

LYLIAN PERLA DINIZ

**UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NO MANEJO DA QUEIMA FOLIAR EM  
CAPIM-LIMÃO *Cymbopogon citratus* (D.C.) STAPP**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

D585u  
2014  
Diniz, Lylian Perla, 1977-  
Utilização do silício no manejo da queima foliar em  
capim-limão *Cymbopogon citratus* (D. C.) Stapf / Lylian Perla  
Diniz. – Viçosa, MG, 2014.  
xiii, 72f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Vicente Wagner Dias Casali.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Capim-limão. 2. Queima foliar. 3. Silício. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Fitopatologia. Programa de  
Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.88

LYLIAN PERLA DINIZ

**UTILIZAÇÃO DO SILÍCIO NO MANEJO DA QUEIMA FOLIAR EM  
CAPIM-LIMÃO *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 7 de abril de 2014.

---

Luiz Antonio dos Santos Dias  
(Coorientador)

---

Ivani Teixeira de Oliveira Napoleão

---

Viviane Modesto Arruda

---

Maira Christina Marques Fonseca

---

Vicente Wagner Dias Casali  
(Orientador)

*Aos meus amados pais Luciano e Lylian Mary, exemplos de união, bondade, amor, respeito e fé. Grata pelo que sou e pelo que fizeram por mim em vida.*

*Às minhas filhas Maria Fernanda e Mariana, que inundam todo o meu ser. Agradeço todo amor e carinho que me dão todos os dias de minha vida! Presentes de Deus!*

*Às minhas amadas irmãs Luana, Luciana e Lara, pelo amor, compreensão, carinho, amizade e incentivo, manifestados durante esta caminhada.*

*Amo Vocês!!!*

*“Curar não é suprimir sintomas. Curar é equilibrar; cura é reequilíbrio.”*

## AGRADECIMENTOS

A Deus! Deus amado!, em primeiro lugar por vosso infinito amor e cuidado; pelo Nascimento, Morte e Ressurreição de Vosso Filho Unigênito Jesus Cristo; por Vos reconhecer em todos os momentos da minha vida; por ser Um Deus relacional e pessoal; e por esta oportunidade de trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Professor Dr. Vicente Wagner Dias Casali, meu querido orientador, por todo conhecimento compartilhado, pela confiança depositada, força e pelo encorajamento para a realização deste trabalho; por toda a sua orientação desde a graduação, por ter sido meu coorientador no mestrado e, agora, no doutorado; pela sincera amizade – Gratidão, gratidão, gratidão!

Aos professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, pelo ensino e pela amizade.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Viviane Modesto Arruda, pela contribuição científica, amizade incondicional, pelo respeito, pela confiança e pela pessoa exemplar e do bem que é.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Fernanda Andrade, pela contribuição científica, amizade, alegria constante e sabedoria, o que muito engrandeceu o meu respeito e a curiosidade científica perante a Ciência da Homeopatia.

À Professora Dr<sup>a</sup> Maira, pelo carinho, pela amizade, pelas sugestões, pela atenção e pelo cuidado dispensados a este trabalho.

Ao Professor Dr. Luiz Antônio, pela amizade, pelos aconselhamentos estatísticos, pela disponibilidade e prontidão.

Ao Professor Dr. Artur, pela sincera amizade e pelo apoio.

Ao Professor Dr. Eduardo, pela sincera amizade e pelas sugestões.

Ao Professor Dr. Robert e sua equipe, pela descrição do patógeno-alvo deste trabalho.

À Professora Gretynelle, pela amizade, pelo apoio e pela confiança.

Ao Professor Dr. Ernane, pela confiança e pelo espaço.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Ivani, pela disponibilidade de laboratório e de materiais.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da UFV, em especial ao Ribeiro, pela ajuda na condução deste trabalho.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Aos meus avós José Vicente e Maria Idalina, pelo aconchego e afeto desde a época da ausência física de meus pais queridos. Vocês significam muito para mim e são exemplos de casal e de perseverança no caminho de Deus e de Jesus Cristo.

Ao meu marido Dimitri, pela amizade, pelo conforto e amor proporcionado.

À minha querida amiga e irmã Geralda Aparecida, pelo carinho, cuidado, zelo e pela dedicação para com as minhas filhas Maria Fernanda e Mariana quando eu necessitava de me ausentar – grata por toda a vida Gê.

À minha tia Maria Elmira, pelo conforto do lar durante minhas conexões e passagens por BH, pelo carinho, pela amizade, força e pelo incentivo.

À minha querida amiga e irmã Janine, pelo apoio, carinho, pela força, ajuda e pelo incentivo em todos os momentos da minha vida – gratidão eterna amiga.

À minha prima amiga Cristiane (Cris), por todos os dias que nos encontramos na correria, tentando achar um tempinho para conversarmos antes de “Cruzeú “...rsrs; nossas risadas me fortaleciam.

Aos meus queridíssimos amigos Rosinha e Claytão, pelos momentos de alegria, descontração, palhaçadas-mil e força nos momentos de desânimo e tristeza. Feliz, muito feliz por tudo que vivemos juntos em Botucatu; foi uma época muito especial e, mesmo a distância, vocês estão dentro do meu coração.

A minha amiga Natália (Japinha), pela sincera amizade, pela alegria e pelo apoio.

Às minhas amigas Maíra, Izabel e Milena, pelos momentos compartilhados e pela amizade.

Aos parceiros de contribuição: Rafael, Jacqueline, Isabela, Débora, Igor, Giliane e Sarita, pelo companheirismo.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

LYLIAN PERLA DINIZ, filha de Luciano Diniz e Lylian Mary Rezende Diniz, nasceu em Belo Horizonte, MG.

Em março de 2001, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

Em abril desse mesmo ano, iniciou o Curso de Mestrado em Fitopatologia da UFV, concluindo-o em 8 de abril de 2003.

Em 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Fitotecnia da UFV, submetendo-se à defesa da tese em 7 de abril de 2014.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BILIOGRÁFICA .....	4
2.1. O capim-limão.....	4
2.1.1. Aspectos gerais sobre morfologia e cultivo de capim-limão ( <i>Cymbopogon citratus</i> ) .....	4
2.1.2. Uso de extratos e óleo de capim-limão ( <i>C. citratus</i> ).....	9
2.1.3. Considerações sobre a queima das folhas do capim-limão.....	11
2.1.4. Características morfológicas e fisiológicas de <i>C. andropogonis</i> ...	12
2.1.5. Aspectos morfológicos do gênero <i>Curvularia</i> sp.....	12
2.2. A cavalinha ( <i>Equisetum arvense</i> L.).....	14
2.2.1. Aspectos gerais de <i>Equisetum arvense</i> L. ....	14
2.3. O silício (Si).....	16
2.3.1. Silício na agricultura .....	16
2.3.2. Uso do silício em gramíneas .....	17
2.3.3. O silício aplicado às plantas medicinais.....	18
2.4. A homeopatia .....	20

	Página
2.4.1. A Homeopatia na agricultura .....	22
2.4.2. Uso de preparados homeopáticos no cultivo de plantas medicinais .....	24
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	29
3.1. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e calda bordalesa na severidade da queima foliar.....	29
3.2. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na severidade da queima foliar em capim-limão.....	31
3.2.1. Isolamento de <i>Curvularia andropogonis</i> .....	32
3.2.2. Preparo do inóculo e inoculação de <i>C. andropogonis</i> em capim- limão .....	33
3.3. Avaliação do preparado homeopático <i>Silicea</i> , extrato de cavalinha e silicato de potássio em diferentes concentrações no crescimento micelial e esporulação de <i>Curvularia andropogonis</i> .....	33
3.3.1. Isolamento de <i>C. andropogonis</i> .....	34
3.3.2. Avaliação do crescimento micelial e esporulação de <i>Curvularia andropogonis</i> .....	34
3.4. Avaliação dos preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na acumulação da matéria fresca e seca das folhas e raízes de plantas de capim- limão e acúmulo de silício na matéria seca .....	35
3.5. Análise estatística.....	36
4. RESULTADOS .....	37
4.1. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha e silicato de potássio e calda bordalesa na severidade da queima foliar em plantas de capim-limão infectadas por <i>Curvularia andropogonis</i> .	37
4.2. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na severidade da queima foliar em plantas de capim-limão infectadas por <i>Curvularia andropogonis</i> .....	39

	Página
4.3. Avaliação do preparado homeopático <i>Silicea</i> , extrato de cavalinha, silicato de potássio em diferentes concentrações no crescimento micelial e esporulação de <i>Curvularia</i> sp .....	41
4.4. Avaliação dos tratamentos homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na acumulação da matéria fresca e seca das folhas e raízes e no acúmulo de silício na matéria seca das folhas.....	43
4.4.1. Peso das folhas frescas .....	43
4.4.2. Peso das folhas secas.....	44
4.4.3. Peso da raiz fresca.....	44
4.4.4. Peso da raiz seca .....	44
4.4.5. Acúmulo de silício na matéria das folhas secas .....	44
5. DISCUSSÃO .....	46
6. CONCLUSÕES .....	55
7. REFERÊNCIAS.....	56

## RESUMO

DINIZ, Lylian Perla, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2014. **Utilização do silício no manejo da queima foliar em capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf.]** Orientador: Vicente Wagner Dias Casali. Coorientadores: Luiz Antônio dos Santos Dias e Robert Weingart Barreto.

O capim-limão [*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf.] é planta medicinal de importância econômica na indústria farmacêutica, de perfumaria, cosméticos e na agricultura. A queima foliar, causada por *Curvularia andropogonis*, é uma das principais doenças que causam danos a esta espécie. Três experimentos, dois em casa de vegetação e um em laboratório, foram realizados com o objetivo de quantificar a eficiência de produtos alternativos à base de silício no manejo, crescimento micelial e esporulação de *C. andropogonis*. Nos experimentos em casa de vegetação, foram quantificadas variáveis associadas ao progresso da doença: a severidade durante a metade da duração da epidemia ( $Y_{50}$ ), a severidade final ( $Y_{máx}$ ) e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Nos experimentos em laboratório, foram quantificadas as variáveis: área abaixo da curva do crescimento micelial (AACCM) e a esporulação. Os experimentos e os tratamentos avaliados foram: Ensaio 1 (E1): silicato de potássio (1%); extrato de cavalinha; calda bordalesa; *Silicea* 12CH (via aérea); *Silicea* 12CH (via solo) e testemunha (água + álcool, via solo e aérea); no ensaio 2, avaliaram-se os mesmos tratamentos de E1, exceto a calda bordalesa, acrescentando os tratamentos silicato de Ca e Mg e silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12

CH (via solo) e mantendo a testemunha. No ensaio (3), foram avaliados: *Silicea* 12CH; *Silicea* 30CH; extrato de cavalinha (1:5); extrato de cavalinha (1:10); silicato de potássio (0,5%) e silicato de potássio (1%) e testemunha (meio BDA). A severidade da doença e a taxa de crescimento micelial foram avaliadas semanalmente e no intervalo de dois dias, respectivamente. Os experimentos foram instalados em delineamento inteiramente casualizado com três (E1) e cinco repetições (E2 e E3). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Fisher LSD a 5% de probabilidade. Cotejando os resultados do Ensaio-1, observou-se que o tratamento silicato de potássio resultou em menor severidade (5,16%) aos 59 dias ( $Y_{50}$ ) após o transplante, em comparação com o tratamento *Silicea*12CH aplicado via solo (12,03%), porém não houve redução da severidade aos 87 dias ( $Y_{máx}$ ), comparado à testemunha. Os demais tratamentos, quanto a  $Y_{50}$  e  $Y_{máx}$ , não diferiram estatisticamente entre si. Com relação à variável AACPD, os tratamentos silicato de potássio (365,8), extrato de cavalinha (365,8) e *Silicea* 12CH aplicado via aérea (462,2) causaram efeito significativo quando comparados à testemunha (704,8); os demais tratamentos não diferiram desta. O extrato de cavalinha (*Equisetum arvense*), o silicato de potássio e a *Silicea* 12CH (via aérea) demonstraram efeito no manejo da doença. No ensaio 2, comparando os tratamentos quanto à  $Y_{50}$ , houve diferença significativa entre a testemunha (12,38%) e os tratamentos silicato de potássio (1,88%), extrato de cavalinha (3,10%), silicato de Ca e Mg (4,90%) e silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12 CH (via solo) (2,90%). Quanto à severidade máxima ( $Y_{máx}$ ), todos os tratamentos diferiram da testemunha, que resultou em maior severidade (58,13%) aos 93 dias após o transplante. A AACPD da testemunha (631) diferiu de todos os tratamentos, exceto da *Silicea* 12CH aplicada via solo (384). Apenas os tratamentos silicato de potássio (94), extrato de cavalinha (121) e silicato de Ca e Mg (268) diferiram significativamente do tratamento *Silicea* 12CH aplicado via solo quanto à variável AACPD. No ensaio 3, o extrato de cavalinha e o silicato de potássio demonstraram efeito significativo no crescimento micelial e na esporulação de *C. andropogonis*, seja inibindo-os, seja estimulando-os. O extrato de *Equisetum arvense* e o silicato de potássio foram eficientes no manejo da queima foliar de capim-limão em condições de casa de vegetação.

## ABSTRACT

DINIZ, Lylian Perla, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Use of silicon in the management of leaf blight in lemongrass *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf.** Adviser: Vicente Wagner Dias Casali. Co-Advisers: Luiz Antônio dos Santos Dias and Robert Weingart Barreto.

Lemongrass [*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf.] is a medicinal plant of economic importance in pharmaceutical, perfumery, cosmetics and agriculture. The leaf blight caused by *Curvularia andropogonis*, is a major disease that causes damage to this species. Three experiments were carried out, both in terms of vegetation house and one in the laboratory, were conducted with the objective of quantifying the efficiency of alternative products the basis of silicon in handling, mycelial growth and sporulation of *C. andropogonis*. In experiments conducted in house of vegetation were quantified variables associated with the progress of the disease: the severity during the half of the duration of the epidemic ( $Y_{50}$ ), the final severity ( $Y_{max}$ ), the area under the curve of progress of the disease (AUDPC). In experiments conducted in the laboratory were quantified variables area under the curve of the mycelial growth (AUMGC) and sporulation. The experiments and the treatments evaluated were: Test 1 (E1): silicate of potash (1% ); extract of *E. arvense*; silicate of Ca and Mg ; *Silicea* 12CH (airway); *Silicea* 12CH (via soil) and witness (water + alcohol, via soil and air); In experiment 2 it was evaluated the same treatments in E1, except the bordeaux mixture, adding the treatments silicate of Ca and Mg and Ca and Mg

silicate + *Silicea* 12 CH (via soil), while maintaining the control. In (3) evaluated if: *Silicea* 12CH; *Silicea* 30CH; extract of *E. arvense* (1:5); extract of *E. arvense* (1:10); silicate of potassium (0.5 %) and silicate of potassium (1%) and witness (PDA). The severity of the disease and the mycelial growth rate were evaluated weekly and in the range of two days, respectively. The experiment has been installed in a completely randomized design with three (E1) and five repetitions (E2 and E3). The severity of the disease and the mycelial growth rate were evaluated weekly and in the range of two days, respectively. The experiments were installed in a completely randomized design with three (E1) and five repetitions (E2 and E3). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA), and the averages were compared by Fisher's LSD test at 5% probability. By Comparing the results of the treatment. Ensay1, potassium silicate resulted lower severity (5.16 %) to 59 days ( $Y_{50}$ ) after transplanting compared to treatment *Silicea*12CH applied via soil (12.03 % ), but did not reduce the severity of 87 days ( $Y_{max}$ ), compared to the untreated control. The other treatments for  $Y_{50}$  and  $Y_{max}$  did not differ statistically between themselves. For the variable AUDPC treatments silicate of potash (365.8), extract of *E. arvense* (365.8) and *Silicea* 12CH applied airway (462,2) demonstrated significant effect when compared to the control plots (704,8). The other treatments did not differ from control. The extract of horsetail (*Equisetum arvense*), potassium silicate and *Silicea* 12CH (airway) demonstrated effect on disease management. In trial 2 - comparing treatments for the  $Y_{50}$  was no significant difference between the control (12.38%) and potassium silicate treatments (1.88%), horsetail extract (3.10%), Ca and Mg silicate (4.90%) and Ca Mg silicate + *Silicea* 12 CH (the soil) (2.90%). Regarding the maximum severity ( $Y_{max}$ ) all treatments differed from the control which resulted in higher severity (58.13%) at 93 days after transplanting. The AUDPC Witness (631) differed from all treatments except the *Silicea* 12CH applied to the soil (384). Only the potassium silicate treatment (94), horsetail extract (121) and Ca and Mg silicate (268) differed significantly from the treatment *Silicea* 12CH via soil as the AUDPC variable. In test 3 - the horsetail extract and potassium silicate showed significant effect on mycelial growth and sporulation of *C. andropogonis*, either inhibiting or stimulating. The extract of *Equisetum arvense* and potassium silicate were efficient in the management of leaf blight of lemon grass in greenhouse conditions.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre as plantas medicinais de importância econômica na indústria farmacêutica e de cosméticos, destaca-se o capim-limão *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf pertencente à família das gramíneas (Poaceae) e muito conhecida nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil, devido aos usos na ornamentação e na terapêutica. É amplamente difundido de norte a sul do país o uso na forma de chá com ação calmante e espasmolítica suaves. Contêm aproximadamente 0,6% de óleo essencial com atividade antimicrobiana. O componente majoritário do óleo essencial é o citral (47 a 85%), responsável pela ação calmante e espasmolítica. Em menor proporção, foram identificados outros componentes: cafeno, citronelal, citronelol, farnesol, geraniol, limoneno, linalol, mentol, mirceno, nerol,  $\alpha$ -pimeno,  $\beta$ -pimeno e terpineol. Além do óleo, têm-se outros constituintes: flavonoides, saponinas e alcaloides (BERG, 1993; PERAZZO *et al.*, 2012).

