



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS CURSO DE AGRONOMIA**

FRANCISCA PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CRESCIMENTO E MICRORGANISMOS
DA RIZOSFERA DE CAPUCHINHA**

POMBAL-PB

2024

FRANCISCA PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CRESCIMENTO E MICRORGANISMOS
DA RIZOSFERA DE CAPUCHINHA**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado ao Centro de Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador(a): Dra. Adriana Silva Lima

**Pombal –PB
2024**

S586

Silva, Francisca Pereira da.

Adubação orgânica e mineral no crescimento de **microorganismo da risosfera de capuchinha** / Francisca Pereira da Silva. – Pombal, 2024.

49 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.

“Orientação: Profa. Dra. Adriana Silva Lima”.

Referências.

1. *Tropaeolum majus* L. 2. Microbiota. 3. Simbiose. 4. Planta medicinal. 5. Manejo nutricional. I. Lima, Adriana Silva. II. Título.

CDU 582.751.3(043)

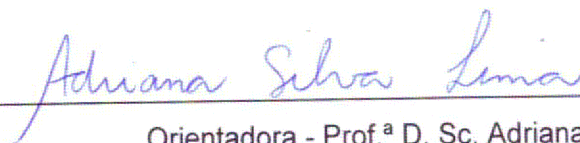
FRANCISCA PEREIRA DA SILVA

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL NO CRESCIMENTO E MICRORGANISMOS
DA RIZOSFERA DE CAPUCHINHA**

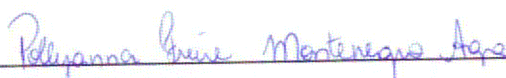
Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado ao Centro de Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 22/10/2024

BANCA EXAMINADORA



Orientadora - Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima
(UAGRA/CCTA/UFCG)
(Orientadora)



Membro – Prof.^a D. Sc. Pollyanna Freire Montenegro Agra
(UAGRA/CCTA/UFCG)
(Examinadora)



Membro – Msc. Iara Almeida Roque
(PPGHT/UAGRA/UFCG)
(Examinadora)

**Pombal –PB
2024**

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Maria de Fatima da Silva (In memoriam) e Pedro Pereira de Lima por trazeremem seu legado traços de muito trabalho e amor, aminha filha, Sophia Pereira da Silva aquela que é meu combustível diário e, aos meus irmãos, em especial Damiana da Silva Pereira e DamiresPereira da Silva, que sempre se fizeram presentes e acolheram esse sonho daminha graduação, o meu muito obrigada!
Ofereço!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ser fonte de determinação, cuidado e amor pela saúde e sabedoria necessárias.

A meus pais, Maria de Fatima (In memoriam) e Pedro, meus irmãos e cunhados, pelo incentivo e mão amiga de sempre.

Agradeço a minha segunda família Claudiege Fernandes, Vera Lucia Fernandes, Alzelita, Pietro Fernandes, Lúcia Fernandes e David Fernandes que tanto me apoiaram.

A minha querida orientadora, Adriana Lima por todas as orientações e pela disponibilidade. Grata por todo cuidado e por tudo que me ensinou ao longo desses anos.

Agradeço a meus amigos de infância e aos que a universidade me proporcionou, Roseane Emiliano, Lígia Alves, Izabela Alves, Bia Viana, Layne Cordeiro, Emanuel Lopes, Fabrício Miguel, Juliana Cariri, Luana Oliveira, Elizabete Leandro, Amelia, Beatriz Leandro, Caroline Leandro, Val e Jane.

A todos que contribuíram de alguma forma com o trabalho, desde as avaliações até ajuda na realização dos tratamentos culturais, Juliana, Leandro e Valeria.

A banca pela disponibilidade e contribuições.

A Universidade Federal de Campina Grande, pelo acolhimento e conhecimentos repassados.

EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 Aspectos gerais da capuchinha	17
3.2 Rizosfera e microrganismos	19
3.3 Adubação orgânica e mineral	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Localização	22
4.2 Tratamentos e delineamento estatístico	22
4.3 Semeadura e manejo nutricional	23
4.4 Variáveis de crescimento	24
4.5 Variáveis de desenvolvimento	24
4.6 Tratos culturais	24
4.7 Avaliação dos microrganismos	25
4.8 Análises estatísticas	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Fitomassa seca das raízes de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024. 27
- Figura 2: Fitomassa seca da parte aérea de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.....28
- Figura 3: Fitomassa seca total de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.....**Erro! Indicador não definido.**29
- Figura 4: Número de folhas de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024**Erro! Indicador não definido.**.....30
- Figura 5: Número de flores de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.....31
- Figura 6: Altura de capuchinha vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024 32
- Figura 7: Diâmetro das hastes das plantas de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.....33
- Figura 8: Contagem de microrganismos em Log₁₀ UFC (Unidades formadoras de Colônias) (g solo), utilizando o método de inoculação de suspensões diluídas de solo em meios de cultura específicos ágar nutriente para bactérias, Batata Dextrose Ágar (BDA) para fungos e Batata Dextrose Ágar (BDA) acrescido de amido para actinomicetos, solo LUVISSOLO Crômico da área pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal para o experimento, profundidade de 0 a 20 cm. Pombal-PB, 20241. 34
- Figura 9:** Densidade e ocorrência de actinomicetos na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%.UFCG/Pombal-PB, 2024.....37
- Figura 10:** Densidade e ocorrência de bactérias na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%.UFCG/Pombal-PB,

