

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**MARCHA DE CRESCIMENTO E DE ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO
DA HORTELÃ-MIÚDA (*Mentha x villosa* (Huds))**

**ELOISA EMANUELLE MARIANO DE
SOUZA**

**PETROLINA, PE
2022**

ELOISA EMANUELLE MARIANO DE SOUZA

**MARCA DE CRESCIMENTO E DE ABSORÇÃO DE
NITROGÊNIO DA HORTELÃ-MIÚDA (*Mentha x villosa* (Huds))**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF Sertão PE, *Campus*
Petrolina Zona Rural, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S719 Souza, Eloisa Emanuelle Mariano de.

Marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio da hortelã-miúda (*Mentha x villosa* (Huds)) / Eloisa Emanuelle Mariano de Souza. - Petrolina, 2022.
26 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2022.
Orientação: Prof. Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo.

1. Ciências Agrárias. 2. Nutrição mineral. 3. Acúmulo de nutriente. 4. Adubação. I. Título.

CDD 630

ELOISA EMANUELLE MARIANO DE SOUZA

**MARCHA DE CRESCIMENTO E DE ABSORÇÃO DE
NITROGÊNIO DA HORTELÃ-MIÚDA (*Mentha x villosa* (Huds))**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF Sertão PE, *Campus*
Petrolina Zona Rural, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 08 de dezembro de 2022.

**Fabio Freire de
Oliveira:09613688706**

Assinado digitalmente por Fabio Freire de Oliveira:09613688706
DN: CN=Fabio Freire de Oliveira:09613688706, OU=IF SERTÃO PE - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano,
O=ICPEdu, C=BR
Razão: Eu sou o autor deste documento
Localização: CPZR
Data: 2023.02.27 11:54:55
Font Reader Versão: 9.0.1

Dr. Fabio Freire de Oliveira (Membro da banca)
IF Sertão PE – *Campus* Petrolina Zona Rural

**Flàvia Cartaxo
Ramalho Vilar**

Assinado de forma digital por
Flàvia Cartaxo Ramalho Vilar
Dados: 2023.01.13 14:01:01
-03'00'

Dra. Flávia Cartaxo Ramalho Vilar (Membro da banca)
IF Sertão PE – *Campus* Petrolina Zona Rural

**Cicero Antonio de Sousa
Araujo:22296980368**

Assinado de forma digital por Cicero Antonio de Sousa
Araujo:22296980368
DN: cn=Cicero Antonio de Sousa Araujo:22296980368,
ou=IF SERTÃO PE - Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Sertão Pernambucano, o=ICPEdu, c=BR
Dados: 2023.01.10 11:24:38 -03'00'
Versão do Adobe Acrobat Reader: 2022.003.20282

Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo (Orientador/Presidente)
IF Sertão PE – *Campus* Petrolina Zona Rural

RESUMO

As informações sobre a fertilização química e exigências nutricionais de plantas medicinais ainda são escassas, não há recomendação adequada para a hortelã-miúda no manual de adubação do estado de Pernambuco. O nitrogênio, por estar presente na constituição de moléculas importantes para todos os processos biológicos, é considerado elemento essencial para as plantas. A marcha de absorção de nutrientes permite ao produtor estabelecer as quantidades e a época certa para a adubação de cada nutriente bem como a percepção sobre as épocas de maior exigência nutricional e das quantidades retiradas pela cultura. Desse modo, objetivou-se com esse trabalho determinar a marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio da hortelã-miúda em vaso, em casa de vegetação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no IFSertãoPE, *Campus* Petrolina Zona Rural. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 6 repetições, totalizando 42 plantas. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizadas de 10 em 10 dias após o transplântio, até o primeiro corte da cultura, aos 70 dias. Avaliou-se em cada período a matéria seca, teor de N e o acúmulo de N na parte aérea e raiz. As produções de massa seca na hortelã-miúda variam de forma quadrática ao longo do tempo, verificando maior incremento a partir dos 30 DAT. Os teores de N variam de forma quadrática ao longo do tempo, sendo decrescente a partir dos 30 DAT. O acúmulo de N total na hortelã miúda varia de forma quadrática ao longo do tempo, tendo maior crescimento a partir dos 30 DAT. A dose recomendada de N para a *Mentha x villosa* (Huds) no primeiro corte da cultura é de 29,2 kg.ha⁻¹.

Palavras-chave: nutrição mineral, acúmulo de nutriente, adubação

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado proteção e discernimento para que eu concluísse com êxito minha jornada acadêmica. A minha família, em especial minha mãe Francilene de Carvalho Mariano, meu pai Eudes Alves de Souza e minha irmã Emile Emanuelle Mariano de Souza, que foram meus alicerces durante minha trajetória acadêmica e motivo para eu nunca ter desistido.

Ao IFSertãoPE – *Campus* Petrolina Zona Rural, especialmente o MSc. Adelmo Santana e todos os professores que contribuíram essencialmente para a minha formação.

A minha dupla de vida, Brena Suellen Ribeiro Gomes, por ter me acompanhado em mais uma jornada, fazendo com que ela fosse mais leve, sem você teria sido mais difícil, obrigada por tudo. Aos meus amigos que sempre me apoiaram, em especial Leonardo Feijó, Ericka Tayná, Fernanda Souza, Gêssica Ellen, Catarina Santos, Jessika Vanessa, Gilberto Filho Peixoto, Valmir Nogueira, Giovanni Giácomo e Manuela Morgado, vocês foram muito importantes. Também aos meus colegas de turma, que de alguma forma contribuíram com minha formação.

Aos meus companheiros de experimento Matheus de Souza Viana e Gabriel Anastácio Barros Lima que participaram comigo desse desafio.