O capim-limão é cultivado em larga escala devido às suas características químicas de interesse farmacêutico, o que favoreceu o desenvolvimento de pragas e doenças. A queima foliar do capim-limão causada por *Curvularia andropogonis* é enfermidade que causa danos a esta espécie (MONTEIRO *et al.*, 2002). Em condições favoráveis, temperaturas amenas e alta umidade relativa (molhamento foliar) podem ocasionar perdas consideráveis.

Visando ao manejo da queima foliar em diversas culturas, principalmente em sistema orgânico de produção, a integração de medidas de controle é fundamental. Nesses cultivos, o uso de agentes de controle biológico, caldas, extratos,

biofertilizantes, preparações homeopáticas e o uso do silício podem resultar em redução da intensidade da doença.

Há séculos, os humanos utilizam extratos vegetais, visando à saúde das plantas. Exemplo clássico é o extrato de cavalinha ou rabo de cavalo, planta do gênero *Equisetum* rica em silício nos seus tecidos. A agricultura biodinâmica, por exemplo, é caracterizada por utilizar nove preparados biodinâmicos, com os objetivos de aumentar a qualidade do solo e estimular o crescimento das plantas. Desses preparados, dois têm como base o silício: extrato de cavalinha e pó de quartzo, que previne doenças fúngicas e estimula o crescimento da planta (KOEPP *et al.*, 1983; STEINER, 2000).

A pesquisa científica já demonstrou o envolvimento do silício em vários aspectos estruturais, fisiológicos e bioquímicos da vida das plantas, com funções bastante diversas. O silício tem função importante nas relações planta-ambiente, propicia à cultura adequadas condições com o propósito de suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas, tendo como resultado final o aumento e maior qualidade na produção. Estresses causados por temperaturas extremas, déficit hídrico, veranicos, metais pesados ou tóxicos, por exemplo, podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do silício (JAMISLAMPI *et al.*, 2012). Entre os efeitos benéficos, destaca-se a redução da suscetibilidade das plantas a doenças causadas por fungos (KIM *et al.*, 2002; WIESE *et al.*, 2007; BUCK *et al.*, 2008; DOMICINIANO *et al.*, 2010; ZANÃO-JUNIOR *et al.*, 2010; CARRÉ-MISSIO *et al.*, 2012).

A resistência das plantas às doenças pode ser incrementada por meio de barreiras mecânicas e, ou, pela alteração das respostas químicas da planta ao parasita, aumentando a síntese de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes. Barreiras mecânicas incluem mudanças na anatomia, como células epidérmicas mais espessas e maior grau de lignificação e, ou, silicificação (acúmulo de silício). A sílica amorfa, ou “opala”, tem efeito marcante sobre as propriedades físicas da parede celular. Ao ser depositado nas células da camada epidérmica, o silício pode constituir barreira física estável na penetração de alguns tipos de fungos, principalmente em gramíneas. Nesse aspecto, o silício é incorporado à parede celular, de modo semelhante à lignina componente estrutural resistente à compressão (YOSHIDA *et al.*, 1962; CHÉRIF *et al.*, 1992; EPSTEIN, 1999; BLAICH; SANGSTER *et al.*, 2001; BÉLANGER; MENZIES, 2003; EPSTEIN; BLOOM, 2006; BUCK *et al.*, 2008).

Além da barreira física, devido ao acúmulo na epiderme das folhas, o silício ativa genes envolvidos na produção de compostos secundários do metabolismo, como os polifenóis e enzimas relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas. Desse modo, o aumento de silício nos tecidos vegetais faz que a tolerância da planta ao ataque do fungo patogênico aumente, devido à produção suplementar de toxinas que podem agir como substâncias inibidoras do patógeno. Há exemplos de doenças que encontram resistência do hospedeiro com a suplementação de silício: bruzone e mancha-parda em arroz, cancro-da-haste em soja, oídio em trigo, soja, cevada, pepineiro e tomateiro, rizoctonia em arroz e sorgo, cercosporiose em cafeeiro, entre outras (DATH, 1990; KORNDÖRFER, 2002; PEREIRA *et al.*, 2010; RODRIGUES *et al.*, 2001, 2003; SCHURT *et al.*, 2012; CURVÊLO *et al.*, 2012).

Alternativa visando ao controle de doenças de plantas é a homeopatia, método natural que consiste na prescrição de substâncias em preparações altamente diluídas e sucussionadas que produzem efeitos semelhantes ao da doença (TEIXEIRA, 1998) e é permitida na agropecuária orgânica (Portaria do MAPA, 1999). Está fundamentada no princípio da similitude, na experimentação em seres sadios, nas doses infinitesimais e na substância única.

Apesar de os produtos homeopáticos terem sido oficializados como insumo agrícola, permitido na agricultura orgânica, muitos aspectos da resposta, no comportamento e físico dos vegetais, ainda são desconhecidos e dispersos (CASALI, 2013). O mesmo acontece com relação aos outros produtos utilizados na agricultura orgânica, visando ao controle de doenças de plantas. Apesar dos resultados, a eficiência destes no manejo da queima foliar no capim-limão não está conhecida.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito: *i*) de produtos naturais contendo silício no manejo de *Curvularia andropogonis* em plantas de capim-limão, por meio da avaliação da severidade da doença ao longo do ciclo da cultura; *ii*) de produtos no crescimento micelial e esporulação do agente fitopatogênico; e *iii*) de tratamentos à base de silício no acúmulo de matérias fresca e seca de folhas e raízes.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. O capim-limão

#### 2.1.1. Aspectos gerais sobre morfologia e cultivo de capim-limão (*Cymbopogon citratus*)

O capim-limão *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf, planta medicinal originária da Índia e aclimatada no Brasil (GUPTA; JAIN, 1978; SINGH *et al.*, 1982), tem importância econômica na indústria farmacêutica, de perfumaria, cosméticos e na agricultura. Pertence à família das gramíneas (Poaceae) e popularmente conhecida como capim-limão, capim-santo, capim-cheiroso ou capim-cidreira (GOMES; NEGRELLE, 2003), é também designada pelos sinônimos botânicos: *Andropogon ceriferus*, *Andropogon citratus*, *Andropogon citriodorum*, *Andropogon nardus ceriferus*, *Andropogon roxburghii*, *Andropogon schoenanthus* e *Cymbopogon nardus citratus*.

A denominação *Cymbopogon* deriva de *Kymbe* (barco) e *pogon* (barba), referente ao arranjo da sua inflorescência. É gramínea de porte herbáceo, as folhas são reunidas na base como touceira, tendo em média 100 cm de comprimento e 1,5 a 2,0 cm de largura. As folhas são ásperas, alternas e planas e com odor característico de limão. A margem é hispida, devido à presença de tricomas rígidos e cortantes. Os estômatos estão dispostos linearmente ao longo da folha e presentes nas duas faces, caracterizando como folha anfiestomática, predominando a presença dos estômatos

na face abaxial (DUARTE, 2004; ELTAHIR; ABUEREISH, 2010). Nas epidermes, encontram-se tricomas aculiformes, pontiagudos e unicelulares inseridos na região das nervuras da folha. Essas estruturas são denominadas “princkle-hairs”, com base alongada e dilatada, frequentemente sobre o feixe vascular e apontada para o ápice da folha. Possui também micropelos, de formas diferentes em 11 linhagens de citronela. Em *Cymbopogon nardus* L., esses micropelos contribuem com a produção e estocagem do óleo essencial, com variações de composição química entre linhagens. O micropelo encontrado em *Cymbopogon nardus* é denominado tipo IV ou “forma específica no qual a célula basal é bem dilatada com constrição na base (MARTINS *et al.*, 2004). Diferente do que ocorre na espécie *C. citratus*, na qual a acumulação do citral ocorre em células oleíferas, descritas como células lignificadas inseridas na região do mesofilo (LEWINSOHN *et al.*, 1998).

O óleo essencial do capim-limão está armazenado em células oleíferas. A concentração média de óleo essencial por 100 g de matéria seca é de 0,6%, valor acima do requerido pela legislação brasileira para a comercialização, que exige 0,5% (BRASIL, 1998; SILVA *et al.*, 2005; GOMES *et al.*, 2007). O óleo é constituído principalmente por citral (47 a 85%), com atividade calmante e espasmolítica (BERG, 1993). A composição química do óleo essencial do capim-limão é bastante diversificada contendo: sabieno (1,4%); mirceno (14,6%); limoneno (0,4%); terpinoleno (1%); metil cavicol (1,2%); citronela (2,1%); neral (32,8%); geranial (44,6%) (PERAZZO *et al.*, 2012). Os constituintes neral e geranial são os principais responsáveis pela ação antimicrobiana (GUIMARÃES *et al.*, 2011).

Devido às suas propriedades medicinais constatadas, o capim-limão encontra-se entre as plantas medicinais regulamentadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2010), devido à ação no alívio de cólicas intestinais e uterinas suaves, quadros leves de ansiedade e insônia e como calmante, propriedades descritas pela ANVISA.

No Brasil, o Ministério da Saúde dobrou, em 2013, o orçamento destinado a projetos de estruturação de Arranjos Produtivos Locais (APLs) sobre plantas medicinais e fitoterápicos. São R\$ 12 milhões direcionados ao Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos do Ministério da Saúde (MS). De acordo com esse cenário, há previsões de crescimento no mercado de fitoterápicos.

Entre as espécies do gênero *Cymbopogon* diferenciadas por meio da morfologia das folhas e composição química, *C. citratus* e *C. flexuosos* são as mais

utilizadas na extração de óleo devido à maior concentração de citral. Essas espécies são cultivadas no Oeste e Leste da Índia, respectivamente. No Brasil, a espécie *Cymbopogon citratus* tem cultivo extensivo nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil, especificamente nos Estados de São Paulo e Paraná. A produção de capim-limão no Estado de São Paulo atinge cerca de 75 toneladas de folhas/hac/ano, gerando cerca de 182 kg de óleo no mesmo período. No Estado do Paraná, de acordo com dados divulgados pela SEAB/PR referentes aos produtos especiais (plantas medicinais, especiarias e afins), safra 2012/2013, o capim-limão está entre as 10 espécies mais cultivadas. A produção foi de 913 toneladas, em 45,06 ha, englobando 19 municípios produtores. O valor bruto da produção agrícola (R\$ 914.093,50) levou o óleo a ocupar o 9º lugar entre os produtos especiais mais valorizados no Paraná (PARANÁ, 2013). De acordo com Gomes *et al.* (2007), a produção média de óleo essencial por hectare no Paraná foi de aproximadamente 40 kg, a concentração média de óleo por 100 g de matéria seca foi de 0,6% e o valor requerido pela legislação brasileira visando à comercialização, 0,5% (BRASIL, 1998). Em laboratório, o óleo essencial de *C. citratus* pode ser extraído por destilação simples em rotavaporador, mas na produção em larga escala o processo de extração mais utilizado é a destilação por arraste a vapor. Todavia, o óleo pode ser obtido por solvente em extração CO<sup>2</sup> supercrítico (DARIVA, 2003; SILVA *et al.*, 2012).

A espécie adapta-se a diferentes regiões, preferindo temperatura média de 25 °C. Em locais de clima quente, o plantio é realizado durante todo o ano, sendo a melhor época entre setembro e dezembro. Em regiões de alta temperatura (35 °C) ou de baixa temperatura com ocorrência de geadas, o seu plantio não é recomendado (ORTIZ *et al.*, 2002). É cultivado a pleno sol, vegetando em qualquer solo, desde que bem drenado e fértil (CORRÊA JÚNIOR *et al.*, 1991). A propagação pode se por sementes com posterior transplante, como ocorre na Índia, local onde floresce durante os meses de novembro e dezembro. No Brasil, sua propagação é vegetativa, por divisão de touceiras entre os meses de setembro e janeiro (MARTINS *et al.*, 1994). A irrigação nos primeiros 25 dias após o plantio deve ser mantida em torno de 85% de umidade e ao longo do ciclo, em torno de 80% (ORTIZ, 2002).

O capim-limão, apesar de ser rústico e adaptar-se às condições adversas de clima, aumenta, sobremaneira, a biomassa da parte aérea quando cultivada com adição de esterco de ave (30 t ha<sup>-1</sup>), rica fonte de N, P e K, quando comparado ao esterco bovino e biofertilizante (GOMES *et al.*, 2007; BLANK *et al.*, 2007). Além

do uso da adubação orgânica visando à maior produtividade e ao espaçamento entre plantas, pode afetar a produção/planta quando utilizado de forma inadequada. O espaçamento entre plantas de capim-limão deve ser de 0,30 x 0,30 m, devido à maior projeção e ao rendimento/área (BLANK *et al.*, 2009).

Depois de a planta alcançar o ciclo ideal de cultivo, a atenção é direcionada ao momento da colheita, cujo objetivo é a obtenção do máximo teor de princípio ativo (MARTINS *et al.*, 1994). A colheita do capim-limão pode ser realizada o ano todo, sendo recomendada nos meses de setembro a dezembro (ORTIZ, 2002). Segundo Nascimento *et al.* (2003), a colheita deve ser realizada entre 9 e 11 h da manhã; neste intervalo, a concentração de citral é mantida constante e máxima. Não são descritas podas de renovação, devido ao fato de a planta ter dois a três cortes por ano. O primeiro corte é recomendado no sexto mês após o plantio, devido ao maior acúmulo de matéria seca e teor de óleo (MAY *et al.*, 2008) com intervalo mínimo entre cortes de três meses, ou seja, três cortes por ano, com produtividade média anual de 80 a 120 kg.ha<sup>-1</sup> de óleo essencial. É interessante ressaltar que a altura de corte em espécies de capim-limão varia, pois influencia o valor da biomassa seca e fresca, rendimento do óleo e perfilhamento. A altura a partir do nível do solo de 30 cm é recomendada no capim-citronela (*Cymbopogon winterianus*), pois aumenta a biomassa seca e o rendimento do óleo (CHOUDHURY; GHOSH, 1995). O maior rendimento de óleo essencial de *Cymbopogon flexuosus* foi obtido com o corte de 20 cm (CHOUDHURY, 1994). Em *Cymbopogon citratus*, Vieira (2006) descreveu a altura de corte de 15 cm em plantios comerciais, por promover maior rendimento em óleo e maior perfilhamento.