2024.....38

Figura 11: Densidade e ocorrência de fungos na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%.UFCEG/Pombal-PB, 2024.....38

Figura 12: Densidade e ocorrência de actinomicetos na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e o solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCEG/Pombal-PB 2024 39

Figura 13: Densidade e ocorrência de bactérias na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%.UFCEG/Pombal-PB, 2024.....39

Figura 14: Densidade e ocorrência de fungos na rizosfera de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%.UFCEG/Pombal-PB, 2024.....40

Figura 15: Comparativo da densidade e ocorrência de microrganismos na rizosferade capuchinha quando avaliado apenas o solo e posteriormente avaliado com os tratamentos. Onde os tratamentos foram, solo (testemunha, sem adubação); Adubação mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCEG/Pombal-PB, 2024.....41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do Luvissole Crômico.....	23
Tabela 2: Análise de variância da fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), número de folhas (NF) e diâmetro da haste (DC), altura da planta (AP) de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação) (T1); Adubação Mineral (T2); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50% (T3), 75% (T4), 100%, (T5), 125% (T6) e 150 (T7). UFCG/Pombal-PB, 2024.....	26
Tabela 3: Resumo das análises de variância das fontes de variação adubação, produto e ocorrência de microrganismos, para a variável de densidade obtida por Log UFC de microrganismos (Actinomicetos, Bactérias e Fungos).....	35

RESUMO

A capuchinha (*Tropaeolum majus L.*), uma planta alimentícia não convencional (PANC), possui alto valor nutricional e promove a atividade de microrganismos rizosféricos. A adubação orgânica intensifica essa interação, beneficiando o desenvolvimento vegetal e a fertilidade do solo. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a ocorrência e densidade microrganismos da rizosfera e o crescimento de capuchinha (*Tropaeolum Majus L.*) submetida a adubações orgânica e mineral. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentarda Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. Em que o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, sendo sete tratamentos e uma cultivar de capuchinha (*Tropaeolum majus L.*), com quatro repetições e duas plantas por parcela, totalizando 56 unidades experimentais. Os tratamentos foram: T1= Sem adubação (testemunha); T2 = Adubação nitrogenada (AN); T3= Adubação com esterco na proporção de 50%, T4= Adubação com esterco na proporção de 75%, T5= Adubação com esterco na proporção de 100%, T6= Adubação com esterco na proporção de 125%, T7= Adubação com esterco na proporção de 150% da recomendação. Avaliou a ocorrência e a densidade de actinomicetos, bactérias e fungos pelo método do plaqueamento em gotas em meios específicos. Para o crescimento foram feitas avaliações dos parâmetros de desenvolvimento das plantas após 83 dias, tais como: altura, número de folhas e flores e diâmetro de haste. Os dados obtidos foram avaliados pelo teste 'F', nos casos de significância foi realizado teste de comparação de médias scott knott a 5% de probabilidade. A adubação orgânica melhorou o desenvolvimento da parte aérea de capuchinha, induziu o florescimento e uma maior densidade e bactérias em sua rizosfera, no entanto as populações de bactérias, fungos e actinomicetos foram inferiores ao do solo.

Palavras-chave: *Tropaeolum majus L.*, Microbiota, Simbiose, Planta medicinal, manejo nutricional.

ABSTRACT

Nasturtium (*Tropaeolum majus* L.), an unconventional food plant (UFP), has high nutritional value and promotes the activity of rhizosphere microorganisms. Organic fertilization intensifies this interaction, benefiting plant development and soil fertility. In this sense, the objective was to evaluate the occurrence and density of microorganisms in the rhizosphere and the growth of nasturtium (*Tropaeolum Majus* L.) subjected to organic and mineral fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse belonging to the Center for Agro-Food Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, Pombal-PB. The experimental design used was randomized blocks, with seven treatments and one cultivar of nasturtium (*Tropaeolum majus* L.), with four replicates and two plants per plot, totaling 56 experimental units. The treatments were: T1 = No fertilization (control); T2 = Nitrogen fertilization (AN); T3 = Fertilization with manure at a proportion of 50%, T4 = Fertilization with manure at a proportion of 75%, T5 = Fertilization with manure at a proportion of 100%, T6 = Fertilization with manure at a proportion of 125%, T7 = Fertilization with manure at a proportion of 150% of the recommendation. The occurrence and density of actinomycetes, bacteria and fungi were evaluated by the drop plating method in specific media. For growth, evaluations of plant development parameters were made after 83 days, such as: height, number of leaves and flowers and stem diameter. The data obtained were evaluated by the 'F' test, in cases of significance a Scott Knott mean comparison test was performed at 5% probability. Organic fertilization improved the development of the aerial part of nasturtium, induced flowering and a greater density of bacteria in its rhizosphere, however the populations of bacteria, fungi and actinomycetes were lower than those in the soil.

Keywords: *Tropaeolum majus* L., Microbiota, Symbiosis, Medicinal plant, nutritional management.

