

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

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**CALIBRAÇÃO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA HORTELÃ
MIUDA (*Mentha x villosa* Huds) PELO MÉTODO DE MEHLIC-1**

GABRIEL ANASTÁCIO BARROS LIMA

**PETROLINA, PE
2022**

GABRIEL ANASTÁCIO BARROS LIMA

**CALIBRAÇÃO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA HORTELÃ
MIUDA (*Mentha x villosa* Huds) PELO METODO DE MEHLIC-1**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao
IFSERTÃOPE, *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)

L732 Lima, Gabriel Anástacio Barros.

Calibração de adubação potássica para Hortelã Miuda (*Mentha x villosa* Huds.) pelo o método mehlich -1 / Gabriel Anástacio Barros Lima. - Petrolina, 2022.
30 f.

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. Recomendação de adubação. 3. Plantas medicinais. 4. Classes de fertilidade. 5. Nível crítico. I. Título.

CDD 630

GABRIEL ANASTÁCIO BARROS LIMA

**CALIBRAÇÃO DE ADUBAÇÃO POTÁSSICA PARA HORTELÃ
MIUDA (*Mentha x villosa* Huds) PELO METODO DE MEHLIC-1**

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

Aprovada em: 08 de dezembro de 2022.

Dr. Fabio Freire de Oliveira (1º Examinador)
IF Sertão, *Campus* Petrolina Zona Rural

Dr^a Flávia Cartaxo Ramalho Vilar (2º Examinador)
IF Sertão, *Campus* Petrolina Zona Rural

Dr. Cícero Antônio de Sousa Araújo (Orientador)
IF Sertão, *Campus* Petrolina Zona Rural

RESUMO

Com o nome popular de hortelã, hortelã rasteiro, menta vilosa e hortelã de panela, a *Mentha x vilosa* Huds (Lamiaceae) é uma espécie medicinal de grande importância na indústria farmacêutica e na produção de fitoterápicos com diversas comprovações científicas. Apesar de ser bastante conhecido e utilizado a hortelã ainda não possui recomendações de nutrição para a cultura, onde se sabe que é algo imprescindível para a boa produção de qualquer cultura. Um dos elementos essenciais para os vegetais é o potássio (K), atuando em fases vitais nas plantas, como na fotossíntese e ativação enzimática. Desta forma o trabalho objetivou utilizar o método de extração Mehlich-1 para determinar os níveis de fertilidade e eficiência do potássio na cultura da hortelã conduzida em vasos, preenchidos com solo latossolo amarelo. Avaliando a marcha de extração de K na cultura, definindo o manejo de fertilidade para o Hortelã, com base na curva de absorção e calibração, determinando assim a importância da quantidade correta de K para essa cultura associada com o tipo de solo.

Palavras-chave: Hortelã rasteiro, recomendação de adubação, análise de solo.

DEDICATÓRIA

A todos aqueles que em um mundo de negacionismo, acreditam na ciência e a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a Deus por conceder essa conquista na minha vida

Agradeço a meus pais, minha irmã e Giovany em especial minha mãe Maria Edivania que sempre foi minha melhor amiga e parceira durante toda minha vida, então por, mas falho que fui muitas vezes tudo isso sempre foi pela senhora.

Um das pessoas que não posso deixar de agradecer pelo incentivo é o meu tio Cicero Galdino, no qual foi importante ao me conduzir a esse caminho no qual me tornei um profissional na área.

Agradecer aos meus primeiros orientadores e pais que a graduação me concedeu, Dra Flavia Cartaxo e Msc Adelmo Santana, esses foram pais não consigo encontrar outras palavras pra descreve-los, só tenho agradecer por vocês fazer parte da minha vida acadêmica e falar deles aqui seria escrever um livro.

Agradecer a Cicero Antônio e Fabio Freire pelos puxões de orelhas e tudo que fizeram por mim, e isso deve ser valorizado, acredito que isso só acontece quando as pessoas de fato se importam com a gente, então a palavra é gratidão a vocês e continuar aqui falar desses caras é TCC que não acaba mais.

Gostaria de agradecer também aos meus colegas de graduação, que os mesmos sintam-se abraçados nos meus agradecimentos, não dá para citar todos, pois graças a deus ele colocou muitos no meu caminho, inclusive agradeço até pelos que de alguma forma entraram para atrapalhar mas que não tiveram êxito kkkk

Agradecer a toda equipe do horto medicinal e laboratório de solos em especial Graciene, pelos bons momentos e pela troca de conhecimento.

Agradecer ao meu trio de graduação, Yuri Kelvin e Brena Suellen vocês foram incríveis e muitos momentos felizes, agoniados, tristes e por ai vai, eu dividi com vocês, uma folha de agradecimentos não é suficiente para falar de vocês, então separei um parágrafo para vocês.

Mateus de Souza Viana, um irmão o cara do coração gigante, 10 anos falar da gente aqui é uma declaração de amor que os leitores não estão prontos para ler. Estamos junto sempre irmão.

Gilberto filho, foi o último a chegar e chegou fazendo mas dos que já estava por mais tempo, não podia deixar você de fora meu amigo, obrigado pela paciência e pela troca de conhecimento, nosso grande amigo da ciência.

Agradecer em especial a Leonardo Feijó, Eloisa Emanuele, Marina Souza, Victor Carvalho, Breno, Felipe Silva, Leonardo Lima e os demais amigos, que acharam que não iam fazer parte dos agradecimentos.

E por fim e não menos importante gostaria de agradecer a mim mesmo, afinal se eu não fosse eu não, ninguém estava nos agradecimentos.

SÚMARIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	07
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	08
2.1 Plantas medicinais.....	08
2.2 Lamiaceae.....	09
2.3 Gênero <i>Mentha</i> L. e <i>M. x villosa</i> Huds.....	09
2.4 Fertilidade do Solo.....	10
2.4.1 Potássio (K).....	11
2.5 Latossolo amarelo.....	11
2.6 Calibração.....	11
2.7 Extrator Melich-1.....	12
3. OBJETIVOS.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1 Nível crítico (NC) no solo e foliar.....	19
5.2 Classe de fertilidade.....	20
5.3 Doses recomendadas.....	21
6. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A *Mentha x villosa* Huds é uma espécie híbrida da família Lamiaceae, segundo Lima et al. (2013) família com vasta importância na indústria farmacêutica e de cosméticos, justamente por conta da produção acentuada de compostos secundários. De acordo com o Índice Internacional de Nomes de Plantas, em inglês International Plant Names Index (IPNI), um híbrido de *M. suaveolens* Ehrh. E *M. spicata* L.

