifícios feitos na superfície onde foram colocadas 4 sementes de rabanete cultivar Saxa (Figura 15).

No dia 10/12/2018 foi realizado o desbaste visando deixar apenas uma planta por vaso. A umidade do solo foi mantida em 70 % da capacidade máxima de retenção de água do solo, onde com o auxílio de uma balança obtinha-se o peso do vaso/solo (1000g) mais a quantidade de água necessária, que no caso era de 220 mL, somando-se então um total de 1220 g. Quando o peso do conjunto (vaso/solo + água) apresentava-se abaixo do valor total, realizava-se a irrigação.

As adubações de cobertura foram efetuadas segundo tabela 3, em duas parcelas, sendo a primeira no dia 20/12/2018 e a segunda no dia 30/12/2018.



Figura 15. Semeadura do rabanete diretamente no solo do vaso.

A figura 16 apresenta a evolução e desenvolvimento dos tratamentos ao longo do período de condução do trabalho.



Figura 16. Evolução de desenvolvimento das plantas.

3.2.1 Resultados: Rabanete

A tabela 6, apresenta as médias dos parâmetros avaliados bem como o coeficiente de variação para cada uma delas.

Tabela 6. Massa fresca da parte aérea (mfpa), massa fresca do rabanete (mfrb), massa seca da parte aérea (mspa), massa seca do rabanete (msrb) e diâmetro do rabanete (dr), de plantas de rabanete cultivadas com os fertilizantes fosfatados TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.

TRATAMENTO	mfpa (g)	mfrb (g)	mspa (g)	msrb (g)	dr (cm)
Controle	3,0627	0,4006	0,2491	0,0409	6,7474
TMX	15,3500	12,0870	1,2812	0,86476	26,5016
TMX-1	12,2914	7,1532	0,9875	0,6774	22,1324
TMX-2	9,6874	8,0126	0,9760	0,63862	24,2850
TMX-3	11,4700	5,9688	0,9896	0,53064	21,2900
TMX-4	18,1280	7,0656	1,5262	0,83952	26,0224
TFM	11,0550	10,4802	0,9102	0,88456	27,0740
CV (%)	19,41	27,00	17,71	37,51	12,87

Na figura 16 observam-se as médias dos diferentes tratamentos quanto a variável Massa fresca da parte aérea (mfpa) de plantas de rabanete submetidas aos tratamentos.

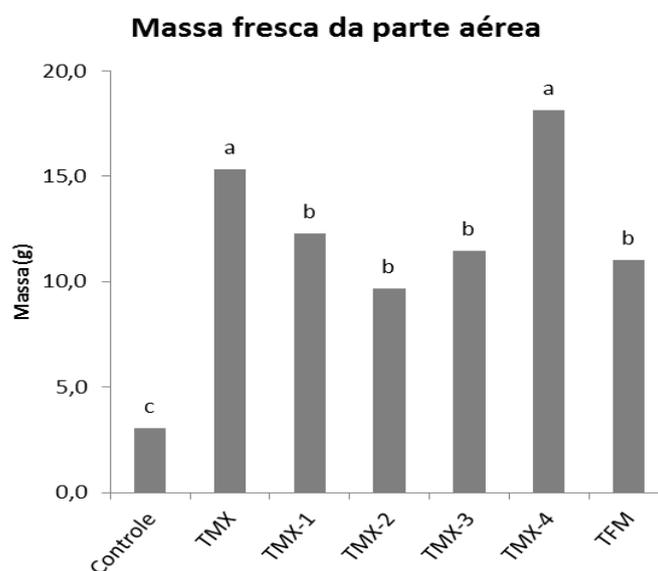


Figura 16. Massa fresca da parte aérea (mfpa) de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5 %) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

O gráfico abaixo apresenta os resultados referentes à variável Massa seca da parte aérea (mspa) de rabanetes submetidos aos tratamentos de adubação fosfatada (Figura 17).