1 INTRODUÇÃO

Vivemos um momento propício de reconhecimento e resgate dos alimentos regionais especialmente devido à elevação do setor gastronômico no país, e a adoção da culinária como antídoto ao estilo de vida exigido pela agroindústria e pelos padrões atuais de alimentação, visto que existe um acréscimo constante na demanda por alimentos mais balanceados e saudáveis, sem o uso de defensivos agrícolas, produzidos de forma artesanal e com matéria prima com o mínimo de processamento industrial, o que tem colaborado para o resgate da agricultura familiar como importante ator sócio cultural (ABRAS; CATÃO, 2018).

Nos últimos anos, tem sido observado um crescente interesse pelas hortaliças não convencionais, também conhecidas como Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), que proporcionam benefícios significativos para a alimentação humana, fornecendo minerais, vitaminas e fibras. Essas plantas, muitas vezes de distribuição restrita a determinadas localidades, têm um papel importante na promoção de uma alimentação diversificada e sustentável (MARTINS et al., 2018).

A Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) e está entre as flores comestíveis mais populares (Lim, 2014). Toda a estrutura floral destas espécies é comestível e são usadas em saladas ou como guarnição para embelezar sobremesas (Fernandes et al., 2019).

Além de embelezar os pratos, suas flores e folhas são uma excelente fonte dietética de luteína, um carotenoide que ajuda a reduzir o risco de degeneração macular e outras doenças oculares, como a catarata, especialmente em idosos (BORGUINI, 2018). A capuchinha também é valorizada por suas propriedades medicinais. Estudos demonstram que suas folhas e flores têm sido usadas no tratamento de diversas condições, incluindo hipertensão, inflamações, infecções do trato urinário, e até mesmo como um potencial anticarcinogênico (VALSALAM et al., 2019). Além disso, a planta possui atividades diuréticas, anti-hipertensivas e antidiabéticas, o que reforça sua relevância tanto na alimentação quanto na medicina popular (JURCA et al., 2018).

A adubação orgânica, utilizando resíduos provenientes da própria propriedade rural ou de áreas próximas, é uma prática comum na gestão das lavouras de pequenos agricultores. (SEVERINO et al., 2006). O uso intensivo desse tipo de fertilização resulta em alterações importantes na fertilidade química dos solos. (BRITO et al.,

2005). Além disso, assegura a sustentabilidade dos sistemas agrícolas nas zonas rurais, já que influencia de maneira direta e indireta as características físicas, químicas e biológicas do solo, bem como o desenvolvimento das plantas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Fertilizantes ou adubos são substâncias químicas, minerais ou orgânicas, naturais ou sintéticas, que podem ser usadas isoladamente ou em combinação, com o objetivo de fornecer os nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Quando aplicados de maneira correta e nas quantidades adequadas ao solo, esses insumos ajudam a melhorar suas propriedades químicas, físicas ou biológicas, contribuindo para o aumento da produtividade e a qualidade das culturas (ZONTA et al., 2021).

Por fim, o papel dos microrganismos do solo, especialmente aqueles presentes na rizosfera – a região do solo influenciada pelas raízes – é fundamental para o crescimento saudável das plantas, incluindo as PANC. Esses microrganismos melhoram a saúde das plantas, protegem contra patógenos e desempenham funções essenciais nos ciclos biogeoquímicos, além de contribuírem para a biorremediação e o tratamento de águas residuais (DUBEY A, et al, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a ocorrência e densidade de microrganismos da rizosfera e o crescimento de capuchinha (*Tropaeolum Majus* L.) submetida a adubações orgânica e mineral.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos dos distintos tratamentos no crescimento e desenvolvimento da capuchinha;

Verificar os efeitos da aplicação de adubos orgânicos e minerais sobre a densidade de microrganismos presentes na rizosfera de capuchinha;

Avaliar a influência de microrganismos da rizosfera no crescimento da capuchinha;

Determinar a ocorrência e densidade de bactérias, fungos e actinomicetos na rizosfera de capuchinha cultivadas sob adubação orgânica e mineral.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais da capuchinha

A capuchinha, é uma planta herbácea nativa da América do Sul, cultivada em muitas partes do mundo por suas flores radiantes e seu valor nutricional. Além de ser utilizada como planta ornamental, suas folhas, flores e sementes são comestíveis (CESSA et al., 2009).

A espécie *Tropaeolum majus* L. pertence à família Tropaeolaceae. O nome genérico *Tropaeolum* deriva do grego tropaion, significando tropa, em alusão à forma escudo-like das folhas, frequentemente acompanhadas de flores com formatos semelhantes a capacetes. A nomenclatura popular capuchinha é atribuída à semelhança da folha vista posteriormente com um capuz. Além disso, *T. majus* é conhecida por diversas denominações regionais, incluindo chaguinha, alcaparra-de-pobre, chagas, mastruço-do-peru, papagaios, flor-de-sangue, agrião-do México e Nastúrcio (REIS, 2006; DURAN, 2017).