O conhecido hortelã, hortelã rasteiro, menta vilosa, hortelã de panela é uma espécie de grande importância para a medicina popular com comprovações científicas, sendo indicada popularmente para ação anti-helmíntico, usada como calmante e digestivo, e também para problemas como, mau hálito (DE LUNA DIAS et al., 2011).

Para uma ótima produção, se faz necessária adubações de qualidade, a fertilidade do solo segundo, Silva & Araújo (2005) é um fator crucial para uma maior produtividade. E apesar de ser uma espécie bastante utilizada economicamente, a hortelã não possui uma recomendação de nutrição para a cultura.

Dechen & Nachtigall (2007) comentam que para o elemento ser essencial o mesmo tem que seguir três critérios, os critérios de essencialidade. O elemento só é essencial se a sua deficiência impedir o ciclo da planta. Em sua deficiência o elemento não pode ser substituído por outro elemento com propriedades similares. E o elemento deve participar diretamente no metabolismo vegetal.

Segundo Kumar et al. (2007) o Potássio (K) é um nutriente essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas, justamente por desempenhar vários papéis nas células vegetais, muitos destes vitais, como a osmorregulação, a fotossíntese, ativação enzimática e a síntese de proteínas.

De acordo com Medeiros et al. (2010) vários são os métodos disponíveis para a análise de K em solo, extratores como o Melich-1, Melich-3 e resina de troca iônica foram utilizados em seu trabalho, partindo da premissa que um só extrator não é suficientemente adequado para a quantificação de K de diversos tipos de solo diferentes. Segundo Van Raij (1991) levando em consideração os solos brasileiros, os mesmos extratores utilizados para fósforo (P) podem ser utilizados para K.

Tendo em vista a importância da cultura e pouca disponibilidade de informações sobre o seu manejo nutricional, essencialmente do elemento Potássio (K) se faz necessários estudos para aprofundamento no assunto. Este trabalho teve como objetivo definir os níveis críticos do Potássio para a cultura da hortelã e definir as dosagens recomendadas desse elemento para cada nível.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Plantas medicinais

As plantas medicinais crescem de forma acelerada e apresentam fácil propagação. Pouco ou quase nada se sabe sobre o manejo eficiente desse gênero. Suas raízes tem pouca profundidade sendo seu sistema radicular concentrado nos 10 cm do solo, necessitam de bastante água e uma boa drenagem (FERREIRA, 2008).

As plantas medicinais, segundo Lopes *et al.* (2005), são aquelas que acabam conferindo uma ação terapêutica ao homem quando utilizadas. Segundo da Silva *et al.* (2022) podem servir como ferramenta de manutenção e representação da cultura.

Há registros do uso das plantas medicinais desde as primeiras sociedades. Essa arte foi cada vez mais fundamentada com o acúmulo de informações passadas pelo saber popular. As plantas medicinais muitas vezes representam o único recurso curativo para muitas comunidades (SALESSE *et al.*, 2018; FRANCO; LAMANO; FERREIRA; FERREIRA, 2011).

O avanço industrial possibilitou o surgimento dos fármacos sintéticos, que fizeram com que as plantas medicinais fossem substituídas, sendo tratadas como um atraso tecnológico (TOMAZZONI; NEGRELLE; CENTA, 2006). Porém com o surgimento de estudos e comprovação científica das propriedades curativas, essas plantas voltaram a ser utilizadas pela sociedade (ALEXANDRE, BAGATINI & SIMÕES, 2007).

Com o enriquecimento científico foram surgindo novas moléculas com atividades terapêutica, que foram sendo estudadas para que se pudesse utiliza-las para a formação de medicamentos, desenvolvendo uma nova tecnologia farmacêutica (SCHENKEL *et al.*, 2003).

Com isso os países passaram a investir nesses estudos. Em alguns, o uso das plantas medicinais é muito mais concretizado, substituindo as drogas que são importadas, fortalecendo a economia do país (BRIÃO *et al.*, 2016) Desde modo, os países vêm investindo em diversos marcos regulatórios para incentivar e fomentar o uso seguro das plantas medicinais.

No Brasil, o governo muito tem investindo para o fortalecimento do uso das plantas medicinais. Em 2008 a ANVISA publicou diversas resoluções para orientação e práticas de manipulação e até então muitos outros registros foram surgindo, dentre oficialização das Farmácias Vivas, com normas para o cultivo e as oficinas farmacêuticas (ALMEIDA, 2011).

No cenário nacional, é perceptível o interesse popular e institucional pela utilização de fitoterápicos e plantas medicinais (ANVISA, 2021). Silva & Silvana (2018) e Menezes Filho & Castro (2019) relatam que de modo geral isso se dar pelo fácil acesso e baixo custo para tratamentos eficientes.

2.2 Lamiaceae

Uma das Famílias mais representativas na fitoterapia, é a Lamiaceae, principalmente quando se fala das plantas aromáticas, de acordo com Trindade et al. (2016), as diversas espécies da família são bem relevantes para indústria farmacêutica, podendo ser utilizada na fabricação de chás, óleos e culinária.

De extrema importância, é representada por 19 espécies e 13 híbridos naturais. Malvão, malva-santa e falso-boldo do gênero *Plectranthus* L'Hér., alecrim do campo (*Rosmarinus officinalis* L.), e as mentas e hortelãs do gênero *Mentha* L. são espécies medicinais representativas bastante conhecidas da família (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

2.3 Genero *Mentha* L. e *M. x vilosa* Huds

O gênero *Mentha*, segundo a Flora e Funga do Brasil (2020) possui 4 espécies exóticas naturalizadas ocorrendo no Brasil. É caracterizado por apresentar caules ramificados; folhas opostas e serradas, flor com quatro estames, corola não distintamente labiada, sem o conjunto de caracteres, e a corola campanulada, com quatro lobos eretos e cálice campanulado, 5-lobado, dispostas em espigas terminais ou axilares, lilases ou azuladas (BARROSO, 1986).

O gênero possui grande quantidade de híbridos, como *Mentha x vilosa* Huds, de acordo com o Índice Internacional de Nomes de Plantas, em inglês International Plant Names Index (IPNI), um híbrido de *M. suaveolens* Ehrh. e *M. spicata* L.

À critérios de identificação das espécies no uso das chaves de identificação fica claro a dificuldade desse processo, justamente por conta do amplo grau de hibridismo dessas espécies e da variabilidade morfológica. Porém segundo a Flora e Funga do Brasil (2020) as espécies do grupo *spicata* (*spicate group*) cujo apresentarem esterilidade são consideradas *Mentha x vilosa* Huds.

Conhecido popularmente como hortelã, hortelã rasteiro, menta vilosa, hortelã de panela tem sua importância já comprovada cientificamente, indicada para os organismos helmínticos, ou seja, vermes. Também utilizada como calmante, digestivo e para problemas de mau hálito (DE LUNA DIAS et al., 2011).