A secagem de plantas medicinais e aromáticas tem por objetivo retirar a água das células e dos tecidos, impedindo os processos de degradação enzimática, proporcionando conservação e qualidade da composição química. A principal dificuldade na secagem e armazenamento de plantas medicinais e aromáticas é a elevada sensibilidade do princípio biologicamente ativo e sua preservação no produto final (HERTWIG, 1986). Em capim-limão, a temperatura de secagem varia entre 40 °C e 50 °C, com máxima extração de citral, rendimento de óleo e preservação da cor verde, respectivamente (COSTA *et al.*, 2005; MARTINAZZO *et al.*, 2010). A secagem ao sol geralmente é desaconselhada, visto que o processo de fotodecomposição ocorre intensamente, degradando os componentes químicos e ocasionando alterações de cor, sabor e odor na erva, resultando em pior qualidade da

matéria-prima (ANDRADE, 2005; CASTRO *et al.*, 2004; DUARTE; ZANETI, 2004; FERREIRA; FONTELES, 1989; MELO *et al.*, 2007).

Os principais problemas com relação à matéria-prima de medicinal no Brasil são: condições de armazenamento inadequadas, extrativismo predatório e falta de padronização. O que confere redução à qualidade da matéria-prima são contaminações oriundas por microrganismos (fungos, bactérias etc.) e presença de resíduos (partículas de solo, fezes de animais, penas, pelos etc.) (MELO *et al.*, 2007). O processo de secagem impróprio (longo e descontínuo), embalagens, transporte e práticas agrícolas inadequadas também contribuem na diminuição de qualidade da matéria-prima. Além disso, o teor de princípio ativo é alterado devido à mistura com outras espécies medicinais, havendo a possibilidade de falsificação (VIEIRA *et al.*, 2002; GOMES, 2007; MELO *et al.*, 2007; CARVALHO *et al.*, 2008; HASENCLEVER *et al.*, 2013).

Ao caracterizar a produção de capim-limão no Estado do Paraná, Gomes *et al.* (2007) evidenciaram que o desconhecimento dos produtores quanto ao cultivo da espécie faz que obtenham mudas de forma inadequada. Na beira de estradas, a planta gera mudas sem qualidade contaminadas por poluentes, fluoretos, liberados por veículos e indústrias comprometendo a qualidade final do produto (ARNDT *et al.*, 1995; PAULA *et al.*, 2005). O acúmulo de fluoretos em folhas de capim-limão foi mensurado por meio de eletrodo específico em folhas lavadas e não lavadas, infundidas e não infundidas. Concluiu-se: percentual elevado de flúor disponibilizado nos chás de capim-limão; a lavagem das folhas em água é ineficiente na remoção do flúor (CAMPOS *et al.*, 2010). O flúor, poluente atmosférico, é proveniente de fábricas (fusão de vidro e alumínio) e adubos minerais (WEINSTEIN; DAVISON, 2004). Dessa forma, essas mudas e, ou, plantas inteiras podem servir como fonte de poluentes, se obtidas por meio do extrativismo e, ou, cultivada sem fiscalização quanto à aplicação de produtos não permitidos. Além disso, podem ser fontes de inóculo de patógenos como: *Puccinia cymbopogonis* (VIDA *et al.*, 2006), *Puccinia nakanishikii* (MELO *et al.*, 2010) e *Curvularia andropogonis* (MONTEIRO *et al.*, 2002); transmitidas às mudas supostamente sadias em viveiro de produção.

Por ser cultivada em ampla escala, devido às suas características químicas de interesses diversos (área farmacêutica, cosmética e de perfumaria), com o passar dos tempos pragas e doenças começaram a surgir em lavouras de capim-limão (MONTEIRO *et al.*, 2002; VIDA *et al.*, 2006; MELO *et al.*, 2010). A queima foliar

causada por *Curvularia andropogonis* é uma das doenças mais severas que atacam essa espécie, que em condições favoráveis – temperaturas amenas e alta umidade relativa (molhamento foliar) – podem vir a ocasionar perdas econômicas.

A calda bordalesa, fitoprotetor derivado da mistura entre sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) e óxido de cálcio ou cal virgem (CaO), comumente empregada no controle de microrganismos fitopatogênicos, é o tratamento mais eficiente no manejo de várias doenças em sistema orgânico de produção. Essa calda tem alta aderência, o que contribui para o controle de epidemias em regiões úmidas e sujeitas a chuvas frequentes (LARGE, 1945; WALKER, 1957). Porém, há relatos de problemas de fitotoxidez (WALKER, 1957). Ajustes na concentração e, ou, na frequência de aplicação podem minorar esses efeitos. A alternância de aplicação da calda bordalesa com outros compostos alternativos pode ser estratégia interessante no manejo da queima foliar.

Em sistema convencional, o controle de *Curvularia* sp. é feito com o uso do fungicida à base do princípio ativo clorotalonil. Martins et al. (2008) avaliaram o efeito desse fungicida acrescido do elemento cobre na inibição do crescimento micelial e germinação *in vitro* de conídios de isolados de *Curvularia* sp. associados à queima foliar, os quais causaram respostas significativas ao manejo da *Curvularia* sp. em plantas de *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*, que causam diminuição da área foliar disponível para alimentação do gado e podem ser disseminados rapidamente na época chuvosa, em condição de campo.

### **2.1.2. Uso de extratos e óleo de capim-limão (*C. citratus*)**

Ming *et al.* (2012), em levantamento do número de artigos publicados na base de dados CAB Abstracts (de 1990 a 2011) sobre as principais ervas medicinais cultivadas no Brasil, concluíram que sobre o capim-limão, categorizado como planta exótica pela ANVISA, foram publicados 179 artigos. Em vários desses artigos, abordavam-se o extrato, o óleo essencial e o modo de ação sobre diversos microrganismos, sendo constatada atividade antifúngica, antibacteriana, antinematóides e inseticida (repelente) no manejo de larvas do mosquito *Aedes aegypti* e ação carrapaticida (SCHUCK *et al.*, 2001; CAVALCANTI *et al.*, 2004; SANTOS *et al.*, 2009; PHASOMKUSOLSIL; SOONWERA, 2011; CHAGAS *et al.*, 2012; SANTOS; VOGEL, 2012; MILLEZI *et al.*, 2012; BOONYUAN *et al.*, 2013).

O citral, constituinte do óleo de capim-limão, tem efeito antifúngico sobre o desenvolvimento micelial dos fitopatógenos *Fusarium oxysporum cubense*, *Fusarium proliferatum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Bipolaris* sp., *Helminthosporium* sp. e *Alternaria alternata* (SOUZA *et al.*, 2007; TZARTZAKIS; ECONOMAKIS, 2007; GUIMARAES *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2013), bem como causou maiores inibições miceliais em todos os fitopatógenos e inibição da esporulação em alguns plantas.

O óleo essencial do capim-limão constitui nova alternativa como antibacteriano na indústria de alimentos para controle de: *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, *Xanthomonas* sp., *Listeria monocytogenes* e *Salmonella enterica* e *Pseudomonas aeruginosa* (PEREIRA *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2011; MILLEZI *et al.*, 2012; RAMOS *et al.*, 2012). Segundo Oliveira *et al.* (2011), o efeito bacteriostático depende da concentração do óleo. Assim, a concentração a ser aplicada deve ser estudada em condição *in vitro*.

Santos *et al.* (2009), avaliando o efeito antimicrobiano do óleo essencial de capim-limão, evidenciaram atividade contra leveduras e bactérias, o que demonstra o seu potencial antimicrobiano. Segundo Perazzo *et al.* (2012), a alta eficácia antimicrobiológica do óleo essencial sobre a bactéria *Streptococcus mutans* o torna de grande importância na odontologia, como base das receitas de produtos odontológicos.

Além do efeito antimicrobiano, foi confirmada a ação alelopática do capim-limão sobre várias espécies, incluindo plantas daninhas: guanxuma e picão-preto (CRUZ *et al.*, 2002; PICCOLO *et al.*, 2007; FORTES *et al.*, 2009). Segundo Alves *et al.* (2004), extratos de capim-limão evidenciaram potencialidades alelopáticas na germinação e comprimento das raízes de plântulas de alface, efeitos que variaram de acordo com a concentração do óleo. No trabalho de Piccolo *et al.* (2007), foi identificada ação alelopática inibitória do capim-limão sobre guanxuma pelo retardo do desenvolvimento inicial da espécie, conforme a concentração de extrato de capim-limão.

Em picão-preto (*Bidens pilosa*), foram analisadas as propriedades alelopáticas do extrato aquoso de *C. citratus* em inibir a germinação. Os extratos foram obtidos após trituração de 200 g de folhas com 1 L de água destilada. As sementes foram mantidas em B.O.D. na temperatura de 25 °C, com fotoperíodo de 12 h de luz. Nas condições em que foram realizados os experimentos, o extrato aquoso de capim-limão inibiu a

germinação de picão-preto, mas não inibiu a germinação da soja. Assim, o capim-limão poderia ser utilizado como herbicida natural do picão-preto em plantios de soja (FORTES *et al.*, 2009).

Como repelente de insetos, o óleo do capim-limão foi estudado em diversas concentrações sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), e o óleo de capim-limão aplicado em grãos de feijão reduziu a porcentagem de casais atraídos, em comparação com os demais tratamentos (testemunha, cravo, limão-siciliano, copaíba-vermelha e alecrim-do-campo) (FRANÇA *et al.*, 2012). O efeito do óleo também foi observado no estudo contra *Aedes aegypti*, mosquito agente transmissor da “Dengue” (FURTADO *et al.*, 2005; PHASOMKUSOLSIL; SOONWERA, 2011). Santos e Vogel (2010) afirmaram que os esforços têm-se concentrado no combate às larvas do *Aedes aegypti*, uma vez que estas crescem em água parada na presença de matéria orgânica. Segundo Cavalcanti *et al.* (2004), o óleo de *C. citratus* é promissor no manejo do mosquito e demonstrou eficiência na mortandade de larvas de *A. aegypti*.

Na pecuária, a ação do óleo essencial de capim-limão foi estudada em bovinos. Após realizarem avaliações *in vivo*, Santos e Vogel (2012) concluíram que o óleo essencial do capim-limão pode ser promissor como carrapaticida (CHAGAS *et al.*, 2012). Há várias possibilidades de atuação e utilizações do óleo e do extrato aquoso do capim-limão, aumentando, dessa forma, a importância de estudo do manejo adequado dessa espécie.

### **2.1.3. Considerações sobre a queima das folhas do capim-limão**

A cultura do capim-limão está sujeita a algumas doenças fúngicas, como ferrugens caudadas por *Puccinia cymbopogonis*, *Puccinia nakanishikii* e a queima foliar provocada por *Curvularia andropogonis*, que em condições favoráveis podem vir a ocasionar perdas consideráveis.

A queima foliar do capim-limão apresenta grande importância no cultivo dessa espécie. De acordo com Monteiro *et al.* (2002), esse fungo cresce vigorosamente em meio de cultura V8 (meio constituído por oito vegetais), formando colônias circulares de aspecto cotonoso e de coloração negra. Segundo Monteiro *et al.* (2002), o período de incubação é de 13 dias em condições favoráveis (alta umidade e temperatura amena). Nas folhas afetadas por *C. andropogonis* surgem,

inicialmente, lesões lineares de cor avermelhada nas porções centrais e margens do limbo. Essas lesões progridem, chegando a ocupar toda a área foliar, culminando na completa necrose das folhas, que se tornam marrom-acinzentadas.

No que diz respeito às concentrações de inóculo, Monteiro *et al.* (2002), pulverizando uma suspensão de  $3,5 \times 10^5$  conídios/mL de água estéril, obtida a partir do cultivo do fungo em meio V8-ágar, em plantas de capim-limão (cobertas com sacos plásticos umedecidos internamente e mantidas em bandejas com água em local sombreado por 48 h), observaram sintomas 13 dias após a inoculação.

Relatos na literatura indicaram que outras concentrações ( $1,0 \times 10^4$ ,  $1,5 \times 10^5$ ,  $2 \times 10^5$ ) de inóculo já foram testadas, mostrando ser capazes de provocar sintomas de doenças causadas por *Curvularia* sp. (SINGH, 1972; MICHEREFF *et al.*, 1994; RASHID, 2001).

#### **2.1.4. Características morfológicas e fisiológicas de *C. andropogonis***

A espécie *C. andropogonis* pertence ao Filo Ascomycota, Classe Euascomycetes, Ordem Pleosporales, Família Pleosporaceae e Gênero *Curvularia* (MENEZES; OLIVEIRA, 1993; TRIGIANO *et al.*, 2010; AMORIM *et al.*, 2011).

Em meio de cultura, *Curvularia andropogonis* apresenta conidióforos anfígenos, isolados, cilíndricos, retos a ligeiramente sinuosos, medindo 63-231 x 6-8  $\mu\text{m}$ , dois a oito septos, usualmente não ramificados, marrons, lisos; conídios isolados, fusiformes a obovoides, retos ou curvos, medindo 48-65 x 15-19  $\mu\text{m}$ , três a quatro septos, marrons e com a célula subapical mais escura e inflada que as demais (MONTEIRO *et al.*, 2002) (Figura 1).

#### **2.1.5. Aspectos morfológicos do gênero *Curvularia* sp.**

Os fungos do gênero *Curvularia* sp. são encontrados facilmente em vários substratos vegetais, como fitopatogênicos, saprófitas ou endofíticos (FERREIRA, 2010). Nos vegetais, há inúmeros exemplos de doenças causadas por esses fungos, tendo grande importância em gramíneas como o capim-limão, milho, trigo, arroz e grama-esmeralda, ornamental, utilizada em gramados (RASHID, 2001; NECHET; HALFELD-VIEIRA, 2005; PINEDA *et al.*, 2007; FERREIRA, 2010; VAZ-DE-MELO *et al.*, 2010).



Fonte: Monteiro *et al.*(2002)

Figura 1 – Touceira de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) com queima foliar (A). Conidióforos (B) e conídios (C) de *Curvularia andropogonis* (barra = 100 µm).

As manchas foliares causadas por fungos dematiáceos têm grande importância na agricultura. Na década de 1970, causou perda significativa da produção (cerca de um bilhão de dólares) na safra do milho. Esse fato está associado à monocultura e à expansão da área cultivada em sistema de plantio direto, que contribuiu para aumentar o potencial de inóculo, através da preservação do patógeno em restos culturais infectados (CASELA; FERREIRA, 2003).

Além de causar sérios danos a diversas espécies de gramíneas e plantas tropicais, fungos desse gênero produzem metabólitos secundários, como fitotoxinas, que podem ser benéficas no manejo de plantas daninhas. Duas fitotoxinas (radicinol e radicinin) foram identificadas no fungo *Curvularia* sp. isolado da planta daninha *Spigela anthelmia*. Santos *et al.* (2008) indicaram o fungo *Curvularia* sp. como fonte em potencial para produção dessas substâncias. O efeito dessas fitotoxinas já foi relatado no manejo de outras plantas daninhas (SOLFRIZZO *et al.*, 2004; NAKAJIMA *et al.*, 1997).

## **2.2. A cavalinha (*Equisetum arvense* L.)**

### **2.2.1. Aspectos gerais de *Equisetum arvense* L.**

Há séculos, os humanos utilizam extratos vegetais visando à saúde das plantas. Exemplo clássico é o uso de extrato de cavalinha, planta do gênero *Equisetum* definida como primitiva devido às suas características físicas (ausência de flores e propagação por meio de esporos). Possui alto teor de sílica amorfa em maior concentração nas camadas externas do tecido da epiderme (HOLZHUTER; NARAYANAN, 2003).