Tropaeolum majus L. é uma planta herbácea semi-perene e suculenta, caracterizada por ramos rasteiros e retorcidos. Sua rusticidade permite fácil adaptação a diferentes ambientes, tornando-a uma espécie cosmopolita, amplamente distribuída em diversas regiões do mundo (LOPES et al., 2007; BARBOSA et al., 2012). Do ponto de vista botânico, *T. majus* pode ser classificada como hortaliça multifuncional, pois suas folhas, flores e hastes são comestíveis, apresentando sabor acre e picante devido à presença de compostos sulfurosos, similares aos encontrados em *Nasturtium officinale* (ZURLO & BRANDÃO, 1989, CITADO POR CESSA, MOTA E MELO, 2009).

Relatos indicam que as tripulações dos antigos navios à vela utilizavam a capuchinha, consumindo seus brotos, botões florais e sementes, devido às suas conhecidas propriedades antiescorbúticas e antissépticas. As folhas, tanto frescas quanto secas, quando preparadas em infusão, são recomendadas como diurético e desinfetante das vias urinárias. Além disso, o suco extraído das folhas, quando misturado ao leite quente, é utilizado no tratamento de afecções pulmonares e como expectorante (PANIZZA, 1997).

Dentre as diversas PANC's existentes e que apresentam várias vantagens a população, encontram-se a capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) uma planta cultivada em várias partes do mundo por sua rusticidade e pela facilidade de adaptação a

diferentes climas (SANGALLI; VIEIRA; ZÁRATE, 2004), de importância econômica com ampla utilização medicinal, visto que possui compostos de interesse econômico podem-se citar o óleo de Lorenzo utilizado no tratamento da adrenoleucodistrofia (doença genética rara) (PINTÃO; PAIS, 1994, apud SILVA, 2017).

As flores são fonte de luteína, que está relacionada com a redução do risco de doenças, como a catarata e a degeneração macular, principal causa de cegueira entre os idosos (NIIZU, 2005; BORGUINI, 2018). A expressão “não convencionais” se aplica a plantas nativas ou exóticas, espontâneas ou cultivadas, que estão à margem da cadeia produtiva e, por isso, desconhecidas e ignoradas pela maior parte da população. As PANC's fazem parte do banco de sementes da terra. São pioneiras, as primeiras a germinar após o manejo do solo para plantio, são consideradas invasoras e, devido à ação antrópica, hoje estão disseminadas por todo o Planeta, sendo consideradas cosmopolitas (SARTORI et al., 2020).

No entanto, o cultivo dessas flores é diferenciado em relação a outros vegetais, sendo realizado em ambientes protegidos, com controle rigoroso de luz e água, e sem o uso de pesticidas. Isso garante que as flores sejam seguras para o consumo, mas também limita sua disponibilidade em mercados convencionais. Vale ressaltar que nem todas as flores são comestíveis; espécies como a azaleia, o lírio e o copo-de-leite, por exemplo, contêm compostos tóxicos e não devem ser ingeridas (SOUZA et al., 2020). Outro aspecto importante relacionado à capuchinha e a outras PANC é sua capacidade de adaptação e fácil propagação.

A capuchinha pode ser cultivada tanto por sementes quanto por estaquia via reprodução assexuada, o que facilita seu cultivo em diferentes ambientes (SILVA et al., 2010).

Inicialmente o cultivo da goiabeira (*Psidium guajava* L.) em condições de sequeiro associada ao desenvolvimento de pesquisas voltadas para essa cultura, tornaram-na a contemplar destaque na produção de frutíferas irrigadas da atualidade (CASTRO; RIBEIRO, 2020). Os autores informaram também que essa cultura apresenta elevado valor também para os produtores de pequeno porte, destacando sua relevância econômica para o semiárido Nordeste.

Os frutos da goiabeira são estimados principalmente devido sua composição, valor nutricional sendo fonte de vitamina C, devido também seu sabor e aroma, além do mais, o consumo pode se dá tanto na sua conformação natural como também

industrializado (MARTINS et al., 2020).

Os autores divulgaram em sua estudo que a irrigação suplementar apresenta efeito sobre a composição química do fruto, podendo provocar diminuição do pH eo teor de sólidos solúveis totais dos frutos.

O cultivo da goiabeira irrigada apresenta diversas vantagens, principalmente no Nordeste, culminando em perspectivas mais amplas de mercado, isso ocorre porque o efeito da irrigação sobre essa cultura inclui aumento de produtividade e assim como no seu ciclo, além disso, existe a probabilidade de que ocorra mais de uma safra por ano (CASTRO; RIBEIRO, 2020). Os autores destacaram também que essa elevada produção destinada ao processamento resulta em trabalho com a total capacidade da fábrica, existindo a possibilidade real de alcançar mercados externos em locais que não há essa fruta para consumo in natura.

3.2 Rizosfera e microrganismos

O semiárido brasileiro é caracterizado pela baixa disponibilidade de água, ocasionada por precipitações concentradas em alguns meses do ano, seguidos de extensos períodos de estiagem e elevada evapotranspiração ao longo do ano, o que acarreta insegurança hídrica nessa região (ALMEIDA et al., 2021). As secas que ocorrem são marcadas pela irregularidade, sendo possível a ocorrência de anos totalmente secos e secas parciais, além disso, esse fenômeno contribui com a degradação do ambiente, resultando no aumento do processo de desertificação no semiárido brasileiro (TAVARES et al., 2019).