Seu óleo pode ser utilizado nas mais diversas finalidades, como produtos aromatizantes de uso oral, tais como cremes dentais, anti-sépticos bucais, gomas de mascar, em cigarros e também são utilizados na confecção de sabonetes, loções, perfumes e na medicina alternativa (Garlet, et al., 2007).

2.4 Fertilidade do Solo

Pouco se sabe sobre o cultivo das plantas medicinais, em relação ao conhecimento técnico e especialmente sobre o manejo da fertilidade do solo para essas culturas (MONTEIRO et al., 2021; SILVA et al., 2018). Estudos destacam que a fertilidade esta inteiramente ligada a produção e produtividade (ANTONIOLLI, 2005).

Para a (*Mentha X villosa* Huds) apesar de ser uma espécie de grande utilização econômica, para esta não possui instruções eficiente sobre recomendação de manejo nutricional. Silva & Araújo (2005) enfatiza que a fertilidade é um fator determinante para a melhoria na produtividade.

A essencialidade de um nutriente está ligada a alguns critérios. Quanto ao ciclo biológico da planta, na ausência de algum dos elementos pode ocorrer uma estagnação do ciclo, fazendo com que ele não se complete (MOREIRA, 2021). O elemento tem funções específicas em que sua falta ou abundância gera sintomas característicos que só pode ser sancionado caso seja realizada a correção do mesmo, a presença ou a ausência tem implicância diretamente na nutrição vegetal (MENDES, 2007)

Mendes (2007) ainda cita que os elementos benéficos são caracterizados como aqueles elementos que não são essenciais, mas que de alguma maneira contribui para o desenvolvimento da planta.

São contabilizados dezessete elementos essenciais, são eles: Carbono (C), Hidrogênio (H), Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Fosforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B) , Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Zinco (Zn).

Dentre os elementos benéficos estão o Sódio (Na), Silício (Si), Selênio (Se) e Cobalto (Co) (DECHEN e NACHTIGAL, 2007).

Os elementos essenciais são classificados como micro, e macro nutrientes que se diferem quanto a quantidade necessária pelas plantas, na qual os micros são exigidos em quantidades menores que os macros.

Para isso, se torna necessário o conhecimento dos elementos essenciais. Os critérios de essencialidade já eram discutidos por Arnon & Stout (1939), e Dechen & Nachtigall (2007) reforçam a ideia, o elemento é considerado essencial quando segue três critérios. O elemento só é essencial se a sua deficiência impedir o ciclo da planta. Em sua deficiência o elemento não pode ser substituído por outro elemento com propriedades similares. E o elemento deve participar diretamente no metabolismo vegetal.

2.4.1 Potássio (K)

O Potássio (K) é considerado um nutriente essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Desempenhando papéis nas células dos vegetais, como a osmorregulação, fotossíntese, ativação de enzimas e síntese proteica, muitos desses papéis são vitais para as plantas (KUMAR et al., 2007).

Segundo Marschner & Cakmak (1989), quando severa a deficiência, órgãos como folhas e caules apresentam clorose e necrose, dependendo também da intensidade da luz as folhas expostas.

Junto com o Nitrogênio (N) e o Fosforo (P) faz parte dos nutrientes essenciais primários, macro nutrientes. O potássio faz parte do processo fotossintético, nutriente regulador osmótico, quando o potássio está em pequenas quantidades o teor fotossintético diminui, e aumenta o teor respiratório da planta, age como ativador de enzimas, faz parte da síntese proteica, além de ser importante na decomposição dos carboidratos. Os íons de potássio quando estão na presença da luz, são ativados nas células, para as células estomáticas, quando acontece o aumento do teor desses íons, as células guardam absorvem a água por osmose e ficam turgidas, o que acarreta a abertura do ostíolo. (SCHLINDWEN, 2003)

2.5 Latossolo

Os latossolos são caracterizados como solos que já passaram por muitos processos de intemperismo, sendo considerados como solos antigos, e está distribuído em todo território brasileiro (FERNANDES, 2004).

São solos bastante profundos, tem uma boa drenagem,

Solos profundos de boa drenagem, horizonte superficial pouco espesso e apresenta baixos teores de matéria orgânica. Com coloração avermelhada, alaranjada ou amarela (SANTOS, 2013).

Santos et al., (2011) afirma que esses fazem parte de 31,6% dos solos no Brasil. Tem alta estabilidade, pouco risco de erosão, quando manejados por práticas de adubação se tornam mais produtivos.

2.6 Calibração de métodos

A análise de solo é uma prática indispensável para produção das culturas, por meio dessa é possível realizar uma adubação mais econômica. E se tornam ainda mais evidenciada quando apoiada por metodologia de calibração de acordo com o rendimento produtivo da cultura.

Na calibração estabelece uma relação entre o nível do elemento no solo, utilizando metodologias eficientes em função do rendimento da cultura (SCHLINDWEN, 2003).

A calibração se concretiza como uma das etapas finais para a recomendação de adubação para as culturas. Neste é relacionado o teor do nutriente extraído e o desempenho da planta sob aplicação desse nutriente, ajustado matematicamente (Schlindwein & Anghinoni, 2000; Heckman et al., 2006).

Para Cantarutti et al. (2007) utilizar da produção relativa (PR) como parâmetro para a calibração, diminui a influência de variáveis não controladas. Reunindo em uma única base de dados os resultados das amostras que tiveram alguma interferência (Heckman et al., 2006).

Contendo os dados eficientes do teor, rendimentos médios das parcelas, ajusta os resultados em um modelo que melhor se enquadre, gerando a curva de resposta da cultura. Especificando as faixas de fertilidade e o percentual de reposta na cultura em relação ao nível de nutriente no solo (Heckman et al., 2006; Schlindwein e Gianello, 2008).

Estima-se o nível crítico para a determinação das dosagens de máxima eficiência física e máxima eficiência econômica da cultura. O nível crítico é o teor do nutriente no solo que possa vim a ser utilizado pela planta requerido para o alcance de máxima eficiência econômica desde que os outros nutrientes e fatores não atuem como limitantes (DEUS et al., 2015). Estabelecer o nível crítico e classes de teores do elemento no solo por esses métodos de análise torna-se necessário para auxiliar as recomendações de adubação (FARIA et al., 1986).

Geralmente as pesquisas para calibração são feitas em campo, onde há uma junção dos fatores que influenciam na fertilidade do solo e no percentual produtivo das culturas (Sims e Johnson, 1991). Experimentos conduzidos em casa de vegetação possibilita um estudo mais preciso e controlado dos fatores, detalhando as variações dos níveis críticos e taxas de recuperação em uma maior quantidade de solos (Souza, 1999), atrelado a economia de tempo e recursos (Novais et al., 2007).