A equipe do Horto Medicinal Orgânico do IFSertão - CPZR, por ter sido a minha segunda família nesses últimos anos, obrigada por todos os momentos que vocês me proporcionaram.

A minha orientadora de projetos e segunda mãe, Dr^a. Flávia Cartaxo Ramalho Vilar, por ter desempenhado papel importante na minha vida acadêmica e pessoal, obrigada por todos os conselhos, por toda mensagem de apoio e por todos os momentos de alegria que me proporcionou, você foi muito especial nessa jornada.

A toda equipe do Laboratório de Solos do IFSertão - CPZR, por terem contribuído com a conclusão desse trabalho, em especial ao professor Fabio Freire, Graciene Silva e Marina Souza.

Ao meu querido professor e orientador Cícero Antônio de Sousa Araujo, por toda paciência e disponibilidade e por todos os ensinamentos passados. Você é um profissional excelente, sou muito grata por ter você como orientador.

Agradeço também as pessoas que ajudaram de alguma forma na condução do experimento, em especial Felipe Silva, Jefferson Álex e Amós Cardoso.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Incrementos de matéria seca na parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em *Mentha x villosa* (Huds) em função dos dias após o transplântio. 16
- Figura 2.** Teores de Nitrogênio (g/kg de massa seca) na parte aérea (NPA) e raiz (NR), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio. 17
- Figura 3.** Acúmulo de Nitrogênio (g.planta⁻¹) na parte aérea (ANPA) e na raiz (ANR), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio. 18
- Figura 4.** Acúmulo de Nitrogênio (kg.ha⁻¹) na parte aérea (ANPA), na raiz (ANR), total (ANT) e relativo (ANTRL), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio. 18

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 <i>Mentha x villosa</i> Huds	7
2.2 Nutrição mineral de plantas	7
2.3 Marcha de absorção de nutrientes e curva de crescimento	8
2.4 Nitrogênio	9
3. OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo geral	11
3.2 Objetivos específicos	11
4. MATERIAL E MÉTODOS	12
4.1 Produção das mudas	12
4.2 Instalação do experimento	12
4.3 Condução do experimento	13
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1 Crescimento da planta	15
5.2 Teor de Nitrogênio na planta	16
5.3 Acúmulo de Nitrogênio na planta	17
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A hortelã-miúda (*Mentha x villosa* (Huds)) é uma planta pertencente à família Lamiaceae, também conhecida como hortelã-da-folha-miúda, hortelã de tempero, hortelã-rasteira, etc. É uma espécie medicinal indicada no tratamento por via oral das parasitoses intestinais (ameba e giárdia), calmante, carminativa, anti-helmíntica, antiespasmódico intestinal e expectorante. Além disso, a hortelã pode ser utilizada na alimentação como condimento, na indústria como essência, na perfumaria e na fabricação de bebidas e doces (FREITAS *et al.*, 2014).

A utilização de plantas medicinais tem sido considerável nos últimos anos, ainda mais devido a incentivos da Organização Mundial da Saúde (OMS). Informações recentes apontam que aproximadamente 80% da população mundial utilizam algum tipo de erva procurando o alívio de algum sintoma desagradável. São muitas razões que colaboram para o desenvolvimento de práticas de saúde que incluam plantas medicinais, principalmente econômicos e sociais (SILVA e CASALI, 2000).

No Brasil, as informações sobre a fertilização química e exigências nutricionais de plantas medicinais ainda são escassas. Ainda não há recomendação adequada para a hortelã-miúda no manual de adubação do estado de Pernambuco. Os fertilizantes em poucas situações são prejudiciais aos teores de princípios ativos das plantas, quando usados dentro dos limites técnicos. Daí a importância de se desenvolver estudos visando quantificar o montante necessário para suprir as demandas nutricionais das plantas medicinais. (BLANK *et al.*, 2006)

O nitrogênio (N), por estar presente na constituição de ácidos nucléicos e proteínas, moléculas importantes para todos os processos biológicos, é considerado elemento essencial para as plantas. (HUNGRIA *et al.*, 2007)

O nitrogênio é um elemento que está associado aos processos fisiológicos mais relevantes que acontecem nas plantas, como por exemplo fotossíntese, respiração, desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética, sendo assim, além de ser componente dos aminoácidos livres e proteicos, o nitrogênio participa de outros compostos nitrogenados relevantes, como as bases nitrogenadas (purinas e pirimidinas), os ácidos nucleicos (DNA e RNA). (RAMALHO *et al.*, 2013)

A finalidade dos nutrientes minerais no crescimento e na produção são comumente estudados no que diz respeito às suas funções no metabolismo das plantas. Além disso, a nutrição mineral pode também impactar no crescimento e a produção das plantas cultivadas de forma secundária, gerando modificações na forma de crescimento, na morfologia, na anatomia e na sua composição química. (ZAMBOLIM e VENTURA, 2016)

A falta de elementos essenciais diminui consideravelmente a produção de material verde de hortelã e que as proporções de limoneno, mentona, mentol e mentil acetato no óleo essencial são modificadas pelas condições de nutrição da planta. A marcha de absorção de nutrientes permite ao produtor estabelecer as quantidades e a época certa para a adubação de cada nutriente bem como a percepção sobre as épocas de maior exigência nutricional e das quantidades retiradas pela cultura, alertando o produtor sobre a influência da nutrição no momento adequado. (OLIVEIRA *et al.*, 2020)

O uso de curvas de acúmulo de nutrientes é um método fundamental para facilitar os esquemas de adubação e o manejo de fertilizantes das plantações.