A cavalinha (*E. arvense* L.) é o único gênero vivo da ordem Equisetales e classe Sphenopsida. Conhecida comumente como cavalinha, rabo-de-cavalo do campo ou o comum rabo-de-cavalo, é arbustiva perene, rizomatosa, caracterizada por dois tipos de talos: talos férteis, acinzentados, que nascem na estação de inverno e finalizam em espigas, que se assemelham ao ramo de aspargos finos, que crescem de 15-20 cm. Depois de derramado, é substituído pelo talo verde-pálido, que cresce preferencialmente no verão, com haste portadora de esporos. As hastes são ocas, eretas, com sulcos longitudinais e bainhas agudamente dentadas cobrindo cada articulação; a partir das bainhas da haste central, surgem outros galhos de menor

diâmetro que afinam até a extremidade, atingindo 60 cm de altura. As folhas são reduzidas a pequenas escalas e geralmente fundiram em bainhas em torno de caules e ramos; bainhas de caules férteis de 8-12 dentes pontiagudos; bainhas de caules estéreis verdes, com 10-12 dentes enegrecidos (SANDHU *et al.*, 2010).

Nativa do Norte do hemisfério, possui distribuição ampla, abundante em terrenos baldios, argilosos, arenosos e úmidos. Na época de verão, formam tapete espesso no subsolo, fazendo que, em algumas regiões, seja considerada erva daninha. Isso porque, além das características anteriormente descritas, é uma planta facilmente disseminada, sobretudo, pelas águas dos rios em época de cheia, quando os esporos são carregados e, posteriormente, depositados no solo, iniciando seu processo de germinação e proliferação (JAMES; RAHMAN, 2010). Altamente competitiva e agressiva a outras espécies, havendo em algumas regiões a necessidade de controle químico devido ao seu rápido desenvolvimento e disseminação (JAMES; RAHMAN, 2010).

Algumas substâncias contidas no caule de *E. arvense* foram descritas pelas diversas atividades fitoterápicas, sendo a atividade diurética a principal registrada no Brasil (CARVALHO *et al.*, 2008). O caule estéril possui alguns componentes ativos, incluindo minerais como o ácido salicílico e silicatos, enxofre, manganês, magnésio; flavanoides, glicosídeos, ácidos fenólicos, taninos, triterpenos, alcaloides, saponinas, fitoesteróis, entre outros (MIMICA-DUKIC *et al.*, 2008; SANDHU *et al.*, 2010).

No setor agrícola, essa planta é pesquisada e estudada há várias décadas na agricultura biodinâmica, que utiliza nove preparados biodinâmicos com o objetivo de aumentar a qualidade do solo e estimular o crescimento das plantas (KOEPPF *et al.*, 1983). O extrato de cavalinha, além do pó de quartzo, é utilizado para prevenção de doenças fúngicas e para estimular o crescimento (WISTINGHAUSEN *et al.*, 2000), por conter alta concentração de silício.

O ácido silícico tem efeito protetor no manejo de algumas doenças quando aplicado via foliar, na forma de extrato aquoso obtido por infusão. Francisco e May de Mio (1998) avaliaram a ação do preparado de *Equisetum* sp. em plantas de pepino infectadas por oídio (*Sphaerotheca fuliginia*), que demonstrou eficiência no seu controle.

Bertalot *et al.* (2010) e Bertalot *et al.* (2012) observaram significativo efeito do preparado homeopático e do extrato aquoso (10 g L<sup>-1</sup>, base seca) de *Equisetum*

sp. aplicado via pulverização foliar em plantas de morango (*Fragaria vesca*) e jambu (*Spilanthes oleracea* L.), visando ao manejo de *Mycosphaerella fragariae*, *Tecaphora spilanthes* e *Alternaria solani*, respectivamente. Nesses trabalhos, três espécies de cavalinha (*Equisentum arvense*, *Equisentum hyemale* e *Equisentum giganteum*) foram estudadas e demonstraram eficácia no controle de *Mycosphaerella* sp. em morangueiro e de doenças fúngicas em jambu.

## **2.3. O silício (Si)**

### **2.3.1. Silício na agricultura**

Na natureza, o silício é encontrado na forma de sílica e de silicatos. Na crosta terrestre, é apenas menos abundante que o oxigênio. A sílica ocorre na natureza nas formas cristalizada e amorfa. A faixa de concentração de silício nas plantas é ampla, variando de 0,1 e 10%; nas monocotiledôneas, encontram-se normalmente valores mais elevados de silício, principalmente nas plantas das ordens Arecales e Poales do que nas dicotiledôneas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A pesquisa científica demonstrou o envolvimento estrutural, fisiológico e bioquímico do silício na vida das plantas, com funções bastante diversas. O silício (Si) é importante nas relações planta-ambiente, por propiciar melhores condições de suporte às adversidades climáticas, edáficas e biológicas, tendo, conseqüentemente, melhor e maior produção (KORNDÖRFER, 2003; NEUMANN; NIEDEN, 2001; MELO *et al.*, 2003). Estresses abióticos (temperaturas extremas, geadas, metais pesados ou tóxicos) podem ter seus efeitos reduzidos com o uso do silício, além de aumentar a tolerância das plantas às doenças (RODRIGUES *et al.*, 2003; MA, 2004; KAYA *et al.*, 2006; BUCCK *et al.*, 2008; LEE *et al.*, 2010; RODRIGUES; DATNOFF, 2005; WIESE *et al.*, 2007).

Essa diminuição de suscetibilidade das plantas às diversas doenças deve-se à atuação do (Si) na constituição de barreira física, proporcionando mudanças anatômicas nos tecidos, como células epidérmicas com a parede celular mais espessa devido à maior lignificação e, ou, silicificação (acúmulo de silício) (BLAICH; GRUNDH FER, 1998). O Si é absorvido pelas raízes das plantas na forma de ácido monossilícico, transportado via fluxo da transpiração e depositado abaixo da cutícula na forma de sílica amorfa (YOSHIDA *et al.*, 1962; SANGSTER *et al.*, 2001; MA;

YAMAJI, 2008), proporcionando melhor arquitetura das plantas, além de aumentar a resistência às doenças (BÉLANGER; MENZIES, 2003). Além da barreira física, devido ao acúmulo na epiderme das folhas, o silício promove a ativação de genes envolvidos na produção de metabólitos secundários, como os polifenóis e enzimas relacionadas com os mecanismos de defesa das plantas, impedindo a penetração de fungos e afetando os sinais entre o hospedeiro e o patógeno (CHÉRIF *et al.*, 1992; CHÉRIF *et al.*, 1994; EPSTEIN, 1999; LIANG *et al.*, 2003).

### **2.3.2. Uso do silício em gramíneas**

O silício é considerado benéfico ao crescimento e à produtividade de algumas gramíneas, como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, aveia, trigo e outras. Devido às várias pesquisas desenvolvidas e aos resultados positivos obtidos quanto à fenologia das plantas, Epstein e Bloom (2003) classificaram o silício como elemento “quase-essencial” ao crescimento das plantas.

Korndörfer *et al.* (2002) afirmaram que a cana-de-açúcar, entre as gramíneas, é a que mais extrai silício do solo e também responde de modo favorável ao processo de adubação silicatada. O silício desempenha função importante na indução de resistência às pragas de importância econômica. Com relação ao cultivo da cana-de-açúcar, várias funções benéficas e relevantes podem ser citadas: melhoria na capacidade fotossintética, arquitetura das plantas e qualidade de matéria-prima; maior tolerância à geada e ao estresse hídrico; aumento da produtividade e controle de doenças em gramíneas: arroz e cana-de-açúcar (KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995; SANTOS *et al.*, 2003; MELO *et al.*, 2003; JANISLAMPI, 2012).

Segundo Korndörfer (2002), o acúmulo de silício na cana-de-açúcar é importante na resistência contra vários insetos e pragas, reduzindo significativamente os danos causados pelas pragas e contribuindo para o aumento da dificuldade de penetração na planta e expondo os insetos a seus inimigos. O silício contribui, de forma eficiente, na redução de danos de pragas da cana-de-açúcar, além de não alterar nem interferir na pureza do caldo.

Em trigo, foi avaliado o efeito do silício (Si) no progresso da mancha-marrom, causada por *Bipolaris sorokiniana* na folha-bandeira. A severidade da doença foi significativamente reduzida nas plantas supridas com Si em todas as épocas de avaliação, promovendo, dessa forma, aumento da resistência da folha-

bandeira de plantas de trigo à infecção pelo patógeno, garantindo maior produção de grãos (DOMICINIANO *et al.*, 2010).

A queima das bainhas causada pela *Rhizoctonia solani* Kühn (*Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk) está entre as principais doenças fúngicas do arroz. As plantas são infectadas quando os escleródios entram em contato com as bainhas e germinam e o micélio forma inúmeras almofadas de infecção na superfície, originando as lesões (sintomas) (DATH, 1990). Quando aplicado, o silício faz que haja resistência do arroz contra a queima das bainhas, entre outras doenças fúngicas, como: brusone, mancha-parda e escaldadura (ZANÃO JÚNIOR *et al.*, 2009; CACIQUE *et al.*, 2012; SCHURT *et al.*, 2013). Em cultivares de arroz suprido com Si e inoculado em várias fases de desenvolvimento, houve redução na intensidade da queima das bainhas. Quanto maior a quantidade de células silicatadas na epiderme das folhas supridas com Si, maior a resistência à punctura. Essa resistência não foi necessariamente devida ao impedimento da punctura causada por *R. solani*, pois o fungo continua penetrando as bainhas, mas a resistência das folhas do arroz ocorre pelo aumento da idade da planta, e as plantas com idade entre 96 e 113 dias foram mais resistentes às queimas das bainhas do que plantas com 45 dias. A resistência das bainhas das plantas de arroz supridas com Si à infecção causada por *R. solani* pode ser explicada, em parte, pela maior resistência física decorrente da deposição desse elemento (SCHURT *et al.*, 2012).

Conforme Schurt *et al.* (2012), o silício contribui, de forma eficiente, no aumento da resistência física das bainhas de plantas de arroz tratadas com silício quanto infectadas por *Rhizoctonia solani*. A concentração de Si nas bainhas das plantas supridas com esse elemento e inoculadas com *R. solani* aumentou significativamente em relação às plantas não supridas com Si, reduzindo o comprimento relativo da lesão 96 h após a inoculação. Dessa forma, o interesse pela adubação silicatada está crescendo no Brasil, principalmente pela disponibilidade de fontes comerciais (SHIA; WANG, 1998).

### **2.3.3. O silício aplicado às plantas medicinais**

Radomski (2004), em sua tese sobre a espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss), estudada com fins de farmacologia e farmacocômica, declarou haver poucos estudos relacionados ao seu manejo com aspecto ecológico. Essa

autora afirmou que vários autores têm abordado a função do Si nas plantas, principalmente a sua relação com a síntese de compostos polifenólicos, como a lignina (INANAGA; OKASAKA, 1995; INANAGA *et al.*, 1995; MARSCHNER, 1995).

Estudos têm procurado relacionar o efeito terapêutico das espécies medicinais com a ocorrência de silício no esqueleto de substâncias bioativas, como proteínas, polissacarídeos, polifenóis e fosfolipídios (KOLESNIKOV; GINS, 2001). Esse fato deve ser levado em conta, considerando que parte da ação terapêutica da espinheira-santa é devida à presença de tanino, cuja concentração pode estar associada à disponibilidade de silício.

Conforme Radomski e Wisniewski (2004), há tendência de maior solubilidade do Si nas plantas de *M. ilicifolia* crescendo a pleno sol (74% contra 53% na sombra); os autores relacionaram essas diferenças às formas de ligação menos estáveis do elemento aos complexos fenólicos e, conseqüentemente, a diferentes acúmulos nas paredes de células lignificadas, conforme comentado por Marschner (1995). A aplicação do Si no solo aumentou o pH, bem como os teores disponíveis de Ca do solo, e do próprio Si nas plantas. Essas condições mais favoráveis às plantas podem ter influenciado a síntese de fenóis em *M. ilicifolia*. No desenvolvimento do estudo, perceberam um desenvolvimento razoável na população cultivada de *Maytenus ilicifolia*. Assim, supõem que o suprimento de Si às plantas diminui a síntese de compostos fenólicos, via aumento dos processos de silicificação das paredes celulares, conferindo a mesma proteção oferecida pelos fenóis e, provavelmente, com menor custo energético. Nesse sentido, Radomski e Wisniewski (2004) afirmaram é possível efetuar o controle de compostos fenólicos presentes em *M. ilicifolia*, seja através do manejo de luz, interferindo tanto na síntese de lignina quanto dos taninos, seja por meio da aplicação de Si e Ca, regulando, principalmente, a síntese de fenóis totais e taninos.

A fava-d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.) é árvore perene de médio porte, encontrada em todo o Cerrado central, principalmente no Norte de Minas Gerais, região responsável pela grande produção de rutina em todo o Estado. Seu fruto é importante fornecedor de rutina para o mercado de produtos farmacêuticos e cosméticos (MENDES DE PAULO *et al.*, 2007). Os autores, mediante estudos acerca da utilização do silício nessa planta, afirmaram que o uso de silicato em fava-d'anta pode influenciar a produção de metabólitos secundários como flavonoides e

propiciar, no solo, condições adequadas ao seu desenvolvimento. Afirmaram que há poucos estudos relacionados à nutrição das plantas de fava-d'anta com o seu desenvolvimento e produção de metabólitos secundários. Concluíram que o desenvolvimento de técnicas apropriadas ao uso do silicato no cultivo dessa espécie pode favorecer informações precisas, objetivando a produção econômica e ecologicamente correta, e que a influência do silicato no crescimento inicial e produção de metabólitos secundários em fava-d'anta. Contudo, o silicato de cálcio aumentou a produção de biomassa e de flavonoides totais em fava d'anta.

Em artemísia (*Artemisia annua*), após a aplicação do silício (Si), foi quantificada a artemisina na morfologia foliar, principalmente nos tricomas, local onde a artemisina é retida. Amostras de folhas foram coletadas após seis meses de cultivo e analisadas por meio de microscopia de varredura, microscopia eletrônica e microanálise de raios X. O Si foi capaz de incrementar o número de tricomas tectores, mas não promoveu aumento dos tricomas glandulares, porém garantiu a integridade destes. Dessa forma, a presença do Si favoreceu a manutenção da estrutura foliar em reter a artemisina dentro dos tricomas glandulares, diminuindo possíveis perdas deste composto (ROSTKOWSKA *et al.*, 2010).

Alternativa que vem sendo utilizada visando ao controle de doenças de plantas é a homeopatia, que tem como base a experimentação das preparações altamente diluídas e sucussionadas. Todos os fenômenos da homeopatia são repetíveis, são previsíveis, são quantificáveis, são descritíveis e têm relação causa-efeito, assim como base teórica explicativa (CASALI *et al.*, 2006).

#### **2.4. A homeopatia**

Na homeopatia, ciência de preparações altamente diluídas, os princípios fundamentais que regem a homeostase podem ser aplicados não só aos seres humanos, como também aos animais e vegetais (COUTINHO, 1993; BAROLLO, 1996; ARENALES, 1998ab). Oficializada como insumo permitido na agropecuária orgânica (BRASIL, 1999) e certificado em 2003 pela UNESCO e Fundação Banco do Brasil como tecnologia social, vem sendo empregada por produtores orgânicos, principalmente em hortaliças e em sistemas agroflorestais. A homeopatia é coerente com a visão orgânica, holística, ecológica e sistêmica (CAPRA, 1983; ARENALES,

1999). Está fundamentada no princípio da similitude, na experimentação em seres sadios, nas doses infinitesimais e na substância única.