2.7 Extrator Melich-1

Os extratores mais utilizados para a análise de K em solo são Melich-1 e Melich-3, isso é totalmente dependente da natureza de extração dos extratores. A solução de acetato de amônio 1 mol L⁻¹ a pH 7,0 é uma das mais utilizadas na extração de K (MEDEIROS et al., 2010). Mas deve sempre partir a premissa que um mesmo extrator não é capaz de extrair K de diversos tipos diferentes de solo. Nos laboratórios de rotinas é comum o uso do Mehlich-1 (RAIJ et al., 2001; SILVA et al., 1998).

Utiliza-se a solução de Mehlich-1 (duplo ácido – H₂SO₄ 0,0125 mol dm⁻³+ HCl 0,05 mol dm⁻³) para avaliação da disponibilidade de K no solo para as plantas (Mehlich, 1953).

Este método tem como princípio:

A solubilização, pelos íons H⁺, de fosfatos de cálcio e pequenas porções de fosfatos de alumínio e ferro. O sulfato, por troca iônica, desloca o P adsorvido com fraca energia nos óxidos hidratados de ferro e alumínio, além de diminuir a readsorção do fósforo removido pelos íons H⁺ (Mehlich, 1953).

Entre as vantagens de usar o Mehlich-1 como extrator, estão a facilidade de execução, custo acessível, otimização de tempo e a limpidez do extrato após a decantação, não sendo necessário a filtração desse extrato para leitura (Tedesco et al., 1995; Silva & Raij, 1999)

Para o gênero *Mentha* são escassas informações sobre calibração da adubação de K em solos. Os estudos encontrados correlacionam crescimento, rendimento do óleo essencial com estimativa das concentrações de potássio efetiva apenas para o cultivo em solução nutritiva. (Maia, 1994; Rodrigues, 2003; Faquin et al., 2004; Ramos et al., 2005).

Para saber a quantidade necessária de K para tornar a cultura da hortelã mais eficiente e produtiva é necessário um estudo de calibração, pelo método de análise estabelecido em estudo de correlação para os solos de uma região, no estado de Pernambuco o método que mais se mostrou eficiente foi o Melich-1. Podendo trazer informações ao produtor permitindo determinar a dose de cada nutriente, neste caso o potássio, fazendo com que o mesmo conheça a demanda nutricional da cultura.

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Definir os níveis de fertilidade e doses recomendadas de potássio por calibração do extrato Mehlich-¹ para a cultura da hortelã.

Objetivos específicos

- Definir o nível crítico de K no solo;
- Determinar o nível crítico na folha de hortelã;
- Estabelecer classes de interpretação da disponibilidade de P no solo;
- Indicar as doses de potássio a serem recomendadas de acordo com a disponibilidade de K no solo para a hortelã.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da hidroponia no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Petrolina Zona Rural, latitude 9°20'12.8"S, longitude 40°41'24.9"W e altitude de 413 m, em um latossolo amarelo, sob clima BSh ‘, segundo a classificação de Köppen, ou seja, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão estendendo-se para o início de outono (Azevedo et al.,2003).

O solo foi coletado no município Cariri no estado de Pernambuco, com amostras compostas por 20 amostras simples na camada de 0-20 e encaminhada para o laboratório de solos do IF Sertão PE. A análise seguiu a metodologia EMBRAPA (2017), cujo os resultados encontram-se na (tabela 1).

Tabela 1: Característica química do solo.

pH (1:25) H2O	CE dS/m	MO g/kg	Pdisp. mg/kg	K	Na	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V %
4,50	0,10	16,97	5,81	0,03	0,00	0,15	0,46	5,59	2,06	0,63	6,23	10,15

Saturação				Micro						
%Ca	%Mg	%Na	%K	Ca/Mg	Cu	Zn	Fe	Mg	MELICH	KCL 1N
2,43	7,31	0	0,41	0,33	0	0	84,2	17,96	P, K, Na, Cu, Zn, Fe, Mn	Ca, Mg, Al

Onde: pH, CE, MO, P_{disp.}, K, Na, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC, Cu, Zn, Fe correspondem a, potencial hidrogenionico condutividade elétrica do estrato de saturação do solo; matéria organica Fósforo disponível; Potássio, Sódio, Cálcio, Magnésio, Alumínio, Hidrogênio mais Alumínio, Saturação de Bases, Capacidade de Troca de Cátions Cobre, Zinco, Ferro, respectivamente.

Foi realizado a correção do pH do solo com calcário micronizado e estabelecidos níveis ideais dos demais elementos para o ciclo da cultura (Tabela 2) de acordo com o laudo completo da análise e com base nos cálculos de adubação. As fontes utilizadas foram, para (N) ureia, (Mg) sulfato de magnésio, (Ca) primaz, (P) map purificado, (Cu) sulfato de cobre, (Zn) sulfato de zinco, (B) ácido bórico e para (Mn) sulfato de manganês.

Tabela 2. Níveis ideais estabelecidos para os nutrientes

Cultura	Macro				Micro				
	P	Ca	Mg	N	Zn	Mn	Fe	Cu	B
Cmolc/Kg.....			mg. L-1mg/dm3.....				
Hortelã	0,6	3,6	0,8	112	1,5	8	30	1,2	0,6

Macro: Macronutrientes, Micro: Micronutrientes, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, N: Nitrogênio, Zn: Zinco, Mn: Manganês, Fe: Ferro; Cu: Cobre, B: Boro

A fonte de K foi o sulfato de potássio onde está na fórmula de K_2O . Com relação a quantidade de potássio que contém o sulfato de potássio fez necessário a aplicação nos tratamentos do produto comercial.

Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha, e quatro doses diferentes de K_2O ;

$$D1 = 0,1 \text{ cmol} = 39,1 \text{ mg/dm}^3 = 140,76 \text{ mg}$$

$$D2 = 0,2 \text{ cmol} = 78,2 \text{ mg/dm}^3 = 281,52 \text{ mg}$$

$$D3 = 0,4 \text{ cmol} = 156,4 \text{ mg/dm}^3 = 563,04 \text{ mg}$$

$$D4 = 0,6 \text{ cmol} = 234,6 \text{ mg/dm}^3 = 884,56 \text{ mg}$$

Sendo 5 Com cinco repetições, foram distribuídas ao acaso (DIC). Para o preparo das mudas foram coletadas estacas do matrizeiro do Horto Medicinal Orgânico medindo de 10 a 12 cm de altura, com 6 gemas. As estacas foram colocadas em bandejas preparadas com vermiculita hidratada e dispostas suspensas em solução nutritiva em sistema hidropônico por um período de 24 dias.