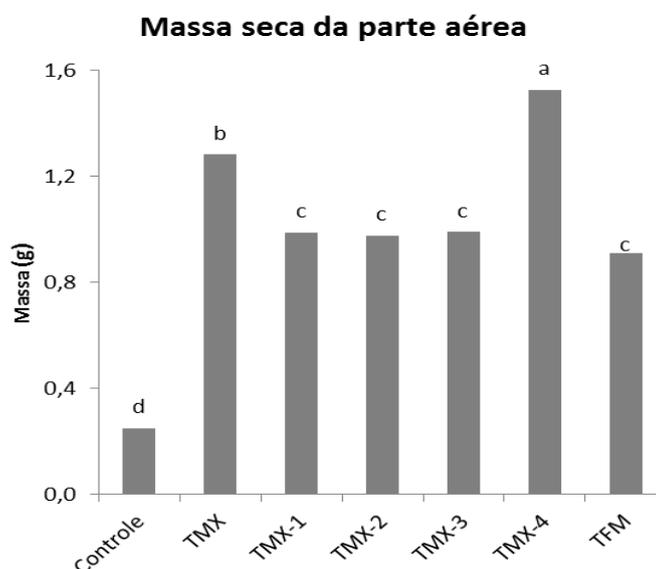


Figura 17. Massa seca da parte aérea (mspa) de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termo fosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5 %) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Observam-se na figura 18, os resultados para massa fresca do rabanete (mfrb) das plantas submetidas aos diferentes tratamentos.

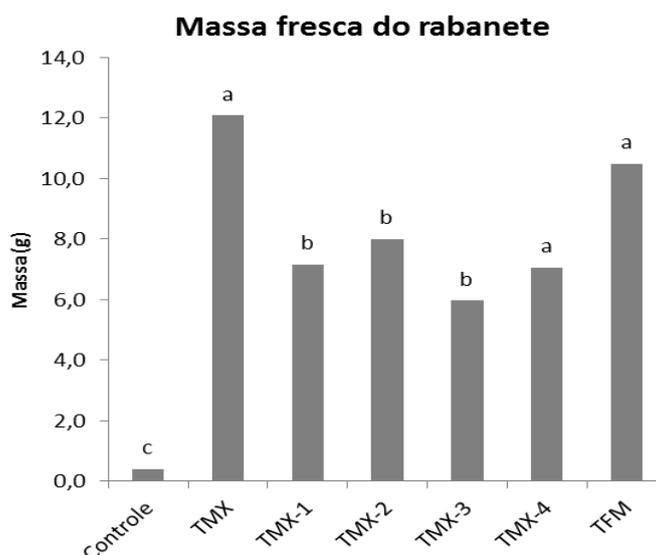


Figura 18. Massa fresca do rabanete (mfrb) de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termo fosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5 %) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Ao analisar a massa seca do rabanete (msrb) a figura 19 apresenta o resultado para os diferentes tratamentos com fertilizantes fosfatados.

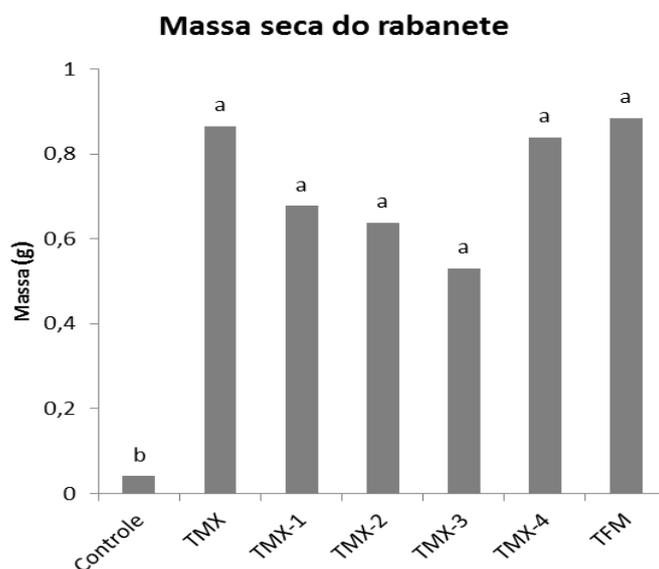


Figura 19. Massa seca do rabanete (msrb) de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termo fosfato magnesiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5 %) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

Em relação ao diâmetro dos rabanetes (dr) colhidos nas parcelas dos tratamentos, observa-se na figura 20 a resposta entre os diferentes tratamentos.