### ***i) Princípio da Similitude***

Conforme a lei dos semelhantes, ou princípio da similitude: *similia similibus curantur* (semelhante cura semelhante) (COUTINHO, 1993), qualquer substância que possua a propriedade de despertar sinais, de qualquer ordem, no experimentador sadio, harmoniza, em doses adequadas, o organismo enfermo com sintomas semelhante aos sinais (BAROLLO, 1996; CASALI, 2013).

### ***ii) Experimentação em seres sadios***

O conhecimento da ação integral das diluições e de suas particularidades requer observações dos sinais que são capazes de causar, por meio de uma investigação experimental, realizada nos organismos sadios (MORENO, 1996). A experimentação deve detalhar os sinais e conhecer a patogênese (efeito primário direto), que é catalogada na Acológia Homeopática (Matéria Médica) e utilizada na identificação do medicamento mais apropriado, ou seja, o semelhante (BRUNINI; ARENALES, 1993; BAROLLO, 1996).

### ***iii) Doses infinitesimais***

Ao diluir substâncias altamente tóxicas, Hahnemann verificou que a toxicidade reduzia, mas reduzia proporcionalmente, o efeito terapêutico. Descobriu, dessa forma, a sucussão, a técnica de adicionar energia cinética às diluições. A essa combinação da diluição com a sucussão, Hahnemann denominou potencialização ou dinamização (VITHOULKAS, 1980). À medida que a massa era submetida à diluição e sucussão, mais energia era desprendida, maior era o efeito terapêutico e menor era o efeito tóxico. Com essa técnica, é possível obter doses extremamente dinamizadas (BAROLLO, 1996; VITHOULKAS, 1980).

Ultradiluições podem ser preparadas a partir de substâncias de origens animal, vegetal e mineral. São utilizadas tanto substâncias que possuem ação tóxica quanto substâncias consideradas inertes (BAROLLO, 1996). A preparação deve obedecer a regras de elaboração, contidas na Farmacopeia Homeopática Brasileira (COUTINHO, 1993). O álcool e a água, utilizados como veículos nas preparações homeopáticas, devem ser de boa qualidade. A água tem função de solvente universal,

e o álcool atua na conservação, além de ser bactericida. A combinação de água-álcool permite maior retenção da informação (GARBI, 1998).

Na elaboração dos medicamentos, a diluição pode ser decimal (1:10), centesimal (1:100), milesimal (1:1000), ou qualquer outra, sendo a decimal e a centesimal as mais utilizadas (CAMPOS, 1994). A escala centesimal (C), que constitui a escala clássica, foi padronizada por Hahnemann, enquanto a decimal (D ou X) foi proposta por Hering, nos Estados Unidos (COUTINHO, 1993). A nomenclatura homeopática é universal e sugerido por Hahnemann, que optou pela expressão latina. Como exemplo: *Silicea* C12, o nome é seguido pela designação da escala e pela dinamização (SCHEMBRI, 1976).

A preparação mantém sempre as mesmas propriedades patogênicas ou terapêuticas, em todas as dinamizações, variando somente o poder dinâmico que aumenta na proporção em que são incrementadas as dinamizações (SCHEMBRI, 1976). Desde Hahnemann, é da experiência dos homeopatas que determinadas dinamizações conhecidas atuam melhor e são mais eficazes que outras (BRUNINI, 1993a).

#### ***iv) Substância única***

Toda experimentação deve ser conduzida utilizando apenas um medicamento, homeopático, pois a combinação de medicamentos impedirá a definição do componente que realmente agiu (VITHOULKAS, 1980). Portanto, qualquer situação que fuja a essa norma transgredir a lei da semelhança e falseia os princípios fundamentais da homeopatia (BRUNINI; MOREIRA NETO, 1993).

### **2.4.1. A Homeopatia na agricultura**

No tratamento de plantas ou animais com homeopatia, são utilizados os resultados das experimentações obtidas nos seres humanos, por analogia de sinais até que sejam realizadas experimentações específicas em cada espécie.

Muitos agricultores de vários locais do Brasil e em outros países estão utilizando a homeopatia em vegetais, obtendo resultados satisfatórios quanto à produção de mudas saudáveis, quebra de dormência de sementes, resistência a doenças e pragas e florescimento (ARENALES, 1999; CUPERTINO, 2005, 2008).

Estudos com preparações homeopáticas no controle de doenças e pragas vêm sendo desenvolvidos, com eficiência no manejo de vários patossistemas.

O preparado homeopático *Silicea* foi estudado no controle de fungos em produtos armazenados. Visando ao controle de *Aspergillus parasiticus*, alguns autores estudaram vários preparados na inibição do seu crescimento e produção de aflatoxina. A *Silicea* foi um dos tratamentos que reduziu 50% do crescimento do fungo e 90% da produção de aflatoxina (SINHA; SINGH, 1983).

Em tomateiro, por exemplo, a podridão pós-colheita dos frutos causada por *Fusarium roseum* foi reduzida devido à ação de preparados homeopáticos. Foram realizados testes *in vitro* e *in vivo*, utilizando sete preparos homeopáticos: *Arsenicum album*, *Thuja occidentalis*, *Kali iodatum*, *Blatta orientalis*, *Phosphorus*, *Lycopodium clavatum* e *Withania somnifera*, nas potências de 1-200, escala centesimal. Preparações homeopáticas testadas, *Arsenicum album* (CH1), *Kali iodatum* (CH149), *Phosphorus* (CH35) e *Thuja occidentalis* (CH87), promoveram inibição total da germinação de esporos. O crescimento vegetativo do fungo também foi inibido por *Kali iodatum* (CH149) e *Thuja occidentalis* (CH87). Quando em alta potência, determinadas preparações demonstraram caracteres preventivo e curativo (KHANNA; CHANDRA, 1976).

Visando ao manejo do oídio em tomateiro (*Oidium lycopersici*) e em macieira (*Podosphaera leucotricha*), foram comparados preparados homeopáticos em diversas potências. No manejo do oídio em tomateiro, o *Kali iodatum* CH100 (46,6%) diferiu estatisticamente da testemunha (58%), quanto à incidência da doença (ROLIM *et al.*, 2001). No manejo do oídio em macieira, a avaliação realizada uma semana após a última aplicação apontou menor incidência da doença nas parcelas tratadas com *Staphysagria* CH100, que diferiu estatisticamente da testemunha e do *Sulphur*, que foi equivalente (AGARWAL *et al.*, 1995).

Diniz *et al.* (2003), avaliando o efeito do preparado homeopático *Carbo vegetabilis* 30CH no manejo da requeima causada por *Phytophthora infestans* em tomateiro, verificaram que não foi eficiente no manejo da requeima. Descrevem que maior severidade da requeima foi observada no tratamento mistura de água e etanol entre o 31<sup>o</sup> e o 40<sup>o</sup> dia após o transplântio das mudas no campo. Resultado similar era esperado no tratamento com o preparado homeopático, por serem a água e o etanol veículos do preparado. No entanto, a intensidade da requeima nesse intervalo foi menor.

Além de controlar fungos, produtos homeopáticos têm eficiência no controle de vírus. Em plantas de fumo tratadas com preparações homeopáticas, houve redução

de 50% na replicação do vírus, como também redução dos sintomas do mosaico (VERMA *et al.*, 1969). Os preparados homeopáticos com ação específica sobre o vírus do mosaico de fumo: *Spigelia* 30, *Sulphur* 30 e 200 e *Teucrium* 200, também atuaram reduzindo a germinação de esporos de *Alternaria alternata*, *Curvularia pallescens* e *Drechslera australiensis* (KUMAR; KUMAR, 1980).

Com o objetivo de estudar o efeito de preparados homeopáticos quanto à fenologia das plantas, sete tipos de preparados em várias potências foram aplicados à planta jambu (*Acmella oleraceae*), visando avaliar seu efeito na massa fresca e na massa seca e a produção de capítulos. Entre os preparados avaliados, a *Silicea* (3CH, 12CH, 5MFC) aumentou a massa fresca e seca de jambu e a produção de capítulos frescos e secos. A *Silicea* reduziu a massa dos capítulos florais quando aplicada na potência 30CH (ARMOND, 2007). Foram avaliados, também, alguns preparados em manjerição (*Ocimum basilicum*) e a *Silicea*, entre outros tratamentos na potência de 30CH, promoveu aumento de 40% na massa das inflorescências frescas (ALMEIDA, 2002).

Além disso, o efeito da *Silicea* foi avaliado na concentração de taninos (substância oriunda do metabolismo secundário de plantas). Em couve-cravinho (*Porophyllum ruderale*), a *Silicea* alterou significativamente a concentração de taninos (FONSECA *et al.*, 2006). Em estudos relacionados à água, Rodrigues *et al.* (2011) avaliaram o efeito de diversos preparados homeopáticos, inclusive a *Silicea* 7CH, em água proveniente de lagoa e água de mina, por meio da turbidez. Após 48 h da aplicação dos tratamentos em água proveniente de mina, a *Silicea* promoveu mudanças na turbidez.

#### **2.4.2. Uso de preparados homeopáticos no cultivo de plantas medicinais**

O Brasil é considerado o país detentor da maior biodiversidade do planeta. Portanto, tem potencial de exportação de matérias-primas destinadas à produção farmacêutica.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o uso de plantas medicinais pela população mundial tem crescido de forma significativa. De acordo com estudos realizados pela organização, 80% da população fez uso de algum tipo de erva, na tentativa de alcançar alívio de alguma sintomatologia, e apenas 30% foram com prescrição médica. Das 252 drogas consideradas básicas e essenciais pela OMS,

11% são originárias de plantas e número significativo são drogas sintéticas obtidas de precursores naturais (RATES, 2001).

A prática da utilização de plantas medicinais é tradicional entre todos os povos da Terra, motivo pelo qual a OMS incentiva essa prática. São muitos os fatores que estão colaborando para o desenvolvimento de práticas de saúde que incluem o uso dos princípios ativos encontrados nas plantas, entre os quais podem ser citados os sociais e econômicos (FERREIRA; FONTELES, 1989; RATES, 2001; CASTRO; RAMOS, 2002; CASTRO *et al.*, 2007).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2011), planta medicinal é “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semissintéticos”.

Planta medicinal pode ser definida como qualquer vegetal que produza substância biologicamente ativa, denominada princípios ativos, provenientes do metabolismo secundário. Esses princípios biologicamente ativos constituem respostas dos mecanismos de interação da planta com o ambiente. Dessa forma, os fatores que influenciam a variação dos compostos químicos, como solo, água, variações climáticas, época de colheita, horário de colheita, temperatura de secagem, características genéticas etc., devem ser considerados e respeitados na escolha das espécies medicinais, pois esse conhecimento permite a obtenção de matéria-prima de maior qualidade, devido à concentração ideal dos princípios ativos e, conseqüentemente, maior ação terapêutica. Assim, é importante conhecer as características ecológicas das espécies que serão cultivadas e se a região escolhida é favorável ao cultivo (CASALI, 2003, 2004; EPSTEIN, 2006).

O cultivo orgânico, comparado ao sistema convencional, é o sistema de produção mais adequado à produção de ervas medicinais, pois promove equilíbrio entre a produção e o meio ambiente e evita a contaminação da planta, do solo e da água, assim como a composição de princípios ativos. Além de evitar a contaminação dos consumidores por meio da ingestão de resíduos tóxicos, que possam prejudicar a saúde humana (SOUSA, 1998; CORRÊA JÚNIOR *et al.*, 1991; MATTOS, 1989; FERREIRA *et al.*, 2009).

Com o objetivo de comparar o desenvolvimento de plantas de capim-limão nos sistemas orgânico e convencional, foram estudados tratamentos no acúmulo de biomassa e rendimento em óleo essencial. Houve melhores resultados nos

tratamentos adubação orgânica + adubação química e adubação orgânica, concluindo que a adubação orgânica isolada promoveu aumento da produtividade (LUNKES, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Nesse método de cultivo, solo é considerado organismo vivo que, utilizado de forma correta, possibilita a constante oferta de matéria-prima, o que causa menor impacto ao meio ambiente e reflete em qualidade de vida. Valorizar a saúde humana significa respeitar o meio ambiente e promover o desenvolvimento econômico de modo sustentável, por meio de conhecimentos de ecologia. A agricultura orgânica visa à unidade de produção integrada à flora e fauna do entorno da região cultivada e também aos elementos naturais presentes no meio de produção (PRIMAVESI, 1988; KIRCHNER *et al.*, 1993; PRIMAVESI, 2006).

A agricultura convencional segue as leis da mercadologia, as concepções e as técnicas dominantes e tem como base os parâmetros tecnológicos desenvolvidos pela “revolução verde” moderna ou agroquímica. Esses meios foram desenvolvidos e aplicados a determinados ecossistemas cultivados, circunscritos e regidos pela racionalidade econômica denominada industrialização da agricultura, dentro de princípios que atendam aos interesses do agronegócio. No caso dos agrotóxicos, estes são considerados indispensáveis à produção convencional de alimentos, mas seu uso indiscriminado traz sérios problemas para a saúde humana, pois podem acumular resíduos tóxicos em níveis alarmantes e trazer riscos à saúde pública, além da contaminação dos alimentos (SOUZA, 1998; FERREIRA *et al.*, 2009).

A agricultura orgânica busca a forma de produção natural, que minimiza os impactos causados pela agricultura convencional e reflete na saúde dos humanos e pode alterar os princípios e componentes ativos das plantas (RODRIGUES *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*, 2009).

No cultivo orgânico de plantas medicinais, vários são os produtos utilizados com efeito positivo no manejo. Alguns desses produtos aplicados em doses homeopáticas são promissores no desenvolvimento das plantas. Promovem a agricultura mais limpa, livre de resíduos, e asseguram alimentação 100% saudável. Na ciência da homeopatia, as preparações altamente diluídas podem ser aplicadas aos vegetais, visando à harmonização, equilíbrio e evolução (BAROLLO, 1996; SARTÓRIO, 2000; BONFIM; CASALI, 2011; CASALI *et al.*, 2006). A Ciência da Homeopatia é orgânica, ecológica, holística e sistêmica (CAPRA, 1983) e, por isso, favorece a sustentabilidade dos sistemas vivos. É orgânica, pois os preparados

homeopáticos atuam no equilíbrio da unidade orgânica e não na eliminação de sinais pontuais. Existe diversidade de recursos homeopáticos, que são escolhidos a cada individualidade (VITHOULKAS, 1980). É sistêmica, contribuindo para a harmonia das inter-relações dos sistemas vivos e, por isso, também ecológica (CASALI *et al.*, 2006).

A aplicação da homeopatia possibilita a integração entre os sistemas (vegetal x solo; vegetal x clima; vegetal x água), propiciando efeito sinérgico, ou seja, a homeopatia aplicada visando à sua integração com o meio (nutrientes disponíveis, água de qualidade, insolação adequada etc.), promovendo efeitos agregadores entre ambos. Aplicada de forma isolada, sem uma visão holística, proporciona resultado mais lento ou negativo, pois carece exercer ações de outros componentes e elementos que não estariam inseridos na sua composição (CASALI *et al.*, 2006; PRIMAVESI, 1986; PRIMAVESI, 2006).

Ao analisar o sistema solo quanto às carências, potencialidades e estudo das alternativas e possibilidades que o sistema orgânico oferece são recomendados o preparado homeopático mais adequado. Caso alguma planta exiba dificuldade de enraizamento, como exemplo, o preparado Silicea é indicado. A Silicea aplicada junto a corretivos de solo (silicato de cálcio e magnésio) estimula o crescimento radicular podendo favorecer a absorção de nutrientes. Efeito observado em plantas de capim-limão.