O cultivo foi em vaso com capacidade de 3,6 L onde foi pesado e preenchido conforme a densidade de cada solo para que atingissem o volume estimado. Adicionou uma alíquota das soluções de adubação nos vasos de forma homogeneizada. Os vasos foram dispostos em bancada e com 24 dias após o plantio (DAP) as mudas foram transplantadas para os vasos. Realizou um controle preventivo e curativo com fungicidas e inseticidas, respectivamente.

Com 52 DAT nos vasos efetuou o corte das plantas e coleta de amostras do solo de cada vaso. Em seguida, determinou o peso da massa fresca de cada planta, pesadas em balança analítica, logo as plantas foram acondicionadas em sacos de papel, previamente identificados, e postas para secagem, em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 65°C , onde permaneceram até atingirem peso constante quando determinou-se a massa seca das plantas por meio de pesagem em balança de precisão.

Após a secagem determinadas pelo peso constante, as amostras foram pesadas e determinadas a massa seca, trituradas por moinho tipo Wiley e encaminhadas para a digestão sulfúrica seguindo a metodologia descrita por Thomas *et al.*, (1967) adaptada por Primo (2010) e lidas e dosadas por fotometria de chama de emissão.

Foram analisadas a produtividade de massa seca, teor de K na folha, teor de K no solo. Calculando a (PR) produção relativa (%), (NC) Nível crítico no solo e foliar, estimando as classes de fertilidade e as doses recomendadas.

Produção relativa: levando em consideração a produção de massa seca, dada pela formula a seguir:

$$PR = \frac{MSD \times 100}{MMS}$$

Onde:

PR = Produção relativa (%);

MSD = Massa seca de cada dose (g);

MMS = Máxima massa seca alcançada (g).

O nível crítico para máxima eficiência física foi dado por meio da derivação da equação polinomial resultante da função entre Produção relativa (%) X teor de K-mehlich (cmol_c dm³). A máxima eficiência econômica se deu com a substituição do Y por 90 na equação. O teor na folha e no solo, foi estimado por modelos de regressão ajustados matematicamente, assim como as classes de fertilidade.

Para estimar as doses recomendadas foi necessário determinar a taxa de recuperação no solo, por análise linear das variáveis teor de K no solo (cmol_c dm³) e as doses de K aplicadas.

$$DR = \frac{NC - TS}{\text{Taxa de recuperação}}$$

Onde:

DR = Dose recomendada

NC = Nível crítico

TS = Teor no solo

As variáveis foram submetidas análise de variância pelo teste F a $p < 0,05$. Os graus de liberdade (GL) para dose foram desdobrados em análise de regressão e os modelos foram escolhidos com base nos maiores valores de R^2 . Os GL referentes a fator solo foram analisados pelo teste de Tukey, $p < 0,05$, usando o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses aplicadas de K no solo afetaram positivamente a produção da cultura. As concentrações de potássio na parte aérea se mostraram significativas nos fatores de estudo. K no solo foi significativo em relação ao acréscimo das doses de K.

Tabela 03. Resumo da análise de variância massa seca parte área (MSPA), massa fresca da parte aérea (MFPA), potássio na folha (K folha), potássio no solo (K solo), Produção relativa na folha (PROD), acumulo de potássio na planta (ACKPL), acumulo de potássio por hectares (ACKHA) em função da dose de K₂O.

FV	GL	QM			
		MSPA	K FOLHA	K SOLO	PROD
DOSE	4	12,17*	636,26***	0,014**	284,56**
ERRO	20	2,72	7,68	0,0023	63,68
CV(%)		9,59	13,88	95,67	9,59

QM: Quadrado da media, CV: Coeficiente de variação, *: significativo a $p < 0,05$, **: significante a $p < 0,01$, ***: significante a $p < 0,001$, NS: não significativo

Com 25 dias após o transplante as mudas condicionadas na D1 começaram apresentar sintomas de deficiência de K.

Em uma das espécies do gênero *Mentha*, Prazna & Bernáth (1993) constataram que a medida que a planta sofre com a ausência de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, ocorre a redução de massa fresca e na produção de óleos essenciais. E em relação ao K, a perda na produção de óleos foi mais acentuada.

O acréscimo da concentração de K resultou em um aumento da quantidade de matéria seca da planta.

5.1 Nível crítico (NC) no solo e foliar

O nível crítico refere-se ao estado da fertilidade em que respostas significativas referentes a adubação será baixa, teores inferiores ao nível crítico a probabilidade de resposta da adubação aumenta gradativamente (DEUS *et al.*, (2015).

O nível crítico para M.E.F (máxima eficiência física) e M.E.E (máxima eficiência econômica) foi estimado matematicamente por derivação. Variando em torno de 31,2 mg.kg¹ para M.E.F e atingindo 11,7 mg.kg⁻¹ para M.E.F estimada para a 90% da produção efetiva (figura 2).

E o nível crítico na folha foi de 16,7 g/kg conforme o que é visto na (Figura 1)