Este trabalho teve como objetivo determinar a marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio da hortelã-miúda em vaso, em casa de vegetação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Mentha x villosa* Huds

O gênero *Mentha* (Lamiaceae), geralmente conhecido como hortelã, é conhecido pelo uso culinário e de chás com efeito medicinal, devido a seu sabor característico e aroma refrescante. (MARTINS et al., 1998). A hortelã-miúda (*Mentha x villosa* L.) é uma planta originária da Europa, pertencente à família Lamiaceae e tem como nomes populares hortelã-de-tempero, hortelã-rasteira, mentrasto, etc. (MARTINS et al., 2002).

De acordo com Adjuto (2018), a hortelã-miúda (*Mentha x villosa* Huds.) é uma espécie que possui propagação unicamente vegetativa, podendo ser encontrada com facilidade em estabelecimentos comerciais desde verdurões e feiras-livres até hipermercados. Em função da sua semelhança com outras espécies do gênero *Mentha*, ela está sujeita a ser substituída nas prateleiras por outros tipos de hortelãs ou de mentas e, no que diz respeito ao uso terapêutico, poderá promover um tratamento menos eficaz ou ser prejudicial ao consumidor.

A *Mentha x villosa* Huds. tem como nomes vulgares: hortelã-rasteira, hortelã-de-panela, hortelã-miúda, hortelã-de-cheiro, hortelã-de-tempero ou hortelã-de-horta (CARRICONDE et al., 1995). Essa espécie é um resultado do cruzamento genético entre a *M. spicata* com a *M. suaveolens* (GOBERT et al., 2002).

A hortelã-rasteira tem como origem regiões temperadas do hemisfério norte e está presente em 5 continentes. Os vários tipos de hortelã-rasteira distribuídos em todos os estados do Brasil são provenientes da Europa, transportados pelos portugueses até solo brasileiro no período da colonização. Uma planta de cruzamento simples, concedeu híbridos que favoreceram na sua dispersão e adaptação aos diversos tipos ambientes (CARRICONDE et al., 1995).

2.2 Nutrição mineral de plantas

Um elemento é classificado como essencial quando ele está presente em uma molécula essencial ao metabolismo da planta. Os elementos tidos como essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas são: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O); nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). Sendo assim, é importante que tenha disponibilidade e

absorção desses nutrientes em proporções satisfatórias, via solução do solo ou, como suplementação, via foliar (DECHEN e NACHTIGAL, 2007).

De acordo com Zambolim e Ventura (2016), os nutrientes minerais desempenham papel importante no metabolismo vegetal, atuando não apenas no crescimento e na produção das plantas, mas também no crescimento ou na diminuição da resistência a alguns patógenos.

Faquin (2005) afirma que, a fase aquosa do solo (solução do solo) corresponde a repartição na qual a raiz retira ou absorve os elementos essenciais. No momento em que a matéria orgânica e os minerais (fase sólida) não são capazes de fornecer para a solução do solo quantidades satisfatórias de qualquer nutriente, faz-se necessário seu fornecimento por meio de fertilizantes (adubo) que deverá possuir o elemento em deficiência. Dessa forma, a prática de adubação corresponde na satisfação da diferença entre a quantidade do nutriente que a planta exige e o que o solo fornece.

As adubações são baseadas em manuais que não possuem informações suficientes, que não tratam de informações gerais da cultura, como o tipo do solo. Dessa forma, as informações dificultam a recomendação ideal para que a planta manifeste o seu potencial produtivo (OLIVEIRA, 2017).

2.3 Marcha de absorção de nutrientes e curva de crescimento

Segundo Prado e Nascimento (2003), marcha de absorção é o processo de acúmulo de nutrientes na massa seca ao decorrer do tempo de desenvolvimento da planta. Esse acúmulo representa somente o que a planta precisa, mas não o que deverá ser utilizado, visto que é necessário levar em consideração a capacidade de aproveitamento dos nutrientes, que irá variar de acordo com as condições climáticas, ambiente de cultivo, manejo de água, entre outras variáveis.

Através da marcha de absorção e de crescimento é possível analisar a curva de acúmulo de nutrientes em função da idade da planta, possibilitando conhecer: a) dose de nutrientes indispensáveis para a produção; b) período de maior demanda de cada nutriente; c) em qual estrutura da planta cada nutriente se encontra em maior quantidade; d) o quanto é extraído pela colheita e o quanto será preciso para devolver ao solo (ECHER *et al.*, 2009). Dessa forma, a marcha de absorção de nutrientes das

culturas é um recurso essencial no que diz respeito ao auxílio de programas de adubação e manejo de fertilizantes nas plantações.

Informações a respeito da marcha de absorção de nutrientes pelas plantas pode proporcionar recursos a fim de que seja realizada uma aplicação prudente de fertilizantes, acarretando na diminuição dos custos de produção, e um máximo aproveitamento dos fertilizantes pela planta, tendo também como consequência o aumento de produtividade. Além disso, a utilização da marcha de absorção impede possíveis deficiências ou consumo exagerado de algum nutriente pela planta (FURLANI; PURQUERIO, 2010).

A marcha de absorção de nutrientes permite ao produtor estabelecer as quantidades e a época certa para a adubação de cada nutriente, bem como a percepção sobre as épocas de maior exigência nutricional e das quantidades retiradas pela cultura, alertando o produtor sobre a influência da nutrição em tal momento o rendimento adequado (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O crescimento de plantas é comumente analisado através da medida do crescimento de fitomassa de comunidades de plantas, em casas de vegetação ou em condições de campo. A produção de fitomassa resulta a partir da atividade fotossintética e da absorção de nutrientes minerais no solo, ela é quantificada geralmente pela massa seca, massa orgânica, ou conteúdo de energia do material vegetal. (SANTOS, 2005)

2.4 Nitrogênio

Taiz e Zeiger (2009) afirmam que, o nitrogênio (N) é um elemento fundamental de compostos celulares vegetais, integrando proteínas, aminoácidos, ácidos nucléicos, clorofila e outros componentes da célula.