Com relação ao sistema água, todo preparado homeopático, seja de origem vegetal, animal ou mineral, aplicado na agricultura tem a água como veículo básico, além da matéria-prima de origem. Assim, toda informação (oriunda do material de origem) contida nos preparados é armazenada e transferida por meio da água, via irrigação ou aspersão. Ao aplicar a homeopatia via aérea ou por meio de irrigação, a informação é conduzida até o interior das plantas, que contêm cerca de 80 a 90% de água, e ali ocorrerá todo o processo oriundo da ciência homeopática. É importante verificar as características e proveniência dessa água: de poço, subterrânea, de lagoa, rios; e o pH (CASALI *et al.*, 2006; GOMES, 2011; LISBOA *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2011).

Considerada importante fonte de recursos naturais com a capacidade de reequilibrar os sistemas vivos, a homeopatia atua na informação construtiva e de defesa das plantas. Os preparados acessam a força vital dos organismos vivos e

possibilita que estes acompanhem a dinâmica do meio em que estão inseridos (CASALI *et al.*, 2006).

Com a aplicação de preparados homeopáticos no cultivo de ervas medicinal ao longo de todas as fases de desenvolvimento, as plantas recebem o suporte na busca de equilíbrio, harmonia e evolução em qualquer região que seja inserida, respeitando sempre as particularidades de cada meio.

Cuidar dos agrossistemas com homeopatia significa administrar e acompanhar os tratamentos dos solos, das águas das plantas, dos animais e da família agrícola, porque todos fazem parte do organismo vivo. Ser homeopata rural implica ter conhecimento dos princípios ou leis que regem o equilíbrio dos organismos vivos, bem como da tecnologia da homeopatia aplicada aos processos orgânicos de produção, com consciência, respeito e ética no agir (ARRUDA *et al.*, 2005).

A Ciência da Homeopatia tem conhecimentos e recursos tecnológicos compatíveis com a perspectiva da agricultura sustentável, sendo ferramenta aos sistemas em fase de transição aos modelos ecológicos de produção (ANDRADE; CASALI, 2011).

Apesar de os produtos homeopáticos terem sido oficializados como insumo agrícola, permitido na agricultura orgânica, muitos aspectos da resposta, no comportamento e no físico dos vegetais, ainda são desconhecidos e dispersos (CASALI, 1998). O mesmo acontece com relação aos outros produtos utilizados na agricultura orgânica, visando ao controle de doenças de plantas medicinais, como a queima foliar do capim-limão.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivos: *i*) avaliar o efeito de produtos naturais contendo silício no manejo de *Curvularia andropogonis* em plantas de capim-limão, por meio da avaliação da severidade da doença ao longo do ciclo da cultura; *ii*) avaliar o efeito de produtos no crescimento micelial e esporulação de *C. andropogonis*; e *iii*) avaliar o efeito dos tratamentos à base de silício no acúmulo de matéria fresca e seca de folhas e raízes.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e calda bordalesa na severidade da queima foliar

O experimento foi realizado, em condições de casa de vegetação telada, na UFV/Viçosa, no Departamento de Fitotecnia, Viçosa, Minas Gerais, de agosto a dezembro de 2011.

Perfilhos de plantas de capim-limão foram selecionados e enraizados em câmara de nebulização por 20 dias, e após os perfilhos terem se enraizado satisfatoriamente (com crescimento das folhas) foram selecionados os melhores pelo padrão do diâmetro e parte aérea bem desenvolvida. Posteriormente, a parte aérea foi retirada e os perfilhos enraizados, plantados em vasos de 3 L contendo terra de barranco acrescida de fosfato natural reativo, de acordo com a análise de solo utilizado.

A irrigação foi realizada por meio da pesagem dos vasos individualmente, em função do valor foi adicionada água mineral de forma que todas as plantas recebessem a mesma quantidade de água em função da transpiração.

Os tratamentos avaliados foram: 1) silicato de potássio; 2) extrato de cavalinha; 3) calda bordalesa; 4) *Silicea* 12CH (via aérea); 5) *Silicea* 12CH (via solo); e 6) testemunha (mistura de água e etanol -1 mL de água para 99 mL de etanol a 70%), diluente da preparação homeopática.

A solução homeopática foi preparada no Laboratório de Homeopatia do Departamento de Fitotecnia da UFV. A tintura-mãe (TM) foi preparada a partir do mineral silício, que foi pesado (1 g) e transferido a 10 mL de etanol 70%. Todos os procedimentos de preparação seguiram as normas expressas na regra 1 da Farmacopeia Homeopática (PRADO NETO, 1997).

A TM foi armazenada no escuro e agitada diariamente durante 15 dias e, depois de filtrada, retirado 1 mL, o qual foi adicionado a outros 99 mL de etanol 70% v/v, ou seja, na escala centesimal hahnemanniana (C). Foram feitas as 11 diluições sucessivas mais a sucussão, mantendo sempre a mesma relação diluído/dilúente e, assim, foi obtido o preparado na potência 12 (C12-diluição por 12 vezes, a partir da TM).

O preparado homeopático foi aplicado na parte aérea das plantas de capim-limão, via pulverização de 10 mL do preparado C12, que foram diluídos em 1 L de água. A aplicação de T1 foi iniciada 15 dias após a transferência do perfilho, com aplicação diária, sempre no mesmo horário. O mesmo procedimento de aplicação foi aplicado no tratamento mistura, água e álcool (T7).

O extrato de cavalinha (20 g da erva seca L<sup>-1</sup> de água) foi aplicado via pulverização foliar, de acordo com a recomendação de Wistinghausen *et al.* (2000). Antes da aplicação, a parte superior dos vasos foi tampada evitando o escoamento do produto ao solo e a interferência nos resultados finais, pois o silício presente nos tratamentos aplicados via aérea percola até o solo; estes, juntamente com a água de irrigação, poderão ser translocados até a parte aérea, promovendo erros no experimento.

O silicato de potássio foi aplicado, uma vez por semana, na parte aérea das folhas de capim limão.

A calda bordalesa (1 kg de cal hidratada e de sulfato de cobre por 5 L de água, preparados isoladamente, ajustando o pH do volume final para 7,0), foi atomizada na parte aérea das plantas, por pulverizador costal, quinzenalmente.

A severidade da queima foliar em cada planta foi avaliada visualmente, estimando o porcentual de tecido vegetal afetado, a cada sete dias, com início a partir do aparecimento dos primeiros sintomas. A severidade da doença foi avaliada em quatro folhas/planta, iniciando a contagem a partir da última folha, intacta, de baixo para cima. Quando uma das folhas atingiu a nota máxima de severidade, a avaliação foi cessada. Antes das avaliações, foram realizados treinamentos com o programa

Severity Pro (NUTTER, 1997), visando aferir a acurácia e corrigir distorções inerentes à estimativa visual de severidade de doença.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições.

As epidemias foram iniciadas por meio de quatro fontes de inóculo (vasos com plantas de capim-limão com queima foliar, distribuídos dentro da casa de vegetação, de maneira equidistante próximo às bancadas).

### **3.2. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na severidade da queima foliar em capim-limão**

O experimento foi conduzido, por duas vezes, em condições de casa de vegetação/Viçosa, nas Dependências do telado do Departamento de Fitotecnia da UFV, Viçosa, Minas Gerais, de agosto a dezembro de 2012. As laterais da casa de vegetação eram móveis, visando ao controle da temperatura.

A obtenção de perfilhos, as condições de plantio e a condução da cultura foram semelhantes às descritas em 3.1.

Os tratamentos avaliados foram: 1) silicato de potássio; 2) extrato de cavalinha; 3) silicato de Ca e Mg (1 g/kg de solo); 4) *Silicea* 12 CH (via aérea); 5) *Silicea* 12 CH (via solo); 6) silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH (via solo); e 7) testemunha (mistura de água e etanol -1 mL de água para 99 mL de etanol 70%), diluente da preparação homeopática.

O silicato de Ca e Mg foi aplicado de acordo com as recomendações do produto (Agrossilício- 1 t/ha), 30 dias antes do plantio, sendo a umidade do solo preservada. Antes da aplicação, o silicato de Ca e Mg foi peneirado em peneira granulométricas de aço Inox (40 *Mesh*).

A solução homeopática foi preparada como descrita no subitem 3.1.

O extrato de cavalinha (20 g da erva seca L<sup>-1</sup> de água) foi diluído e aplicado via pulverização foliar, de acordo com a recomendação de Wistinghausen *et al.* (2000).

Antes da aplicação, a parte superior dos vasos (“boca”) de todos os tratamentos foi tampada com plástico, para evitar o escoamento do produto no solo e a influência nos resultados finais.

Todos os vasos foram pesados individualmente, por meio de balança, de modo que a irrigação fosse aplicada na mesma quantidade, considerando, dessa forma, o efeito da transpiração sobre o transporte do silício até a parte aérea das plantas avaliadas (repetição).

O silicato de potássio foi aplicado, uma vez por semana, na parte aérea das folhas de capim-limão.

A severidade da queima foliar em cada planta foi avaliada como descrito em 3.1. Avaliaram-se duas folhas/planta, iniciando a contagem a partir da última folha intacta de baixo para cima.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos [silicato de potássio, extrato de cavalinha, *Silicea* CH12 (via solo), *Silicea* CH12 (via aérea), silicato de cálcio e magnésio, silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH (via solo) e testemunha] e cinco repetições.

As epidemias foram iniciadas a partir de inoculação artificial (concentração do inóculo  $3 \times 10^6$ ), com volume de suspensão total de 400 mL, aplicados em todas as plantas do experimento, por meio do aparelho Devilbs na pressão de 1 atm. A suspensão do inóculo foi aplicada direcionando, preferencialmente, para a parte abaxial das folhas. A aplicação por meio desse aparelho torna mais uniforme a quantidade de suspensão de inóculo/planta.

### **3.2.1. Isolamento de *Curvularia andropogonis***

Isolados de *C. andropogonis* foram obtidos a partir de folhas com sintomas característicos da doença, coletadas no grupo “Entre folhas” da UFV. Após a lavagem das folhas com água e sabão, foram efetuados pequenos cortes na região de transição da lesão e foi feita a desinfestação superficial em álcool 70%, durante 30 seg, e em hipoclorito de sódio 1,5% por 1 min, sendo em seguida os fragmentos lavados, por duas vezes consecutivas, em água destilada esterilizada. O procedimento foi realizado em câmara de fluxo laminar.

Os cortes ou segmentos de folha com lesões foram plaqueados em meio V8 (suco composto por oito vegetais), com o auxílio de uma pinça flambada. As placas foram vedadas com papel-filme. Após sete dias de incubação, em condições controladas ( $25 \pm 2$  °C e fotoperíodo de 12 h), as colônias com crescimento micelial

padrão e sem contaminação visual foram utilizadas na manutenção do isolado, visando a estudos posteriores.

### **3.2.2. Preparo do inóculo e inoculação de *C. andropogonis* em capim-limão**

Aos oito dias após a incubação do isolado de *C. andropogonis* como descrito no subitem 3.2.1, preparou-se a suspensão de esporos, adicionando 10 mL de água destilada esterilizada em cada placa de Petri, o que facilitou a remoção do micélio, mediante o uso de escova de cerdas macias, a qual foi passada na superfície da colônia, levemente. O conteúdo da suspensão de esporos foi filtrado em duas camadas de gaze esterilizada e a concentração determinada em câmara de Neubauer, com microscópio óptico. A concentração foi estimada com base na média de cinco leituras.

Com as devidas diluições, a concentração foi ajustada para  $3 \times 10^6$  conídios/mL, por meio da equação  $C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$ , em que  $C_i$  = concentração inicial;  $V_i$  = volume inicial;  $C_f$  = concentração final; e  $V_f$  = volume final. Com as concentrações ajustadas, a suspensão foi pulverizada, por meio do aparelho DeVilbiss acoplado a uma bomba de vácuo e pressão de 1 atm. A aplicação foi direcionada preferencialmente na região abaxial das folhas, local onde está concentrado o maior número de estômatos. As plantas de capim-limão foram inoculadas aos 40 dias de ciclo.

Após a inoculação, as laterais móveis da casa de vegetação foram mantidas abaixadas durante 15 dias e os aspersores, instalados abaixo da bancada, ligados 30 min/dia. Assim, foi possível manter a umidade relativa média de 82% e a temperatura média a 31 °C por 15 dias, favorecendo o desenvolvimento do patógeno.

### **3.3. Avaliação do preparado homeopático *Silicea*, extrato de cavalinha e silicato de potássio em diferentes concentrações no crescimento micelial e esporulação de *Curvularia andropogonis***

O experimento foi conduzido, por duas vezes, em condições de laboratório, na UFVJM/Diamantina, MG, no Departamento de Fitopatologia, em Diamantina, Minas Gerais, de junho a agosto de 2013.

### **3.3.1. Isolamento de *C. andropogonis***

O fungo *C. andropogonis* foi isolado como descrito em 3.2.1. Após o período de incubação de 48 h a 23 °C e em 12 h de luz e 12 h de escuro; discos de 5 mm de diâmetro foram retirados dos bordos das colônias e, posteriormente, transferidos ao meio de BDA contido em placas de Petri. A manutenção dos isolados foi realizada pelo armazenamento das placas a 23 °C.

Após 20 dias de isolamento, *C. andropogonis* começou a perder virulência. O termo virulência designa a qualidade de virulento (maligno). O caráter nocivo e patogênico determina a sua virulência (AMORIM *et al.* 2011). Assim, foi necessário isolá-lo novamente do tecido de capim-limão com sintomas da queima foliar antes da reprodução do experimento.

### **3.3.2. Avaliação do crescimento micelial e esporulação de *Curvularia andropogoni***

#### **- Crescimento micelial**

Foram avaliados os seguintes tratamentos: 1) *Silicea* 12CH; 2) *Silicea* 30CH; 3) extrato de cavalinha (1:5); 4) extrato de cavalinha (1:10); 5) silicato de potássio (0,5%); 6) silicato de potássio (1%); e 7) testemunha (placas contendo somente BDA). O meio BDA fundente (aproximadamente 45 °C) foi vertido em cinco placas de Petri, adicionando-se os respectivos tratamentos. Após a solidificação, foi transferido um disco de micélio de *Curvularia andropogonis* de 5,0 mm de diâmetro. O disco foi obtido de colônias com sete dias de idade crescidas em meio de BDA. Individualmente, esses discos foram transferidos ao centro de cada placa, de cada tratamento. A incubação foi realizada em ambiente com fotoperíodo de 12 h de luz e 12 h de escuro e temperatura de 23 °C, no máximo por 10 dias.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e cinco repetições (placas).

As medições de crescimento micelial foram iniciadas aos três dias de incubação. No intervalo de dois dias, foi medido com régua graduada o crescimento radial do micélio. O fundo das placas foi marcado em duas direções opostas perpendicularmente, para que as medições fossem efetuadas sempre numa mesma

direção. As medições de crescimento radial foram finalizadas quando o diâmetro de micélio de duas repetições (placas) de qualquer meio atingiu os bordos da placa.

A avaliação do efeito dos tratamentos sobre *C. andropogonis* foi realizada por meio da determinação da área abaixo da curva do crescimento micelial (AACCM), obtida por meio da fórmula:  $AACCM = \sum((y_i + y_{i+1})/2 \cdot dt_i)$ , em que  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas e  $dt_i$ , o intervalo entre as avaliações, após sete dias de incubação (EDGINGTON *et al.*, 1971).

#### **- Esporulação**

A produção de conídios foi avaliada logo após a finalização das medições de crescimento radial. Cada placa recebeu 10 mL de água destilada estéril, e os conídios foram desalojados com o auxílio de um pincel de cerdas macias. A suspensão de esporos foi filtrada através de quatro camadas de gaze e o número de conídios, determinado por meio de contagem em hemacitômetro (câmara de Neubauer).

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, em que uma placa constituiu uma repetição. O experimento foi repetido duas vezes.