A rizosfera é um ambiente fascinante e crucial para o crescimento das plantas, onde ocorre uma interação complexa entre as raízes das plantas e uma diversidade de microrganismos do solo. Estes microrganismos desempenham papéis fundamentais na disponibilização de nutrientes, na proteção contra patógenos e na promoção do crescimento das plantas. Nesse contexto, o estudo dos microrganismos da rizosfera da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), uma planta conhecida por suas propriedades ornamentais, culinárias e medicinais, submetida a diferentes tipos de adubação, seja orgânica ou mineral, torna-se de grande relevância para compreender os efeitos dessas práticas na ecologia do solo e na produtividade das culturas (TOMAZELLI et al, 2024).

O solo é um ecossistema dinâmico e diverso, abrigando uma rede intrincada

derelações entre organismos. Essa complexidade é crucial para manter o equilíbrio ecológico, incluindo o ciclo de nutrientes. O solo apresenta características exclusivas que o tornam um sistema singular na biosfera, desempenhando um papel fundamental na manutenção da biodiversidade (RAAIJMAKERS et al., 2009).

TORTORA (2017, p. 2) definiu micróbios como:

Os micróbios, também chamados de microrganismos, são seres vivos minúsculos que são, em geral, individualmente muito pequenos para serem visualizados a olho nu. O grupo inclui bactérias, fungos (leveduras e bolores), protozoários e algas microscópicas. Também inclui os vírus, entidades acelulares muitas vezes consideradas como o limite entre o vivo e o não vivo (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017, p. 2).

Os microrganismos do solo se fazem importantes nos sistemas naturais e agrícolas, principalmente sob influência direta das raízes, que possibilitam sua proliferação por influência dos exsudatos radiculares servindo como substrato para crescimento seletivo de microrganismos do solo, capazes de utilizar eficientemente determinado substrato, denominado efeito rizosférico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Por sua vez, os microrganismos influenciam a composição e a quantidade de vários componentes dos exsudatos radiculares, por meio de seus efeitos no metabolismo das células da raiz, bem como no estado nutricional das plantas (CARDOSO; ANDREOTE, 2007).

Microrganismos, apesar de minúsculos e simples, têm uma importância fundamental nos ecossistemas. Atuam desde a captação de energia solar até transformações complexas na Terra, com destaque para os microrganismos de regeneração, que desempenham papel vital na saúde do solo e das plantas, e os microrganismos degenerativos, que participam da decomposição de matéria orgânica (VILAVELHA, 2020).

Em resumo, o estudo dos microrganismos da rizosfera de capuchinha submetida a diferentes práticas de adubação oferece insights importantes sobre os efeitos dessas práticas na ecologia do solo e na saúde das plantas. Ao compreender melhor a interação entre as plantas, os microrganismos do solo e os diferentes tipos de adubação, podemos desenvolver estratégias mais sustentáveis e eficientes para a agricultura, promovendo a produtividade agrícola e a conservação do ambiente.

3.3 Adubação orgânica e mineral

Os adubos orgânicos apresentam benefícios significativos para o meio ambiente. No campo e nas cidades, é comum o desperdício de resíduos que podem ser reaproveitados para produzir compostos orgânicos, sem custo adicional, realizando a ciclagem de nutrientes e melhorando a matéria orgânica do solo. Esse processo favorece a nutrição e o crescimento das plantas (MORAIS, 2019).

Dentre os fertilizantes orgânicos, o nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais importantes. No esterco, a maior parte do nitrogênio está presente em compostos orgânicos que precisam ser mineralizados por microrganismos do solo em formas como amônio ou nitrato, antes de serem absorvidos pelas plantas. As taxas de mineralização dependem da atividade microbiana, que varia de acordo com as propriedades da matéria orgânica (como a relação carbono/nitrogênio e o conteúdo de lignina), fatores ambientais (como temperatura e umidade) e a incorporação da matéria orgânica no solo. No entanto, se a liberação de nitrogênio não estiver sincronizada com a absorção pela planta, pode ocorrer deficiência de N (DEVECCHIO, 2024).

Além dos fertilizantes orgânicos, existem os fertilizantes minerais, que podem ser compostos por substâncias inorgânicas ou por compostos orgânicos sintéticos, como a ureia $[CO(NH_2)_2]$. Os fertilizantes minerais são divididos em três classes: fertilizantes simples, que contêm um ou mais nutrientes primários ou micronutrientes, como ureia e cloreto de potássio (KCl); fertilizantes mistos, que resultam da mistura de dois ou mais fertilizantes simples; e fertilizantes complexos, que são formados por processos que geram dois ou mais compostos químicos, fontes de nutrientes para as plantas. (DEVECCHIO, 2024).

Os microrganismos desempenham um papel crucial na manutenção da fertilidade do solo por meio da ciclagem de nutrientes, influenciando sua disponibilidade, melhorando a estrutura do solo, apoiando o crescimento saudável das plantas e degradando poluentes orgânicos. Além disso, esses organismos têm uma função estrutural importante no solo. A excreção de substâncias que cimentam os agregados do solo ajuda a evitar a erosão, enquanto fungos filamentosos contribuem para a agregação do solo através de suas hifas e sua capacidade de formar uma rede capilar (VILAVELHA, 2020).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

A pesquisa foi desenvolvida em ambiente telado no Centro e Ciências de Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 06° 46' 13" S de latitude e 37° 48' 06" W de longitude, a uma altitude de 184 m. O clima da referida cidade de acordo com o sistema de classificação internacional de Köppen é tipo semiárido (Bsh), ou seja, quente e seco, possui média de precipitação pluviométrica anual de 750 mm, no entanto, ocorrem variações interanuais. Chuvas de outono e verão recorrentes e os meses mais chuvosos são fevereiro, março e abril, os quais concentram de 60 a 80% do total da precipitação anual. Os valores de temperatura média anual é de 26,7 °C.