O Nitrogênio é um dos elementos absorvidos em maior quantidade, atuando em diversos processos, tendo efeito de forma direta na relação fonte-dreno, modificando a distribuição de assimilados entre a porção vegetativa e reprodutiva (HUETT; DETTMANN, 1991). Dessa forma, o N é um dos elementos que oferece maiores alterações morfofisiológicas na planta, com possibilidade de modificar o número, a massa e a qualidade dos frutos (MARSCHNER, 1995).

De acordo com Vieira (2017), as proteínas conferem cerca de 60% ou mais do N total das plantas e de células microbianas. Em virtude da relevância do nitrogênio para o desenvolvimento da planta, a escassez deste nutriente acarreta sintomas como

a diminuição no crescimento e a clorose em folhas mais velhas, devido redução na porção de clorofila produzida nas folhas (SOUZA e FERNANDES, 2006).

No solo, a grande parte de nitrogênio está disposto na forma orgânica, correspondendo a aproximadamente 95% do total (RILLIG *et al.*, 2007; NANNIPIERI e PAUL, 2009; KNICKER, 2011). O nitrogênio nessa forma, é encontrado na matéria orgânica do solo (MOS), que é constituída por materiais orgânicos que abrangem os resíduos de origem animal e vegetal que, quando são envolvidos no solo ou dispostos na superfície, são submetidos aos processos de decomposição, síntese e re-síntese, com atuação adequada da comunidade microbiana presente no solo, com o intuito de que o nitrogênio inorgânico seja liberado (MANLAY *et al.*, 2007). Apesar da porção orgânica está em maior quantidade no solo, as plantas consomem o N principalmente por meio das formas inorgânicas, como amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) (WILLIAMS e MILLER, 2001).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar a marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio do hortelã-miúda, em vaso, em casa de vegetação.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar produção de biomassa em hortelã, ao longo do tempo;
- Quantificar o acúmulo de nitrogênio pela hortelã ao longo do tempo;
- Definir a demanda de N da hortelã em função do tempo após transplântio;
- Quantificar a quantidade total de N extraído pela hortelã;
- Orientar a restituição deste nutriente ao solo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *Campus Petrolina Zona Rural* (09°09' S, 40° O e 365,5 m de altitude), sob clima BSh', de acordo com a classificação de Köppen.

4.1 Produção das mudas

O material vegetativo para a produção das mudas foi adquirido no Horto Medicinal Orgânico do IFSertãoPE – CPZR. Estacas com 5 a 6 gemas, foram colocadas em bandejas de isopor com vermiculita expandida, em sistema hidropônico tipo “floating” na hidroponia. Após 24 dias, as mudas estavam prontas para o transplântio.

4.2 Instalação do experimento

Antes da instalação do experimento foi realizada uma coleta de solo para análise química (Tabela 1), coletando-se amostras compostas representativas na camada de 0-20 cm e encaminhadas para o Laboratório de Solos do IFSertãoPE – CPZR. Após análise foi realizado o cálculo de adubação necessária, considerando que os teores de cada nutriente seriam elevados para níveis sugeridos para a maioria das culturas agrônômicas (Tabela 2).

Tabela 1. Característica química do Latossolo Amarelo.

pH	CE	MO	P _{disp}	K	Na	Ca	Mg	H+Al	Al ³	SB	CTC	V
H ₂ O	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹ Cmol _c /kg							%
5,94	0,55	14,99	5,79	0,31	0	2,18	0,56	1,4	nd	3,05	4,46	68,53

Onde: CE, MO, P_{disp.}, K, Na, Ca, Mg, , H+Al, Al³, CTC e V correspondem a, condutividade elétrica do estrato de saturação do solo; Matéria orgânica; Fósforo disponível; Potássio, Sódio, Cálcio, Magnésio, Hidrogênio mais Alumínio; Alumínio; Saturação de Bases, Capacidade de Troca de Cátions, Percentagem por saturação de bases, respectivamente.

Tabela 2. Níveis pré-estabelecidos por nutriente

P	K	Ca	Mg	N	Zn	Mn	Fe	Cu	Bo
mg/dm ³cmol _c .kg ⁻¹			mg.L ⁻¹		mg.dm ⁻³	
60	0,6	3,6	0,8	112	1,5	8	30	1,2	0,6

Onde: P, K, Na, Ca, Mg, N, Zn, Mn, Fe, Cu, Bo correspondem a, Fósforo, Potássio, Sódio, Cálcio, Magnésio, Nitrogênio, Zinco, Manganês, Ferro, Cobre e Boro, respectivamente.

Em seguida, foi preparada a solução para a adubação dos vasos que possuíam capacidade de 3,3L. A solução de adubação dos vasos foi preparada em 4,2L de água utilizando-se: Fosfato monoamônico purificado (28,56g), Sulfato de potássio (31,5g), Nitrato de cálcio (84,42g), *Lithothamnium calcareum* (79,96g), Sulfato de magnésio (26,88g), Sulfato de zinco (5,46g), Sulfato de manganês (4,2g) e Ácido bórico (0,025g). Após a diluição dos adubos, foi adicionada ao solo a ser preenchido nos vasos uma alíquota de 100ml da solução, contendo a quantidade calculada para atingir o nível crítico dos nutrientes no solo. Após a alíquota ser homogeneizada no solo, foi realizado o transplântio das mudas para os vasos.

4.3 Condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 6 repetições, totalizando 42 plantas. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizadas de 10 em 10 dias após o transplântio, até o primeiro corte da cultura, aos 70 dias.

Durante o período do experimento as plantas foram irrigadas de forma automatizada por mangueira de gotejo de 16 mm, espaçados em 0,20 m com vazão média de 1,9 L.h⁻¹. A irrigação era realizada durante 2 minutos, 4 vezes ao dia (08h, 11h, 14h e 17h).