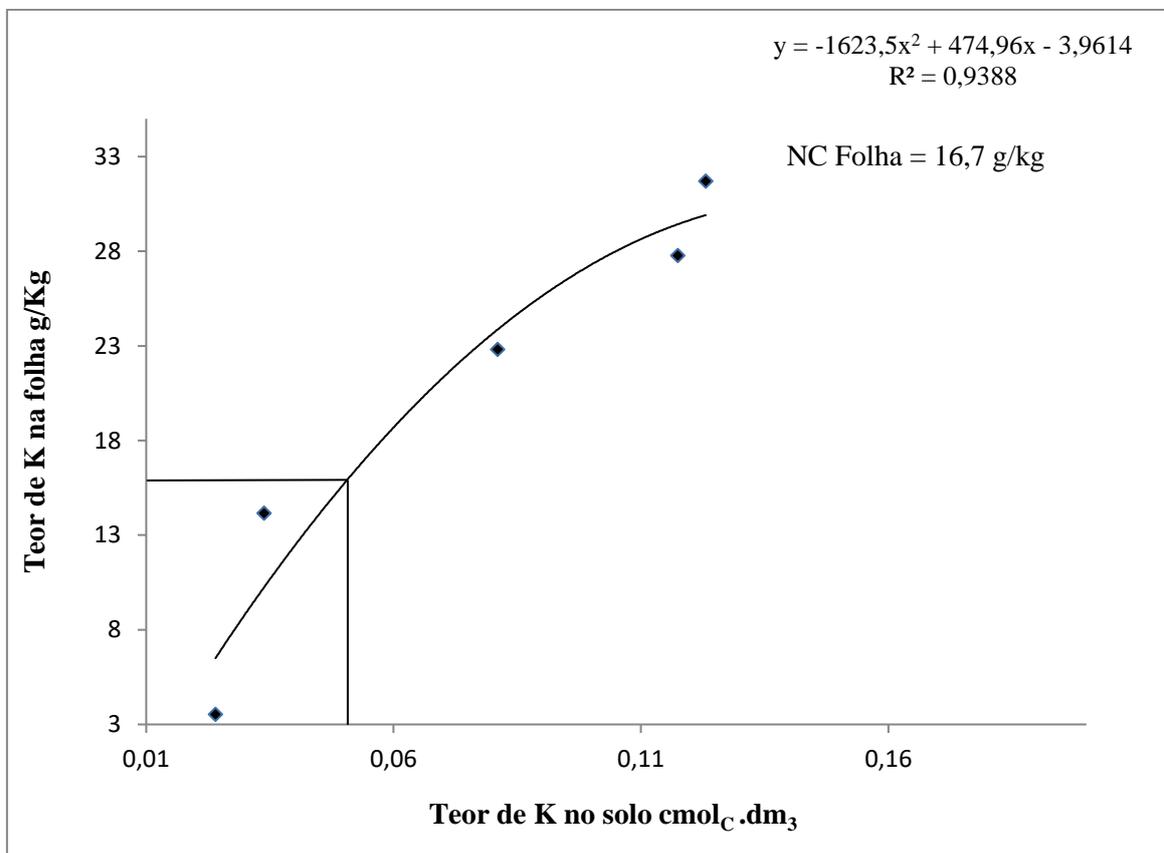


Figura 1: Teor de K na folha em função do teor de K no solo em cmol_c.dm₃

Segundo Garlet (2007) a demanda de potássio pelas culturas é elevada, variando de 1 a 6% da matéria seca. Quando é pouco disponibilizado para as plantas, o crescimento das mesmas é retardado, e a remobilização de K das folhas maduras e do caule aumenta.

5.2 Classe de fertilidade

As classes de fertilidade para a disponibilidade de K pelo extrato Melich-1 foram estimados como baixo (<0,03 cmol_c.dm₃), media (0,03-0,08 cmol_c.dm₃) e alta (>0,08 cmol_c.dm₃) para o solo. (Figura 2).

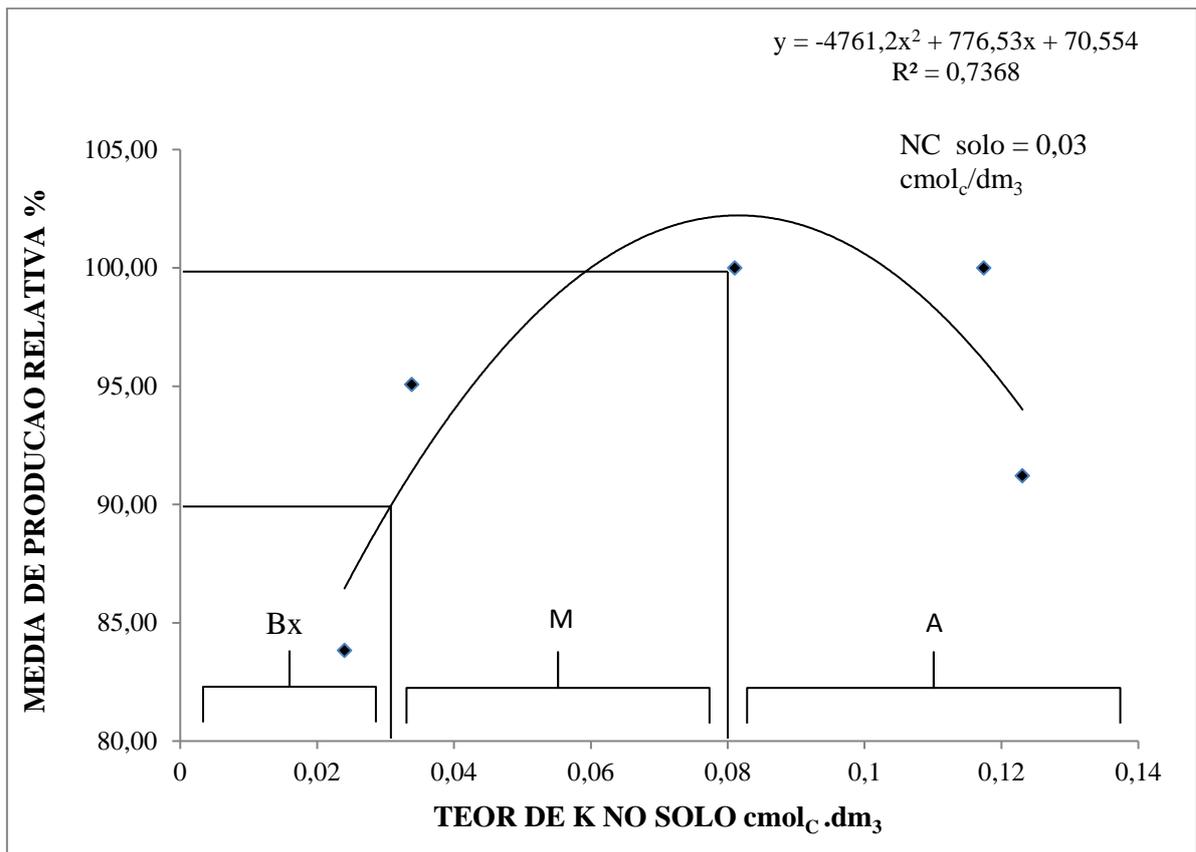


Figura 2: Produção relativa (%) (*Mentha x Vilosa Huds*) em função de K- Melihch (mg.kg⁻¹), Bx: Baixa, M: Média, A: Alta.