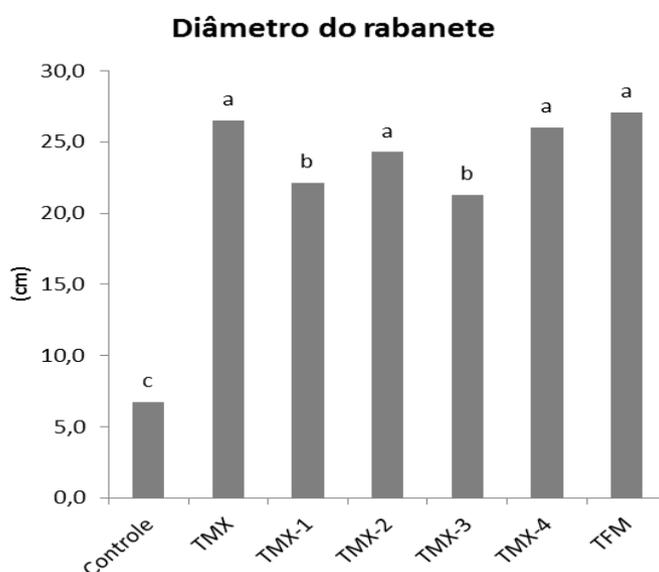


Figura 20. Diâmetro do rabanete (dr) de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termo fosfato magnesiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada. Os dados foram avaliados pelo teste Scott-Knott (5 %) onde letras iguais não diferem estatisticamente entre si.

A figura 21 apresenta uma repetição de cada tratamento posicionado lado a lado.

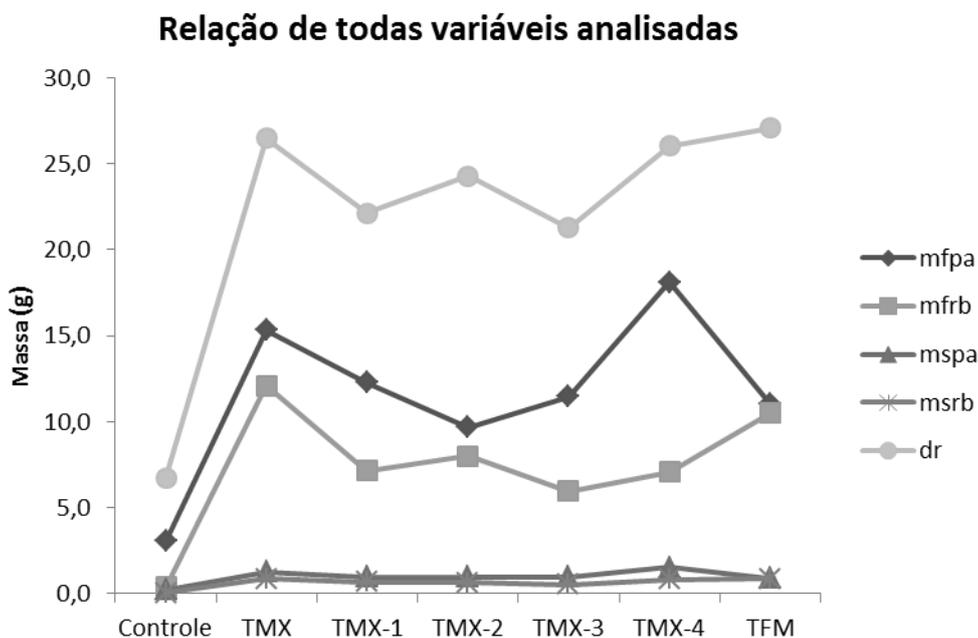


Figura 21. Massa fresca da parte aérea (mfpa); Massa seca da parte aérea (mspa); Massa fresca do rabanete (mfrb); Massa seca do rabanete (msrb) e Diâmetro do rabanete (dr), de plantas de rabanete cultivadas com TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.

A figura 22 apresenta uma repetição de cada tratamento posicionado lado a lado.



Figura 22. Comparativo entre os tratamentos onde: TERMAX (TMX), protótipos de desenvolvimento (TMX-1, TMX-2, TMX-3, TMX-4), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada.



Figura 23. Comparativo entre os tratamentos onde: TERMAX (TMX), Termofosfato magnésiano (TFM) e o tratamento Controle sem adubação fosfatada, em relação ao crescimento da parte aérea e sistema radicular.

4. Conclusões

- ▷ Todos os tratamentos com fertilizante fosfatados apresentaram melhores resultados em relação ao tratamento controle;
- ▷ Para maioria das variáveis avaliadas o fertilizante TERMAX apresentou o melhor desempenho em relação aos demais fertilizantes e tratamento controle;
- ▷ Os resultados ora obtidos podem divergir em caso de reprodução devido aos fatores relacionados a tipo de solo, condições do ambiente, condução e metodologia empregada;
- ▷ Mais estudos devem ser realizados para respaldar os resultados obtidos até o momento.

5. Referências Bibliográficas

GRAETZ, D. A.; NAIR, V. D. Phosphorus sorption isotherm determination. In: PIERZYNSKI, G. M. (Ed.). **Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and waters**. Washington, DC: USDA-CSREES Regional Committee, 2000. p. 35-38. (Southern Cooperative Series Bulletin, 396).

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.