O controle de pragas e de doenças foi realizado por meio do controle químico com produtos registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Em cada amostragem, era realizado a coleta de raiz e parte aérea (considerando caules e folhas). As raízes eram retiradas dos vasos e eram lavadas com água corrente em uma peneira, até sair todo o solo. Posteriormente, o material era separado (raiz e parte aérea) e lavado com água destilada. Depois da lavagem, era pesado, para obtenção da massa fresca e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante, para quantificação da massa seca.

O material seco foi moído, digerido com ácido sulfúrico concentrado, sob aquecimento, transformando todo o nitrogênio orgânico em íon amônio, para a determinação de N total no tecido vegetal, através do método de Kjeldahl (THOMAS *et al*, 1967).

O acúmulo de nitrogênio por planta foi obtido através da fórmula:

$$\text{Acúmulo de N} = \text{Teor de N} \times \text{Massa seca}$$

O acúmulo de N por hectare (62500 plantas) foi resultado da fórmula:

$$\text{Acúmulo de N por ha} = \text{Acúmulo de N} \times 62500$$

A percentagem relativa dos acumulados foi obtida através da fórmula:

$$PA (\%) = \frac{\text{Valor acumulado}}{(\text{Maior valor acumulado})} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) utilizando-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Os graus de liberdade (GL) relativos ao tempo após o transplântio foram desdobrados em análise de regressão e os modelos foram escolhidos a partir do maior valor do coeficiente de determinação (R^2).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 3 que, a massa seca da parte aérea, da raiz e total, bem como, os teores de N na parte aérea e na raiz foram influenciados pelo tempo após plantio a $p < 0,001$ pelo teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância de massa seca da parte aérea – MSPA (g.planta^{-1}), massa seca da raiz – MSR (g.planta^{-1}), massa seca total – MST (g.planta^{-1}), teor de nitrogênio da parte aérea – NPA (g/kg de MS), e teor de nitrogênio da raiz – NR (g/kg de MS), em função do tempo.

FV	GL	QM				
		MSPA	MSR	MST	NPA	NR
TEMPO	6	213,79***	586,68***	1486,98***	405,77***	314,72***
ERRO	35	4,59	28,86	41,38	51,37	11,99
CV (%)		30,14	58,16	39,37	30,95	28,70

QM: Quadrado da média, CV: coeficiente de variação, ***: significativo a $p < 0,001$.

Os acúmulos de N (por planta e por hectare), na parte aérea, na raiz e total, foram influenciados pelo tempo após o plantio a $p < 0,001$ pelo teste F (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância do acúmulo de nitrogênio na parte aérea – ANPA (g.planta^{-1}), acúmulo de nitrogênio na raiz – ANR (g.planta^{-1}), acúmulo de nitrogênio na parte aérea – ANPAH (kg.ha^{-1}), acúmulo de nitrogênio na raiz – ANRH, kg.ha^{-1} , acúmulo de nitrogênio total – ANTH (kg.ha^{-1}), em função do tempo.

FV	GL	QM				
		ANPA	ANR	ANPAH	ANRH	ANTH
TEMPO	6	0,06***	0,04***	225,23***	149,72***	727,61***
ERRO	35	0,003	0,002	12,83	7,74	20,66
CV (%)		40,78	54,51	40,64	54,49	32,65

QM: Quadrado da média, CV: coeficiente de variação, ***: significativo a $p < 0,001$.

5.1 Crescimento da planta

O crescimento da planta, expresso pelo acúmulo de matéria seca total, ao longo do período de corte, foi relativamente lento até os 30 dias após o transplante (DAT), sendo descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,9762 (Figura 1). O comportamento da massa seca da parte aérea e da raiz segue o mesmo modelo da MST com R^2 de 0,9813 e 0,9595, respectivamente (Figura 1). Observa-se que a planta acelerou a produção de biomassa a partir dos 30 dias do transplante, chegando a 43,54g por planta aos 70 DAT. Esse valor foi superior ao encontrado por Maia (1998), em trabalho realizado com solução nutritiva completa com todos os macronutrientes

aplicados em plantas de *Mentha arvensis*, na qual foi obtida, aos 77 DAT, uma produção média de matéria seca por planta 32,09g. Maia *et al.* (2009), avaliando o efeito do cultivo consorciado sobre a produção de fitomassa e o teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e hortelã (*Mentha x villosa* Huds.), obtiveram 19,13g de massa seca por planta.

Em relação à distribuição do acúmulo de matéria seca em cada estrutura da planta, a raiz apresentou maior quantitativo, sendo de 27,47g. Já a parte aérea apresentou 16,63g de massa seca.