5.3 Doses recomendadas

Utilizou-se o coeficiente de regressão linear simples para K recuperado por Mehlich-1 e as doses. Apresentando uma resposta linear positiva. É utilizada para determinação das DR (Doses Recomendadas)

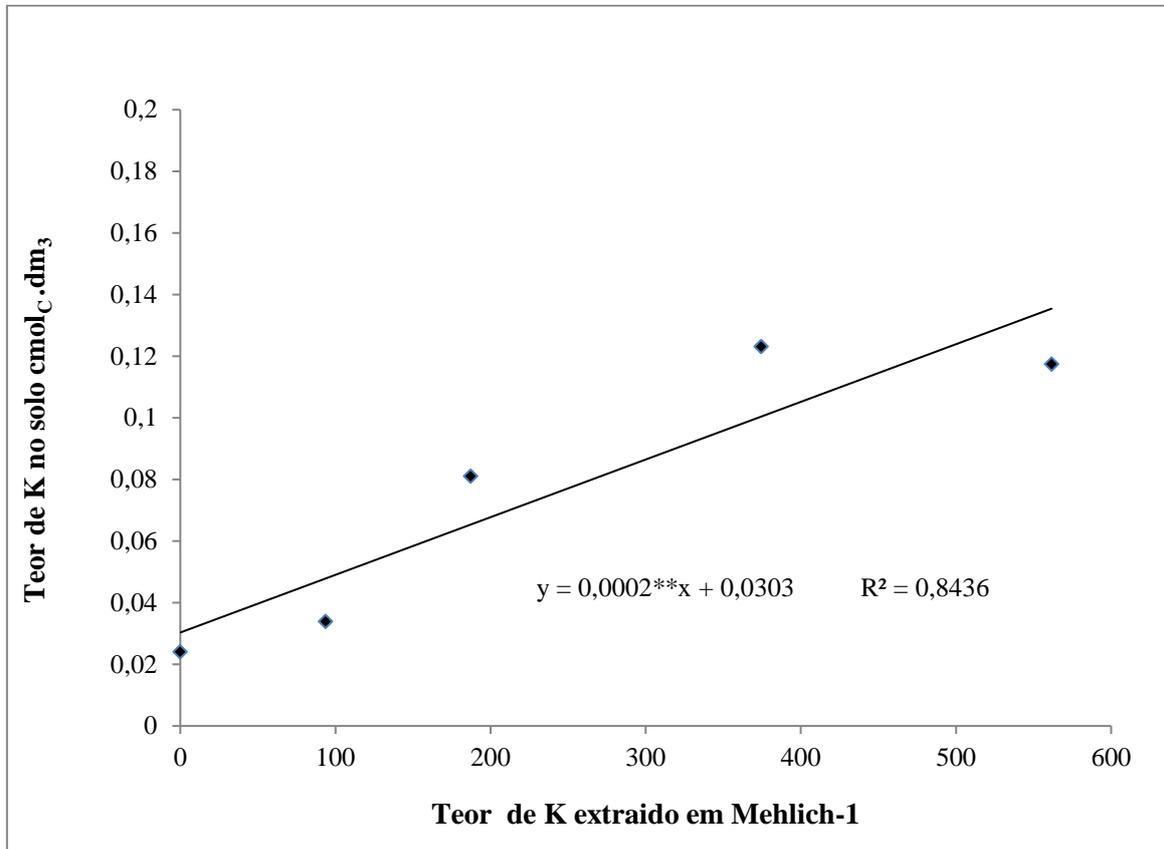


Figura 3: Teor de K extraído em mehlich-1 em função do teor de K no solo em cmol_c.dm³

Com base no obtido estimou-se as seguintes dosagens.

Tabela 04. Doses recomendadas para as diferentes classes de fertilidade.

Solo	Latossolo		
	Limite inferior	Limite Superior	Media
Classe de fertilidade	kg ha ⁻¹ de K ₂ O		
Baixa	188	117	152,5
Média	114	0,6	57,6
Alta	0,6	0,6	0,6

As doses recomendadas em função da classe de fertilidade do solo contribuem para a recomendação de adubação para a hortelã.

No manual de recomendação para o estado do Pernambuco não contem dados sobre os teores a serem considerados no solo ou maiores informações sobre a recomendação de adubação para hortelã.

6. CONCLUSÃO

Portanto conclui-se que o nível crítico em latossolo amarelo é $0,03 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^3$. Na área foliar o nível crítico foi $16,7 \text{ g/kg}$.

As classes de fertilidade para a disponibilidade de potássio (K) são ($<0,03 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^3$), ($0,03-0,08 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^3$) e ($>0,08 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^3$), baixa, média e alta respectivamente.

E as dosagens de K recomendadas para a cultura do hortelã foram baixa ($188-117$), média ($114-0,6$), alta ($0,6$) kg ha^{-1} de K_2O , para limites inferior e superior respectivamente.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, R. F.; BAGATINI, F.; SIMÕES, C. M. O. Interações entre fármacos e medicamentos fitoterápicos à base de ginkgo ou ginseng. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 1, p. 117-126, 2008.
- ALMEIDA, M. Z. Plantas medicinais. 3ed. Salvador, **EDUFBA**, 2011, 221p.
- ANVISA, Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira 2 ed. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2021.
- Antar, G.M.; Harley, R.M.; Oliveira, A.B.; Buchoski, M.G.; França, F.; Faria, M.T.; Soares, A.S.; Mota, M.C.A.; Schlieve, M.A.; Pastore, J.F.B.; Sarraff, H. *Lamiaceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB142>>. Acesso em: 03 dez. 2022.
- Antar, G.M.; Harley, R.M. *Mentha in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23329>>. Acesso em: 03 dez. 2022.
- ANTONIOLLI, L. R. Sistema de Produção de Uva de Mesa do Norte de Minas Gerais: Colheita e manuseio pós-colheita. Embrapa Uva e Vinho. ISSN, p. 1678-8761, 2005.
- BARROSO, G.M. Sistemática de Angiospermas do Brasil. v.3. Viçosa/MG: Imp. Univ., 1986. 326 p.
- Brião D, Artico LL, Lima FP and Menezes APS (2016) Utilização de plantas medicinais em um município inserido no Bioma Pampa Brasileiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde** 14 (2): 206-219.
- CUBILLA, M.M. et al. Calibração visando à fertilização com fósforo para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1463-1474, 2007.
- DECHEN, Antonio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. Elementos essenciais e benéficos às plantas superiores. **Nutrição mineral de plantas**, p. 1-5, 2006.
- DECHEN, Antonio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. Elementos requeridos à nutrição de plantas. 2007.
- DE LUNA DIAS, Raquel Alves; SOUZA, Priscila Santos; DE ALSINA, Odelsia Leonor Sanchez. Secagem e extração de taninos totais da hortelã (*Mentha x vilosa* Hudson). **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 123-133, 2011.

DEUS, J. A. L et al. **Determinação do nível crítico de fósforo no solo em função do requerimento de nutriente pelo meloeiro e fósforo remanescente.** Congresso Brasileiro de Ciência do solo. Natal-RN 2015.

Faquin, V., Rodrigues, C. R., Trevisan, D., Pinto, J. E. B., Bertolucci, S. K. V., & Rodrigues, T. M. (2004). Nutrição mineral, crescimento e teor de óleo essencial da menta em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo e épocas de coleta. *Horticultura Brasileira*, 22, 573-578.

FARIA, C.M.B., PEREIRA, J R., & MORGARDO, L (1986). Disponibilidade de fosforo no solo e estimativa de doses adequadas de adubação fosfatada para o tomateiro no Submedio São Francisco.