### **3.4. Avaliação dos preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na acumulação da matéria fresca e seca das folhas e raízes de plantas de capim-limão e acúmulo de silício na matéria seca**

Esta etapa foi realizada após a finalização do subitem 3.2. Os dados desta etapa, juntamente com os referentes à análise de silício (%) presente na matéria das folhas secas, foram a base de discussão dos resultados obtidos nesse subitem.

A produção de matéria fresca foliar e radicular foi obtida, por meio de pesagem em balança de precisão, após o término das avaliações da severidade da queima foliar nas plantas de capim-limão. Assim, as folhas foram cortadas a 15 cm do solo (VIEIRA *et al.*, 2006), pesadas e acondicionadas em saco de papel e, posteriormente, depositadas em estufa de circulação forçada a 50 °C até atingirem peso constante. Posteriormente, foi avaliado o peso das folhas e raízes secas dos tratamentos, por meio de balança de precisão.

A análise da porcentagem de silício presente na matéria das folhas secas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Korndörfer *et al.* (2004).

### **3.5. Análise estatística**

Estimaram-se os valores de severidade da queima foliar em capim-limão na metade da epidemia, severidade média ( $Y_{50}$ ); e a severidade ao final da epidemia, severidade máxima ( $Y_{máx}$ ). Com os dados de severidade, estimados semanalmente, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) (SHANER; FINNEY, 1977).

Com os dados avaliados diariamente do crescimento micelial de *C. andropogonis*, calculou-se a área abaixo da curva do crescimento micelial (AACCM).

Os dados de esporulação foram obtidos após três leituras/tratamento em cinco campos em câmara de Newbauer.

Os dados de  $Y_{50}$ ,  $Y_{máx}$ , AACPD, AACCM e esporulação foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste Fisher (LSD) a 5% de probabilidade (DRAPER; SMITH, 1998). Devido à heterogeneidade de variâncias, os dados de AACPD, referentes ao subitem 3.2, foram transformados em log 10. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa SAS versão 9.1 (SAS Institute, NC, Estados Unidos).

Os dados de matérias fresca e seca de folha e raiz foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha e silicato de potássio e calda bordalesa na severidade da queima foliar em plantas de capim-limão infectadas por *Curvularia andropogonis*

Nos tratamentos onde foi aplicado o extrato de cavalinha e o silicato de potássio, a epidemia foi menos intensa, com severidade final média de 23,98%. Maior severidade final de queima foliar foi registrada no tratamento calda bordalesa (40,64%) (Figura 2).

O tratamento silicato de potássio resultou em menor severidade (5,16%) aos 59 dias ( $Y_{50}$ ) após o transplântio, comparado ao tratamento *Silicea*12CH aplicado via solo (12,03%), porém não reduziu a severidade aos 87 dias ( $Y_{máx}$ ), em comparação com a testemunha (Tabela 1). Os demais tratamentos quanto a  $Y_{50}$  e  $Y_{máx}$  não diferiram estatisticamente entre si. Na variável AACPD, os tratamentos silicato de potássio (365,85), extrato de cavalinha (365,85) e *Silicea* 12CH aplicados via aérea (462,16) demonstraram efeito significativo, em comparação com a testemunha (704,54). Os demais tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 1). O extrato de cavalinha (*Equisetum arvense*), o silicato de potássio e a *Silicea* 12CH (via aérea) demonstraram efeitos no manejo da doença.

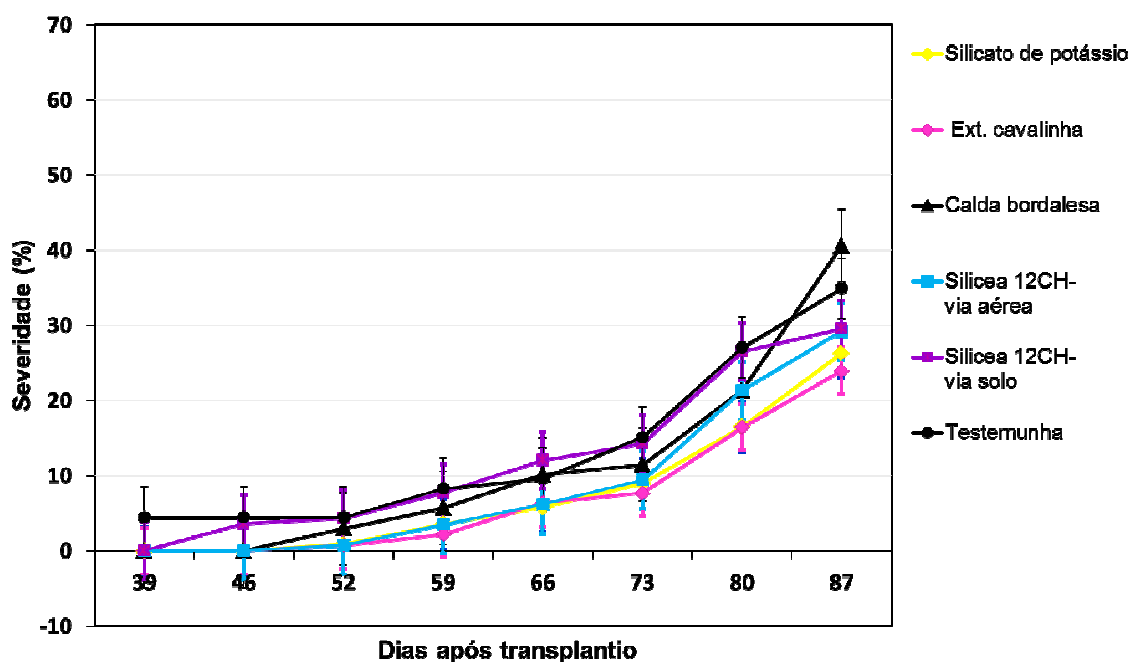


Figura 2 – Progresso da queima foliar (*Curvularia andropogonis*) em plantas de capim-limão tratadas com silicato de potássio, extrato de cavalinha, calda bordalesa, *Silicea* 12CH (via aérea), *Silicea* 12CH (via solo) e testemunha. As barras verticais representam o erro-padrão.

Tabela 1 – Severidade da queima foliar aos 59 ( $Y_{50}$ ) e 87 dias ( $Y_{máx}$ ) após o transplântio e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) em capim-limão tratada com silicato de potássio, extrato de cavalinha, calda bordalesa, *Silicea* 12CH (via aérea), *Silicea* 12CH (via solo) e testemunha

Tratamentos	$Y_{50}$	$Y_{máx}$	*AACPD
Silicato de potássio	5,16 <b>b</b>	23,98 <b>a</b>	365,85 <b>c</b>
Extrato de cavalinha	6,38 <b>ab</b>	23,98 <b>a</b>	365,78 <b>c</b>
Calda bordalesa	10,13 <b>ab</b>	40,64 <b>a</b>	555,97 <b>abc</b>
<i>Silicea</i> CH12-aérea	6,15 <b>ab</b>	29,21 <b>a</b>	462,16 <b>bc</b>
<i>Silicea</i> CH12- solo	12,03 <b>a</b>	29,55 <b>a</b>	651,78 <b>ab</b>
Testemunha	9,19 <b>ab</b>	35,67 <b>a</b>	704,54 <b>a</b>
Média geral	8,17	30,51	517,68

\* AACPD =  $\sum [((y1 + y2)/2) * (t2 - t1)]$ , em que  $y1$  e  $y2$  são duas avaliações consecutivas, realizadas nos tempos  $t1$  e  $t2$ , respectivamente.

#### 4.2. Avaliação de preparados homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na severidade da queima foliar em plantas de capim-limão infectadas por *Curvularia andropogonis*

Nas plantas em que foi aplicada a *Silicea* 12CH (via solo), as epidemias de queima foliar foram de intensidade intermediária entre as observadas nas testemunhas e plantas tratadas com extrato de cavalinha e com o silicato de potássio (Figura 3). Maior severidade foi registrada nas testemunhas. Apesar de os valores de severidade ao final da epidemia do tratamento *Silicea* 12CH (via solo) não diferirem dos demais tratamentos, houve menor desenvolvimento da doença até os 93 dias após o transplante, resultando em atraso na epidemia (Figura 3).

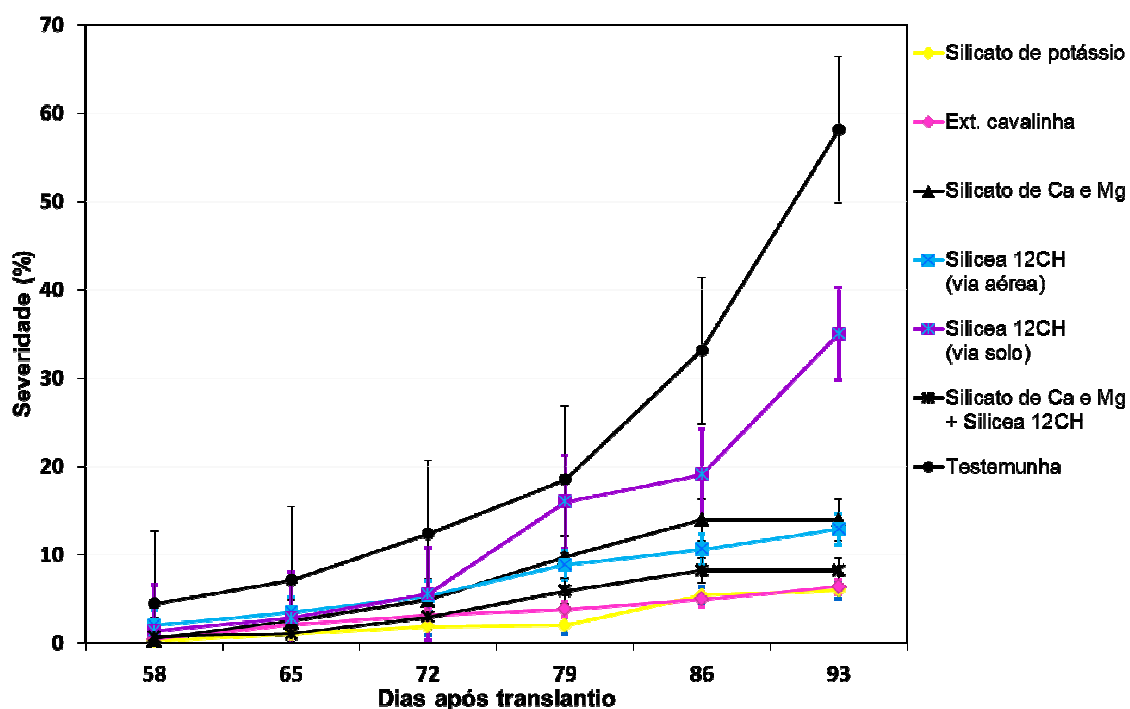


Figura 3 – Progresso da queima foliar (*Curvularia andropogonis*) em plantas de capim-limão tratadas com silicato de potássio, extrato de cavalinha, silicato de Ca e Mg, *Silicea* 12CH (via aérea), *Silicea* 12CH (via solo), silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo e testemunha. As barras verticais representam o erro-padrão.

Comparando os tratamentos quanto à  $Y_{50}$ , houve diferença significativa entre a testemunha (12,38) e os tratamentos silicato de potássio (1,88), extrato de cavalinha (3,10), silicato de Ca e Mg (4,90) e silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12 CH (via solo) (2,90). Quanto à severidade máxima ( $Y_{Max}$ ), todos os tratamentos diferiram da testemunha, que resultou maior severidade (58,13%) aos 68 dias após o transplântio (Tabela 2).

Com base na variável AACPD, houve diferença entre o tratamento testemunha (2,88) e os demais tratamentos, exceto da *Silicea* 12CH aplicada via solo (2,58). Apenas os tratamentos silicato de potássio (1,97), silicato de Ca e Mg (2,43) e o extrato de cavalinha (2,08) diferiram significativamente do tratamento *Silicea* 12CH aplicado via solo (2,58), quanto à variável AACPD (Tabela 2). Os tratamentos extrato de cavalinha (*Equisetum arvense*) e o silicato de potássio demonstraram maior efeito no manejo da queima foliar em plantas de capim-limão.

Tabela 2 – Severidade da queima foliar (*Curvularia andropogonis*) aos 72 ( $Y_{50}$ ) e 93 dias ( $Y_{máx}$ ) após o transplântio e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), em plantas de capim-limão tratadas com silicato de potássio, extrato de cavalinha, silicato de Ca e Mg, *Silicea* 12CH (via aérea), *Silicea* 12CH (via solo), silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo e testemunha

<b>Tratamentos</b>	<b>*<math>Y_{50}</math></b>	<b>*<math>Y_{máx}</math></b>	<b>**AACPD</b>
Silicato de potássio	1,88 <b>a</b>	6,00 <b>a</b>	1,97 <b>a</b>
Extrato de cavalinha	3,10 <b>a</b>	6,35 <b>a</b>	2,08 <b>ab</b>
Silicato de Ca e Mg	4,90 <b>a</b>	13,90 <b>a</b>	2,43 <b>b</b>
<i>Silicea</i> 12CH - aérea	5,30 <b>b</b>	12,90 <b>a</b>	2,40 <b>abc</b>
<i>Silicea</i> 12CH - solo	5,55 <b>b</b>	21,10 <b>a</b>	2,58 <b>cd</b>
Silicato de Ca e Mg + <i>Silicea</i> 12CH	2,90 <b>a</b>	8,20 <b>a</b>	2,20 <b>abc</b>
Testemunha	12,38 <b>b</b>	58,13 <b>b</b>	2,88 <b>d</b>
Média geral	5,14	18,08	2,36

\*Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Fisher LSD (P = 0,05).

\*\* Valores de AACPD transformados com  $\log_{10}$ .

### **4.3. Avaliação do preparado homeopático *Silicea*, extrato de cavalinha, silicato de potássio em diferentes concentrações no crescimento micelial e esporulação de *Curvularia* sp**

#### **Crescimento micelial**

Após 12 dias de incubação, o isolado de *Curvularia* sp. já havia atingido o máximo crescimento radial e maior AACCM no tratamento extrato de cavalinha (1:10). Valores intermediários foram obtidos nos tratamentos *Silicea* 12CH, *Silicea* 30CH, silicato de potássio (5%) e testemunha e menores valores de crescimento micelial nos tratamentos extrato de cavalinha (1:5) e silicato de potássio (1%) (Figura 4 e Tabela 3).

Baseado na média obtida entre as cinco repetições/tratamento, pelo teste de Fisher-LSD a 5% de probabilidade, a área abaixo da curva do crescimento micelial (AACCM) nos tratamentos 3 e 6 (extrato de cavalinha 1:5 e silicato de potássio 1%, respectivamente) foram as menores e diferiram de todos os tratamentos, mas não entre si. A AACCM foi maior nos tratamentos 4 e 2 (extrato de cavalinha 1:10 e *Silicea* 30CH, respectivamente), porém o tratamento 4 diferiu de todos os tratamentos e o tratamento 2 não diferiu do tratamento 7 (testemunha: apenas meio BDA) (Tabela 3). Os demais tratamentos não diferiram entre si.

#### **Esporulação**

Após 12 dias de inoculação, a esporulação de *Curvularia andropogonis* nos meios com os respectivos tratamentos foi quantificada.

A esporulação do isolado *C. andropogonis* foi maior no tratamento silicato de potássio (1%), intermediária no extrato de cavalinha (1:5), extrato de cavalinha (1:10) e *Silicea* 30CH e baixa esporulação nos meios com *Silicea* 12CH, silicato de potássio (0,5%) e testemunha (Figura 5). Com base na média de esporulação entre os tratamentos, foi verificado que o tratamento silicato de potássio (1%) estimulou a produção de conídios, diferindo dos demais tratamentos pelo teste de LSD a 5% de probabilidade. Os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 7 não diferiram entre si (Figura 5).