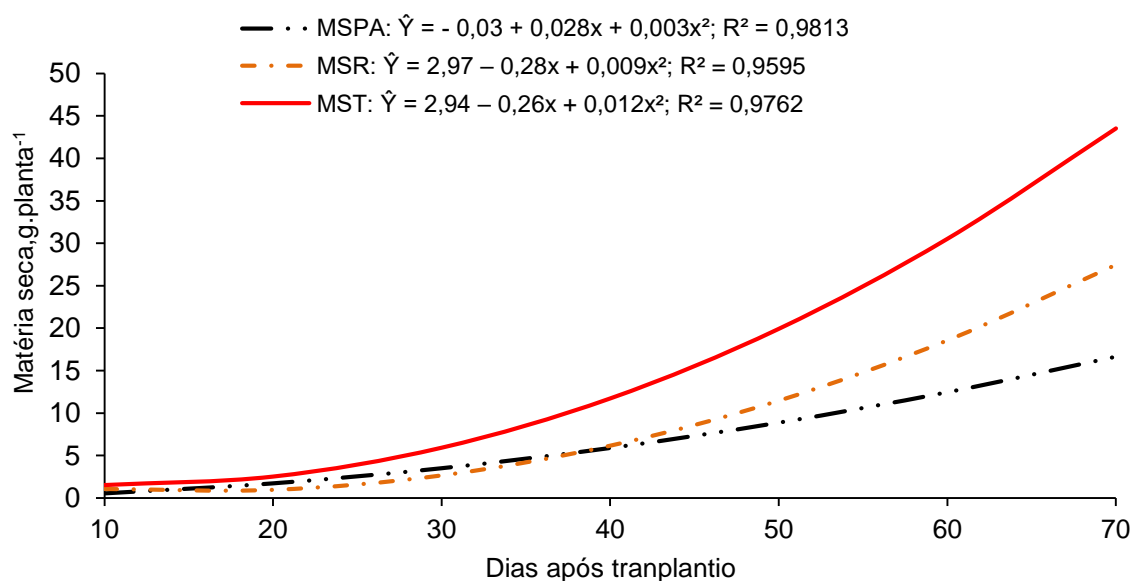


Figura 1. Incrementos de matéria seca na parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST) em *Mentha x villosa* (Huds) em função dos dias após o transplante.

5.2 Teor de Nitrogênio na planta

Os teores de nitrogênio na parte aérea e na raiz foram descritos por modelos quadráticos, com R^2 de 0,4487 e 0,3638, respectivamente. No que se refere à distribuição do teor de N em cada parte da planta ao longo do ciclo da cultura, a parte aérea apresentou maior quantitativo, com 28,40 g/kg de matéria seca, isso aos 30 DAT. Todavia, a raiz apresentou 15,97 g/kg também aos 30 DAT. Aos 70 DAT o teor de N total foi de 17,97 g/kg, sendo 14,4 g/kg na parte aérea e 3,57 g/kg.

Esses valores diferem dos encontrados por Garlet e Santos (2008), em três espécies de menta cultivadas em sistema hidropônico, que verificaram, com 76 dias após o transplante, os teores de N em *Mentha x piperita* var. citrata de 54,2 g/kg e 37,92 g/kg, na parte aérea e raiz, respectivamente.

Os decréscimos nos teores de nitrogênio (Figura 2) a partir dos 30 dias DAT podem ser explicados pela relação com a massa seca da planta, isso por que o teor de nitrogênio é expresso em g/kg, ou seja, a medida que a massa seca cresce, aumentando sua biomassa em kg e o teor do nutriente pode não acompanhar proporcionalmente (efeito de diluição). Pode-se observar (Figura 2) que os teores de N decrescem justamente a partir dos 30 DAT, quando há um incremento de matéria seca.

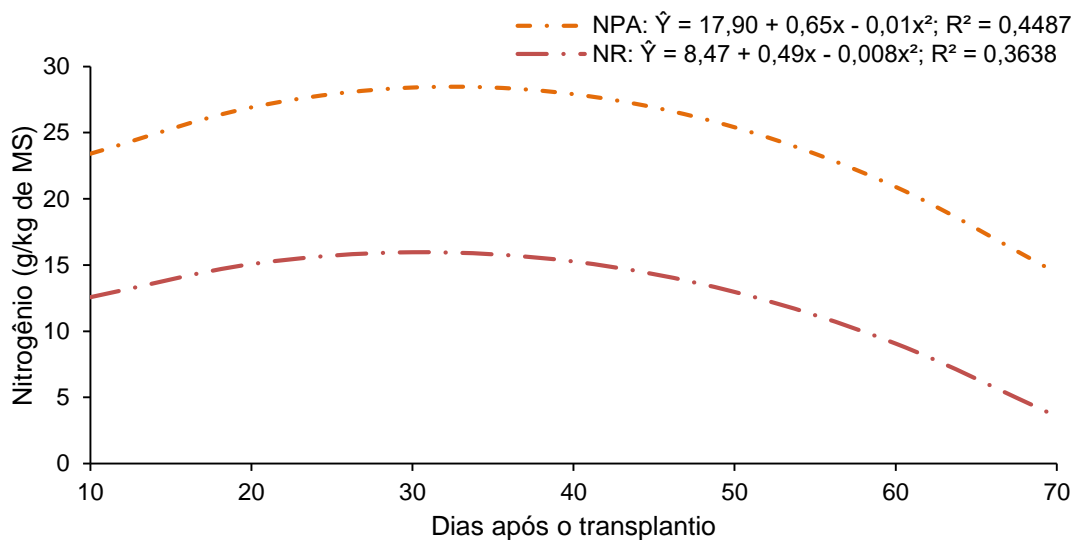


Figura 2. Teores de Nitrogênio (g/kg de massa seca) na parte aérea (NPA) e raiz (NR), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio.

5.3 Acúmulo de Nitrogênio na planta

O acúmulo de nitrogênio apresentado na figura 3 mostra que, o acúmulo na raiz foi pequeno até os 30 DAT, com 0,036g de N por raiz, sendo descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,6627. A partir dos 40 DAT houve um incremento crescente do acúmulo, chegando a 0,176g de N por raiz. Ao contrário desse comportamento, o acúmulo de nitrogênio na parte aérea apresentou crescimento linear até os 70 DAT, com R^2 de 0,8159, quando atingiu 0,275g de N. Esse resultado difere do encontrado por Garlet e Santos (2008), em que com 62 DAT, obtiveram um acúmulo de nitrogênio em *Mentha arvensis* L. de 2,67g. Tal divergência pode estar associada ao fato de que o trabalho citado foi conduzido em solução nutritiva.