4.2 Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento empregado foi o de blocos casualizados (DBC), constando de sete tratamentos, e utilizando uma cultivar de capuchinha (*Tropaeolum majus* L.), com quatro repetições e duas plantas por parcela, totalizando 56 unidades experimentais.

Os tratamentos foram: T1= Solo sem adubação (testemunha); T2 = Adubação Mineral (AN); T3= Adubação com esterco na proporção de 50%, T4= Adubação com esterco na proporção de 75%, T5= Adubação com esterco na proporção de 100%, T6= Adubação com esterco na proporção de 125%, T7= Adubação com esterco na proporção de 150% da recomendação sugerida por Silva et al, (2018).

No experimento foram utilizados vasos plásticos de cinco litros (5L) de capacidade, preenchidos com 0,8 kg de brita (número zero) a qual cobriu a base do vaso seguida de solo, proveniente de área pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, coletado na profundidade de 0 a 20 cm.

As análises dos atributos físicos e químicos do solo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos físicos e químicos do Luvissole Crômico.

Atributos físicos	Valores
Areia	72,94%
Silte	13,27%
Argila	13,79%
Classificação textural	Franco Arenoso
Atributos químicos	Valores
pH (H ₂ O)	6,82
P (mg kg ⁻¹)	132,35
M.O (gkg ⁻¹)	5,85
Al ³⁺	0,20
H+Al ³⁺	2,55
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,52
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,23
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,10
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	4,90
CTC (cmol _c dm ⁻³)	12,30

P, K⁺ e Na⁺: Extrator Mehlich⁻¹; H⁺+Al³⁺: Extrator acetato de Ca⁺² 0,5 mol/L a pH 7; Ca⁺², Mg⁺²: Extrator KCl 1mol L⁻¹; M.O = Matéria orgânica;

O esterco utilizado foi adquirido na Fazenda Experimental Rolando Enrique Rivas Castellón da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), no município de São Domingos – PB, localizada a 30 km do campus de Pombal, sendo a mistura de esterco bovino, caprino e ovino, com 60 dias de maturação.

4.3 Semeadura e manejo nutricional

A semeadura da capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) foi realizada diretamente nos vasos, em 22 março de 2021, sendo cinco sementes por recipiente, onde germinaram por volta do 10^o dia e posteriormente foi feito o desbache deixando apenas duas sementes por vaso.

Primeira avaliação foi feita 83 dias após a germinação, no 15 de julho de 2021 e a segunda dia 03 de agosto onde foram as variáveis analisadas foram a altura da planta, diâmetro da haste e número de folhas. E o tempo até a floração foi de 90

dias. As irrigações foram realizadas no início da manhã e ao final da tarde seguindo um turno de rega dependente da necessidade da cultura

4.4 Variáveis de crescimento

No decorrer do experimento, foram feitas avaliações dos parâmetros de desenvolvimento das plantas após 83 dias, tais como: altura, número de folhas e flores e diâmetro de haste. Sendo que estas foram realizadas da seguinte maneira:

Altura da planta (cm): medida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, acima da superfície do substrato ao ápice de seu desenvolvimento, ou até o ponto de inserção da flor, quando presente.

Número de folhas: contabilizadas a partir de um centímetro de comprimento.

Número de flores: contabilizadas a partir dos botões florais abertos.

Diâmetro de haste (mm): medida com o auxílio de um paquímetro digital, a um centímetro acima da superfície do substrato.

4.5 Variáveis de desenvolvimento

Produção de fitomassa: A determinação das fitomassas para obtenção da produção de massa seca foram realizadas. As plantas foram coletadas após o fim do experimento, aos 129 dias, e em seguida lavadas (raízes), e fracionadas em folha, caule, inflorescência e raiz. Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel previamente identificados e colocados em estufa de circulação de ar à 105° C por 48 horas. Após a obtenção de peso constante foram realizadas a determinação das fitomassas seca da parte aérea (FSPA) (soma das fitomassas de folhas e caules) e fitomassa seca total (FST) (FSPA + fitomassa seca de raiz) em balança de precisão de 0,01g.

4.6 Tratos culturais

Durante a condução do experimento, surgiram insetos-pragas assim como plantas daninhas. As plantas daninhas competem por nutrientes, água e luminosidade com a cultura implantada na área, dessa forma, espécies invasoras nos vasos, foram descartadas por meio do arranquio, além disso, as plantas daninhas que surgiram na

área que circunda a implantação do experimento também serão eliminadas por meio de capinas, como manejo preventivo de pragas e doenças.