FERNANDES, R. B. A. et al. Quantificação de óxidos de ferro de Latossolos brasileiros por espectroscopia de refletância difusa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 245-257, 2004.

FERREIRA, C.P. Caracterização química e morfológica de genótipos de *Mentha* spp. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008, 96 p. Dissertação de Mestrado.

FERREIRA, Carolina de Paula. Caracterização química e morfológica de genótipos de *Mentha* spp. 2008.

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

FRANCO, F.; LAMANO-FERREIRA, A. P. N.; FERREIRA, M. Etnobotânica: aspectos históricos e aplicativos desta ciência. Caderno de Cultura e Ciência 2011 dez.; Ano VI, v.10, n.2.

GARLET, T.M.B.; SANTOS, O.S.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; GARCIA, D.C.; BORCIONI, E.I. & FLEIG, V. Produção e qualidade do óleo essencial de menta em hidroponia com doses de potássio. v.37. Santa Maria/RS: Ciência Rural, n.4, 2007. p. 956-962.

GARLET, Tânea Maria Bisognin et al. Produtividade, teor e composição do óleo essencial de espécies de *Mentha* L.(Lamiaceae) cultivadas em hidroponia com variação de potássio. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

HECKMAN, J. R. et al. Soil test calibration for predicting corn response to phosphorus in the northeast USA. **Agronomy Journal**, v. 98, n. 2, p. 280-288, 2006.

KUMAR, Parveen et al. Influence of source and time of potassium application on potato growth, yield, economics and crisp quality. **Potato Research**, v. 50, n. 1, p. 1-13, 2007.

LIMA, R. K. et al. **Família Lamiaceae: importantes óleos essenciais com ação biológica e antioxidante**. 2013.

LOPES, C. R. et al. Folhas de chá. **Viçosa: UFV**, 2005.

MARSCHNER, Horst; CAKMAK, Ismail. High light intensity enhances chlorosis and necrosis in leaves of zinc, potassium, and magnesium deficient bean (*Phaseolus vulgaris*) plants. *Journal of Plant physiology*, v. 134, n 3, p. 308-315, 1989.

MEDEIROS, Jailma dos Santos de et al. Eficiência de extratores de potássio disponível em solos do Estado da Paraíba com graus de desenvolvimento pedogenético diferentes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 183-194, 2010.

MENDES, Alessandra Monteiro Salviano. Introdução a fertilidade do solo. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CURSO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2007, Barreiras. Palestras... Barreiras: MAPA; SFA-BA: Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos-UEP Recife, 2007. 1 CD-ROM., 2007.

MEHLICH, AJNCSTD. Determination of P, Ca, mg, K, Na, and NH₄. **North Carolina Soil Test Division (Mimeo 1953)**, p. 23-89, 1953.

MIRANDA, Leo Nobre de et al. Calibração de métodos de análise de fósforo e resposta do feijão ao fósforo no sulco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 1621-1627, 2002.

MOREIRA, S. L. S. et al. Evolução do conhecimento e importância da conservação do solo. In: CARMO, D. L. et al. (Org.). Diálogos transdisciplinares em Agroecologia: Projeto Café com Agroecologia. Viçosa: FACEV, 2021. cap. 4, p. 195-209.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J., & NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. P.471-550.

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

PRASZNA, L.; BERNATH, J. Correlations between the limited level of nutrition and the essential oil production of peppermint. In: International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants 344. 1993. P. 278-289.

RAMOS, S. J. et al. Produção de matéria seca e óleo essencial de menta sob diferentes doses de fósforo. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 8, n. 1, p. 9-12, 2005

RNON, Daniel Isaac; STOUT, P. R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant physiology*, v. 14, n. 2, p. 371, 1939.

RODRIGUES, C.R. Crescimento, nutrição mineral e teor de óleo essencial da menta (*Mentha piperita* L.) em solução nutritiva sob diferentes concentrações de fósforo. Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 2003. 49 p. Dissertação de Mestrado.

SALESSE, D. et al. Etnobotânica e etnofarmacologia das espécies de amaryllidaceae, anacardiaceae, annonaceae e apiaceae. *Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR* 2018 set./dez.; v. 22, n. 3, p. 205-216.

SANTOS, H.G. et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro, **Embrapa Solos**, 2013a. 353 p.

SANTOS, Sandy Karolline Souza et al. Transferibilidade de marcadores SSR, diversidade e estrutura genética em *Syagrus oleracea*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 59931-59947, 2020.

SCHENKEL, E. P.; GOSMAN, G.; PETROVICK, P. R. **Produtos de origem vegetal e o desenvolvimento de medicamentos**. In: SIMÕES, C. M.O. et al. (Ed.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. Porto Alegre: Ed. UFSC, 2003.

SCHLINDWEIN, J.A.; ANGHINONI, I. Variabilidade vertical de fósforo e potássio disponíveis e profundidade de amostragem do solo no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.30, n.4, p.611-617, 2000.

SCHLINDWEIN, J. A.; GIANELLO, C. Calibração de métodos de determinação de fósforo em solos cultivados sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.2037-2049, 2008

SILVA, D. J.; ARAÚJO, C. A. S. Agricultura irrigada: a importância da adubação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Anais...** Recife: SBCS: Embrapa Solos: UFRPE, 2005. 1 CD-ROM.

SILVA, Mateus Guimarães de et al. Avaliação e calibração de extratores de fósforo disponível em solos da zona abacaxicultora paraibana 2018.

SIMÕES NETO, Djalma Euzébio et al. Adubação fosfatada para cana-de-açúcar em solos representativos para o cultivo da espécie no Nordeste brasileiro. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 50, p. 73-81, 2015.

SIMS, J. T.; JOHNSON, G. V. Micronutrient soil tests. **Micronutrients in agriculture**, v. 4, p. 427-476, 1991.

SOUZA, Ronessa Bartolomeu de. Níveis críticos de enxofre em solos e em folhas de cultivares de café. 1999.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1995. 147 p

TOMAZZONI, M. I.; NEGRELLE, R. R. B.; CENTA, M. L. Fitoterapia popular: a busca instrumental enquanto prática terapêutica. *Texto & Contexto: Enferm.* [online]. 2006, vol.15, n.1, pp.115-121.

TRINDADE, Elenice Leal et al. Lamiaceae-levantamento de dados das plantas medicinais recorrentes no estado de Mato Grosso presentes no herbário UFMT campus de Cuiabá-MT. **Biodiversidade**, v. 15, n. 2, 2016.

ZHELJAZKOV, V.; MARGINA, A. Effect of increasing doses of fertilizer application on quantitative and qualitative characters of mint. In.: *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants* 426. 1995. p. 579-592.