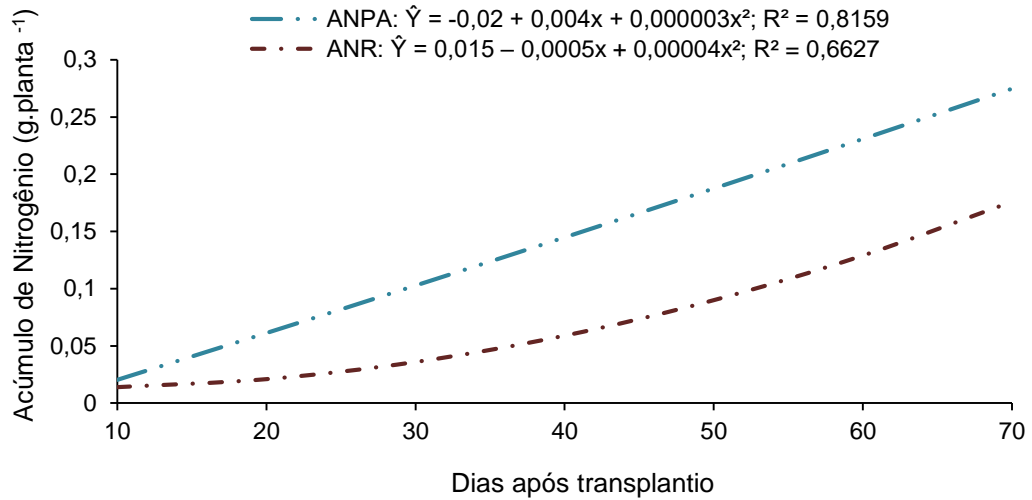


Figura 3. Acúmulo de Nitrogênio (g.planta^{-1}) na parte aérea (ANPA) e na raiz (ANR), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio.

De acordo com acúmulo máximo total de nitrogênio na planta aos 70 DAT, estima-se que a dose recomendada de N para a Hortelã-miúda para o primeiro ciclo da cultura é de $29,2 \text{ kg.ha}^{-1}$, o que permite, pela lei da restituição, indicar esta quantidade como a dose de N recomendada para a espécie em estudo, devendo considerar outras perdas tais como: lixiviação, erosão e volatilização.

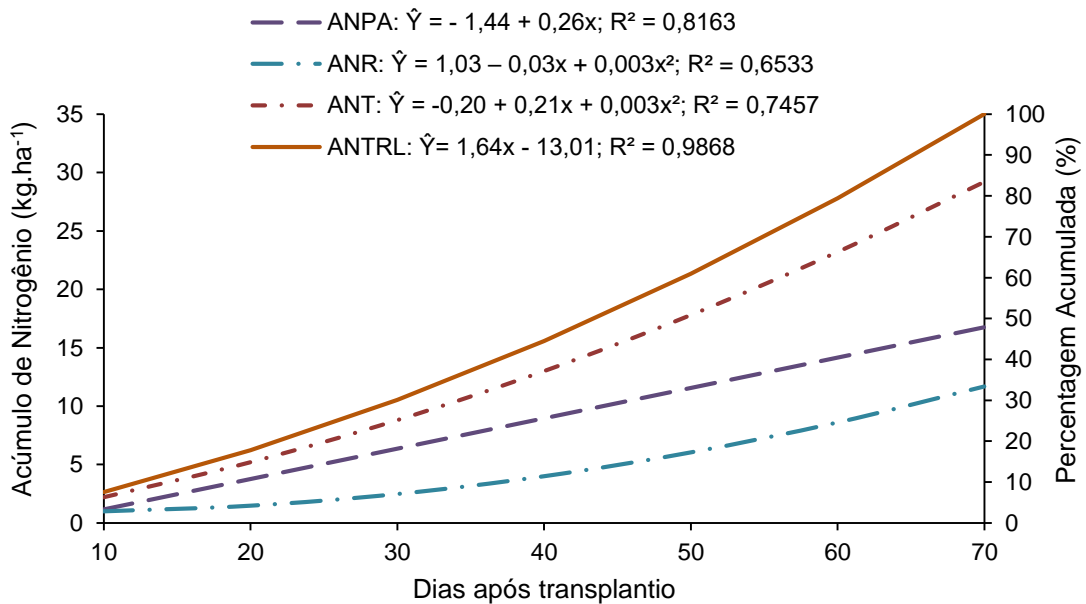


Figura 4. Acúmulo de Nitrogênio (kg.ha^{-1}) na parte aérea (ANPA), na raiz (ANR), total (ANT) e relativo (ANTRL), em *Mentha x villosa* (Huds) ao longo dos dias após o transplântio.

O Nitrogênio recomendado para a cultura deve ser aplicado (Tabela 5) seguindo o comportamento do percentual de N acumulado na planta, diminuindo os índices de perdas de fertilizantes e atendendo as demandas da cultura. Desse modo, com até 10 dias deverá ser aplicado 2,20 kg/ha, para atingir os 7,53% do total acumulado, até 20 dias 3 kg/ha, até 30 dias 3,6 kg/ha, até 40 dias 4,2 kg/ha, até 50 dias 4,8 kg/ha, até 60 dias 5,4 kg/ha. Até os 70 dias deverá ser aplicado 6 kg/ha de N para alcançar os 100% que a planta extrai da dose recomendada.