4.7 Avaliação dos microrganismos

A avaliação da ocorrência e densidade bactérias, fungos e actinomicetos do solo utilizado no experimento foi retirado da rizosfera das plantas de cada tratamento foi determinada pelo método do plaqueamento por gotas, após diluição em solução salina de amostra do solo coletado.

Para tal finalidade, dez gramas de solo de cada amostra foram diluídos separadamente em Erlenmeyer contendo 90 ml de solução salina a 0,85%, sendo posteriormente submetidas à agitação em agitador mecânico a 120 rpm por trinta minutos, e inoculados no meios de cultura estéreis, sendo ágar nutriente para bactérias totais, BDA para fungos totais e BDA acrescido de amido para actinomicetos, com três repetições por diluição e mantidos a 28°C em BOD (ARAÚJO; HUNGRIA, 1994), por três dias para o crescimento de bactérias e cinco dias para fungos e actinomicetos.

4.8 Análises estatísticas

Os dados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos a uma análise exploratória, com o intuito de verificar se atendem aos pressupostos da análise de variância. Em seguida, os dados passaram por análise da variância aplicando-se o Teste F, $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$, havendo efeito significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$. A estatística foi realizada com o auxílio do sistema de análise estatística SISVAR 5.6 (FERREIRA et al., 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando todas as variáveis analisadas, foi conclusivo que a adubação orgânica apresentou significância ao crescimento da capuchinhacausando alterações em diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e altura da planta (AP). Além disso, a adubação orgânica também exerceu influência acerca de fitomassa seca dos caules (FSC), fitomassa seca das folhas (FSF), fitomassa secas das raízes (FSR), fitomassa seca das partes aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), houve diferença significativa entre as variáveis analisadas conforme resumo de análise de variância (Tabela 2).

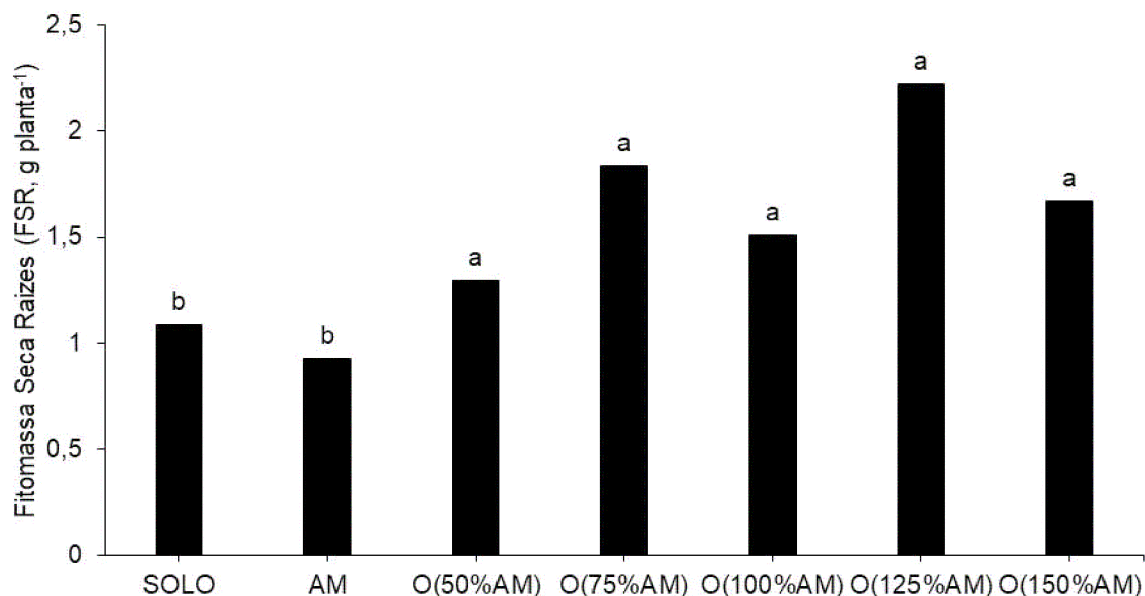
Tabela 2: Análise de variância da fitomassa seca da raiz (FSR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), número de folhas (NF) e diâmetro da haste (DC), altura da planta (AP) de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação) (T1); Adubação Mineral (T2); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50% (T3), 75% (T4), 100%, (T5), 125% (T6) e 150 (T7). UFCG/Pombal-PB, 2024.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		FSR	FSPA	FST	NF	AP	DC
Adubação	6	0,56*	23,73**	23,56*	51,59*	124,41**	8,20**
Bloco	3	0,13 ^{ns}	4,06 ^{ns}	4,24 ^{ns}	5,87 ^{ns}	2,65 ^{ns}	0,041 ^{ns}
Erro	18	0,14	3,61	3,66	14,33	14,66	2,14
CV (%)	-	24,42	40,17	38,64	39,55	17,62	28,87

ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Nota-se que tanto para fitomassa seca da parte aérea como fitomassa seca total os tratamentos que apresentaram um melhor resultado foram os com maior proporção de adubação orgânica (Figura 1, 2 e 3).

Figura 1: Fitomassa seca da raiz de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.



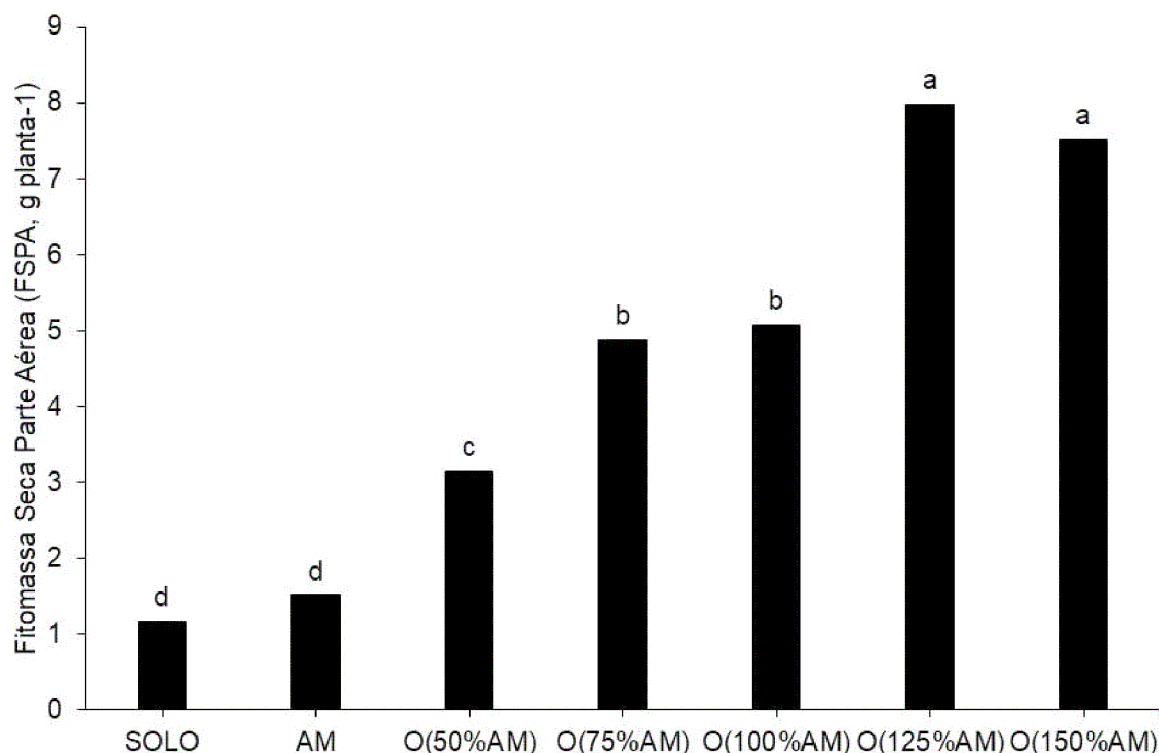
O estudo mostrou que a adubação orgânica foi superior a adubação mineral e ao solo sem adubação. A adubação orgânica nas diferentes proporções induziu o desenvolvimento radicular da capuchinha, não havendo diferença significativa entre as diferentes proporções de esterco. Para um bom desenvolvimento radicular de capuchinha pode-se usar adubação orgânica na proporção de 125% (T6) onde essa mostrou uma melhor resposta para o desenvolvimento radicular da planta (Figura 1).

A matéria orgânica quando mineralizada faz a liberação gradual de fósforo que é de extrema importância para o desenvolvimento do sistema radicular. O fósforo disponível no solo desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do sistema radicular, uma vez que regula a formação e alongação de raízes novas, consequentemente, favorecendo um crescimento mais robusto e profundo do sistema radicular (GRANT et al., 2022).

A adição de esterco bovino ao solo promove melhorias significativas em sua estrutura física, resultando em aumento da porosidade, retenção de água e aeração. Essas mudanças favoráveis criam um ambiente propício para o desenvolvimento radicular, potencializando o crescimento saudável das plantas (MESQUITA et al., 2012).

Com isso, a adubação orgânica torna-se eficiente, pois libera nutrientes de forma gradual para o bom desenvolvimento da planta (Figura 2).

Figura 2: Fitomassa seca da parte aérea de capuchinha em vaso com solo (testemunha, sem adubação); Adubação Mineral (AM); e os solo adubado com esterco nas proporções de 50%, 75%, 100%, 125% e 150%. UFCG/Pombal-PB, 2024.



O estudo mostrou que a adubação orgânica foi superiores a adubação mineral e o solo sem adubação. A adubação orgânica nas diferentes proporções induziu o desenvolvimento da parte aérea da capuchinha, onde houve variações significativa entre as diferentes proporções de esterco. Para um bom desenvolvimento da parte aérea de capuchinha pode-se usar adubação orgânica na proporção de 125% (T6) e 150% (T7), pois, estas, mostraram maior eficiência para o desenvolvimento da parte aérea da capuchinha (Figuras 2 e 3).

Estudos recentes demonstraram que a fertilização com esterco bovino (EB) em *Salvia officinalis* resulta em aumento significativo na produção de massa seca foliar (MSF) (SILVA et al., 2020). Essa resposta pode ser atribuída à relação carbono/nitrogênio (C/N) favorável presente no esterco, que facilita sua mineralização rápida. Conseqüentemente, isso permite uma absorção eficiente de nutrientes essenciais pelas raízes, que são translocados e assimilados nas folhas, promovendo o crescimento vegetal (QUANDT et al., 2015).