Tabela 5. Recomendação de adubação de Nitrogênio para a *Mentha x villosa* (Huds)

Dias	Quantidade a ser aplicada kg/ha	Quantidade a ser atingida kg/ha	PA (%)
0 a 10	2,20	2,20	7,53
10 a 20	3,00	5,20	17,81
20 a 30	3,60	8,80	30,14
30 a 40	4,20	13,00	44,52
40 a 50	4,80	17,80	60,96
50 a 60	5,40	23,20	79,45
60 a 70	6,00	29,20	100

PA: percentual acumulado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total na hortelã-miúda variam de forma quadrática ao longo do tempo, verificando maior incremento a partir dos 30 DAT;

Os teores de N na parte aérea e na raiz na hortelã miúda variam de forma quadrática com o aumento do número de dias após transplântio, sendo decrescente a partir dos 30 DAT;

O acúmulo de N total na hortelã miúda varia de forma quadrática com o aumento do número de dias após transplântio, tendo maior crescimento a partir dos 30 DAT;

A dose recomendada de N para a *Mentha x Villosa* (Huds) no primeiro corte da cultura é de 29,2 kg.ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

- ADJUTO, É. N. P. **Caracterização morfológica e do óleo essencial de seis acessos de hortelanzinho (*Mentha spp*)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Brasília. 95 p. 2008
- BLANK, A. F.; OLIVEIRA, A. S.; ARRIGONI, M. F.; FAQUIN, V. **Efeitos da adubação química e da calagem na nutrição de melissa e hortelã-pimenta**. *Horticultura Brasileira*, v. 24, n. 2, p. 195-198, abr.-jun. 2006.
- CARRICONDE, C. MORES, D.; FRITSCHEN, M. **Plantas medicinais e plantas alimentícias**. Olinda: Centro Nordestino de Medicina Popular, Universidade Federal de Pernambuco, 1996. 153 p.
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. III. p. 91-132.
- ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. **Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce**. *Horticultura Brasileira*, Campinas, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2009
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” a Distância: Solos e Meio Ambiente. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. p. 7.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 06, p. 1039-1042, 2011
- FREITAS, R. C.; AZEVEDO, R. R. S.; SOUZA, L. I. O.; ROCHA, T. J. M.; SANTOS, A. F. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante das espécies *Plectranthus amboinicus* (Lour.) e *Mentha x villosa* (Huds.). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 35, n. 1, 2014.
- FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. **Avanços e desafios na nutrição de hortaliças**. In: *Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças*. PRADO, R. M. et al. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010. p. 45-62.
- GARLET, T.M.B. SANTOS, O. S. Solução nutritiva e composição mineral de três espécies de menta cultivadas no sistema hidropônico. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1233-1239, 2008.

GOBERT, V. M. S.; COLSON M.; TABERLET P. **Hybridization in the section *Mentha* (Lamiaceae) inferred from AFLP markers**. American Journal of Botany, v.89 p.2017-2023. 2002.

HUETT, D. O.; DETTMANN, E. B. **Nitrogen response surface models of zucchini squash, head lettuce and potato**. Plant and Soil, v. 134, n. 2, p. 243-254, 1991.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C.. A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

KNICKER, H. Soil organic N — an under-rated player for C sequestration in soils?. **Soil Biology Biochemistry**, v.43, p.1118–1129, 2011.

MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E.R.; COSTA, C.A.; FERRAZ, E.O.F.; ALVARENGA, I.C.A.; SOUZA JÚNIOR, I.T.; VALADARES, S.V. Influência do cultivo em consórcio na produção de fitomassa e óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e hortelã (*Mentha x villosa* Huds.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 137-140, 2009.

MAIA, N.B. 1998. **Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis*) cultivada em solução nutritiva**. In MING LC. Plantas medicinais aromática e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP. p. 81-96.

MANLAY, R. J.; FELLER, C.; SWIFT, M. J. Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.119, p.217-233, 2007.

MARTINS E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: Editora UFV, 1998.

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 220p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2. ed. 1995. 889 p.

NANNIPIERI, P.; PAUL, E. The chemical and functional characterization of soil N and its biotic components. **Soil Biology Biochemistry**, v.41, p.2357–2369, 2009.

OLIVEIRA, S. R. 2017. **Marcha de absorção e balanço de nutrientes no sistema solo-planta para o meloeiro fertirrigado**. 51p. (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Brasil.

OLIVEIRA, S. R., ARAÚJO, J. L., OLIVEIRA, F. S., FÁTIMA, R. T., de ANDRADE, R. O., FIGUEIREDO, C. F. V., SOUSA, G. M., NASCIMENTO, R. R. A. 2020. **Marcha de absorção de nutrientes em meloeiro ‘goldex’fertirrigado**. *Brazilian Journal of Development* 6: 12654-12673.

PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil**. 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003. 273 p.

RAMALHO, H.; NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; LIRA, R. M.; de LUCENA, E. H. L.; LIMA, N. S.; SILVA, M. A. **Comparação de metodologias para determinação de N-total em tecido vegetal**. UFRPE: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX. Recife. 2013.

RILLIG, M.C., CALDWELL, B.A., WÖSTEN, H.A.B., SOLLINS, P. Role of proteins in soil carbon and nitrogen storage: controls on persistence. **Biogeochemistry**, v.85, p.25–44, 2007.

SANTOS, D. M. M. **Desenvolvimento e Crescimento**. Unesp: Jaboticabal - SP, cap 2. 2005.

SILVA, F.; CASALI, V.W.D. **Plantas medicinais e aromáticas: Pós-colheita e óleos essenciais**. Viçosa: Arte e Livros, 2000. 135p.

SILVA, M. A. A.; ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. **Influência da cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) nos elementos ambientais em ambiente protegido**. Irriga, Botucatu, v. 7, n. 3, p. 230-240, 2002.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogen. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2006. v.1, p. 215-252, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 848 p. 2009.

THOMAS, R. L.; SHEARD, R. W.; MOYER, J. R. **Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using a single digest.** Agronomy journal, 59: 240-243, 1967.

VIEIRA, R.F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas.** 21.ed. Brasília, DF: Embrapa, p. 163, 2017

WILLIAMS, L. E.; MILLER, A. J. Transporters responsible for the uptake and partitioning of nitrogenous solutes. Ann. Rev. Plant Physiol. **Plant Molecular Biology**, v.52, p.659-688, 2001

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. **Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral de plantas.** Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 1, p. 275-318, 2016.