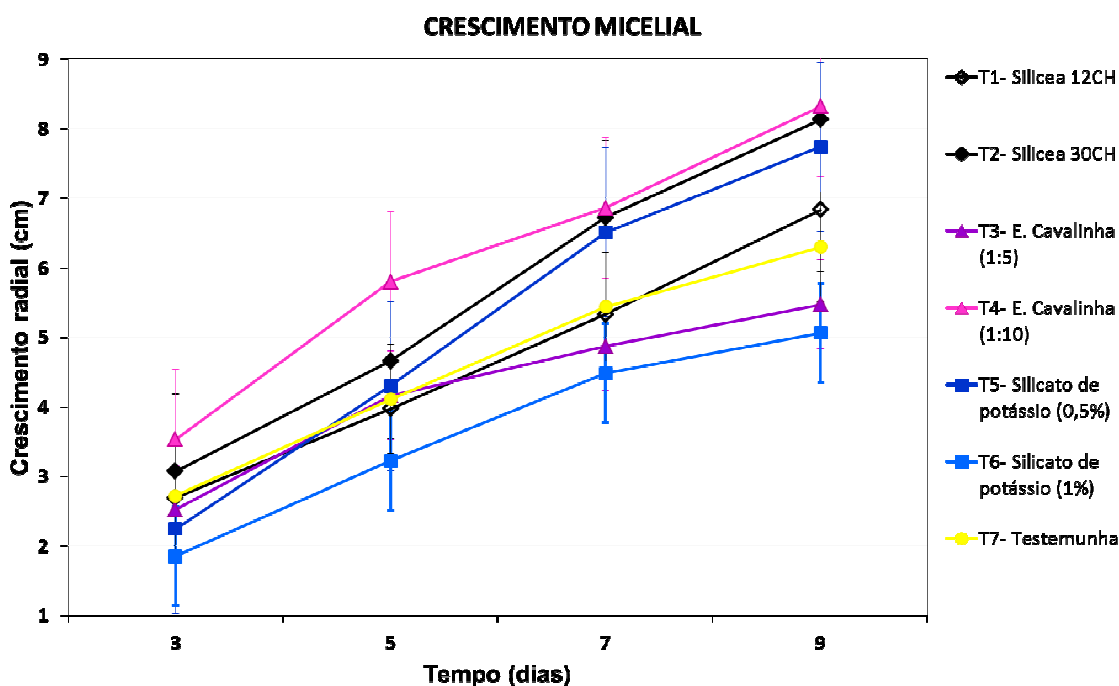


Figura 4 – Crescimento micelial de *Curvularia andropogonis* em meio BDA com os tratamentos: T1- *Silicea* 12CH, T2- *Silicea* 30CH, T3- extrato de cavalinha (1:5), T4- extrato de cavalinha (1:10), T5- silicato de potássio (0,5%), T6- silicato de potássio (1%) e T7- testemunha. As barras verticais representam o erro-padrão.

Tabela 3 – Área abaixo da curva do crescimento micelial de *Curvularia andropogonis* em meios com tratamentos: *Silicea* 12CH, *Silicea* 30CH, extrato de cavalinha (1:5), extrato de cavalinha (1:10), silicato de potássio (0,5%), silicato de potássio (1%) e testemunha. Viçosa, MG, 2013

Tratamentos	*AACCM
1- <i>Silicea</i> 12CH	32,2 <b>bc</b>
2- <i>Silicea</i> 30CH	38,6 <b>ab</b>
3- Extrato de cavalinha (1:5)	29,8 <b>cd</b>
4- Extrato de cavalinha (1:10)	42,5 <b>a</b>
5- Silicato de potássio (0,5%)	35,0 <b>bc</b>
6- Silicato de potássio (1%)	25,1 <b>d</b>
7- Testemunha	32,1 <b>bc</b>
Média geral	33,6
CV (%)	10,2

\*AACCM foi obtido por meio da fórmula:  $AACCM = \sum((y_i + y_{i+1})/2 \cdot dt_i)$ .

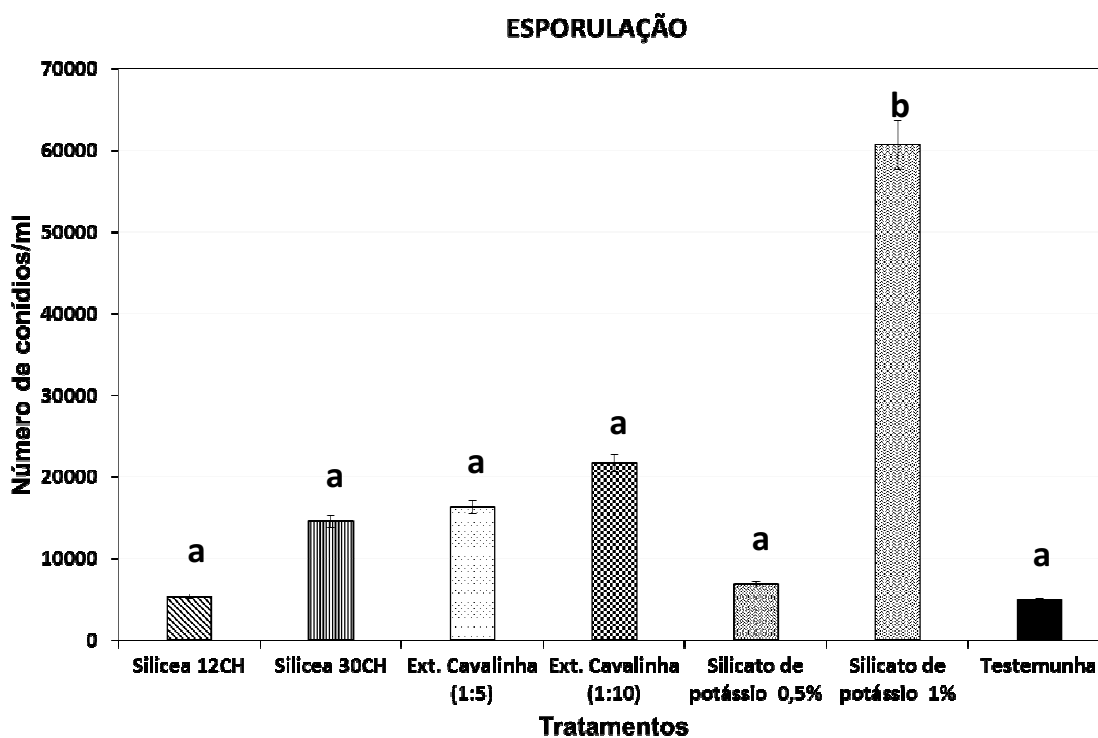


Figura 5 – Produção de conídios de *Curvularia andropogonis* em meio BDA com os tratamentos: *Silicea* 12CH, *Silicea* 30CH, extrato de cavalinha (1:5), extrato de cavalinha (1:10), silicato de potássio (0,5%), silicato de potássio (1%) e testemunha. Barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

#### 4.4. Avaliação dos tratamentos homeopáticos, extrato de cavalinha, silicato de potássio e do silicato de cálcio e magnésio na acumulação da matéria fresca e seca das folhas e raízes e no acúmulo de silício na matéria seca das folhas

##### 4.4.1. Peso das folhas frescas

Os valores desta variável variaram de 9,6 a 14,6 g, em que o máximo valor dos tratamentos 3 e 6 (silicato de Ca e Mg e silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo, respectivamente) diferiu significativamente, pelo teste LSD a 5% de probabilidade, dos demais tratamentos, 1, 2, 4, 5 e 7 (Tabela 4 e Figura 5A). Os tratamentos silicato de Ca e Mg e silicato de Ca e Mg acrescido da *Silicea* 12CH não diferiram entre si.

#### **4.4.2. Peso das folhas secas**

Os valores desta variável variaram de 2,8 a 4,8 g, e o máximo valor dos tratamentos 3 e 6 (silicato de Ca e Mg e silicato de Ca e Mg acrescido de *Silicea* 12CH via solo, respectivamente) diferiu significativamente, pelo teste LSD a 5% de probabilidade, dos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 7, demonstrando efeito semelhante entre si (silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo) (Tabela 4).

#### **4.4.3. Peso da raiz fresca**

Os valores desta variável variaram de 11,5 a 33,3 g, em que o máximo valor obtido no tratamento 6 (silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo) diferiu significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste LSD, dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 7, que foram significativamente inferiores ao tratamento 6, conforme mostrado na Tabela 4.

#### **4.4.4. Peso da raiz seca**

Os valores desta variável variaram de 7,0 a 20,8 g, ressaltando-se que o máximo valor obtido no tratamento 6 (silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo) diferiu significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste LSD, dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5 e 7 que foram significativamente inferiores ao tratamento 6 (Tabela 4).

#### **4.4.5. Acúmulo de silício na matéria das folhas secas**

Os valores obtidos nesta variável variaram de 0,75 a 1,28, e o máximo valor (silicato de Ca e Mg) diferiu significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste LSD, de todos os tratamentos, exceto do *Silicea* 12CH aplicado via solo, que diferiu do mínimo valor (silicato de potássio) (Tabela 5).

Tabela 4 – Valores médios do peso de matéria seca da folha (g) e peso de matéria seca e fresca das raízes de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) tratado com silicato de potássio; extrato de cavalinha; silicato de Ca e Mg; *Silicea* 12CH- aérea; *Silicea* 12CH- solo; silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH- via solo; e testemunha. Viçosa, MG, 2012/2013

Tratamentos	*Variáveis			
	Peso folha fresca	Peso folha seca	Peso raiz fresca	Peso raiz seca
1- Silicato de potássio	12,0 a	3,5 a	20,3 a	12,0 a
2- Extrato de cavalinha	10,0 a	2,8 a	13,2 a	7,2 a
3- Silicato de Ca e Mg	14,6 b	4,8 b	14,6 a	9,6 a
4- <i>Silicea</i> 12CH- aérea	10,3 a	2,8 a	19,3 a	11,5 a
5- <i>Silicea</i> 12CH- solo	9,6 a	2,8 a	19,8 a	12,4 a
6- Silicato+ <i>Silicea</i> 12CH- solo	14,4 b	4,6 b	33,3 b	20,8 b
7- Testemunha	10,3 a	2,8 a	11,5 a	7,0 a
Média geral	11,7	3,5	18,6	11,3
CV %	23,7	25,8	37,4	45,2

\*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de LSD a 5% de probabilidade.

Tabela 5 – Teor de silício na matéria seca das folhas de plantas de capim-limão colhidas no final do experimento, nos tratamentos de silicato de potássio; extrato de cavalinha; silicato de Ca e Mg; *Silicea* 12CH (via aérea); *Silicea* 12CH (via solo); silicato de Ca e Mg + *Silicea* 12CH via solo; e testemunha. Viçosa, MG, 2012/2013

Tratamentos	*Silício foliar (%)
Silicato de potássio	0,75 a
Extrato de cavalinha	0,98 ab
Silicato de Ca e Mg	1,28 c
<i>Silicea</i> 12CH - aérea	0,85 ab
<i>Silicea</i> 12CH - solo	1,07 bc
Silicato + <i>Silicea</i> 12CH	0,97 ab
Testemunha	0,89 ab
Média geral	0,97
CV %	20,26

\*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Fisher-LSD a 5% de probabilidade.

## 5. DISCUSSÃO

Dos produtos alternativos avaliados neste trabalho sobre o controle da queima foliar em capim-limão, o extrato de cavalinha e o silicato de potássio foram os mais promissores, pois reduziram a intensidade da doença ao longo do ciclo da cultura. No Brasil, ainda não estão disponíveis dados publicados sobre a intensidade da queima foliar causada por *Curvularia andropogonis* em cultivos orgânicos de capim-limão. Apesar do relato de ocorrência da enfermidade em cultivos desse capim por pesquisadores da Universidade Federal de Viçosa há 11 anos, não foi encontrado resultado de trabalho visando ao controle desse patógeno até o momento.

Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais são práticas utilizadas na agricultura orgânica com potencial para o controle de fitopatógenos. Em sistemas alternativos ocorrem estímulos ao desenvolvimento de microflora antagonista, o que pode afetar a germinação de esporos (WANG *et al.*, 2000). Os extratos podem ter ação fungitóxica direta, inibindo o crescimento micelial, inibindo a germinação de esporos, induzindo fitoalexinas e indicando a presença de compostos com efeitos elicitores. O extrato de cavalinha empregado neste trabalho possui alta quantidade de sílica amorfa na constituição das paredes celulares (HOLZHUTER *et al.*, 2003; BERTALOT *et al.*, 2010). Após a infusão da planta em água por 1 h visando à liberação da sílica na solução, o extrato diluído foi aspergido nas folhas de capim-limão. A alta concentração de sílica no extrato (cerca de 125,65 mg L<sup>-1</sup>) foi obtida no trabalho de Bertalot *et al.* (2010), a qual pode atuar como barreira mecânica formada após a aspersão do extrato sobre as folhas, impedindo ou dificultando a penetração

do patógeno no hospedeiro. Efeito semelhante foi observado em folhas de jambu (*Spilanthes oleraceae* L.) por Bertalot *et al.* (2010), os quais, ao estudarem o efeito de produtos biodinâmicos provenientes de quartzo moído (preparado 501) em mistura na água, verificaram diminuição da severidade e incidência da flor preta nessa planta. Esse efeito aumentou também o teor de matéria seca das plantas, embora o teor de silício neste tratamento fosse mediano. Segundo esses autores, pode haver outro fator nesse tratamento que tenha favorecido a sanidade das plantas de jambu. No mesmo trabalho, extratos provenientes de *Equisetum giganteum*, *E. hyemale* e *E. arvense* demonstraram efeito no controle de *Alternaria* sp. e *Tecaphora spilanthos* em jambu, apresentando o extrato de cavalinha (*E. giganteum*) e o preparado 501 os melhores resultados. Francisco e May de Mio (1998) avaliaram a ação do preparado de *Equisetum* sp. em plantas de pepino infectadas por oídio (*Sphaerotheca fuliginia*), que também demonstrou eficiência no controle desse patógeno. Além desse trabalho, Grisa (2003) avaliou o efeito do extrato de cavalinha na severidade da requeima em tomateiro, observando redução de até 10 vezes no progresso da doença com relação à testemunha.

Apesar de já serem identificados diversos componentes fitoquímicos no caule estéril de *E. arvense*, incluindo minerais como o ácido salicílico e silicatos, enxofre, manganês, magnésio; flavanoides, glicosídeos, ácidos fenólicos, taninos, triterpenos, alcaloides, saponinas, fitoesteróis, entre outros (MIMICA-DUKIC *et al.*, 2008; SANDHU *et al.*, 2010), há poucas informações sobre sua atividade no controle de fitopatógenos. A maioria dos trabalhos relata a atividade bactericida dessa espécie. Radulovic *et al.* (2006), analisando a ação da cavalinha em cepas de *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*, além de outros microrganismos, como *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella enteritidis* e *Aspergillus niger*, verificaram que houve atividade antimicrobiana superior ou similar aos antibióticos convencionais ampicilina e doxiciclina, respectivamente. Milovanovic *et al.* (2007) também constataram que em *C. albicans* os efeitos da cavalinha foram superiores aos da nistatina. Dessa forma, comprovam, juntamente com este estudo, que o uso de substâncias naturais provenientes de extrato de cavalinha contribuem como forma alternativa no controle de microrganismos. Conforme Pattnaik *et al.* (1997) e Tepe *et al.* (2004), essa capacidade biológica do vegetal pode ser atribuída ao componente majoritário timol, monoterpene fenólico. Benini *et al.* (2010) avaliaram o efeito antimicrobiano do extrato bruto aquoso (EBA)

de *Ocimum gratissimum*, planta medicinal que contém em seu óleo essencial: eugenol (30-66%) e timol (31%) (VIEIRA; SIMOES, 2000). Observaram que o EBA aplicado a 5% inibiu totalmente o crescimento micelial de *Alternaria solani* e *Sclerotium rolfsii*. Aquino *et al.* (2012) constataram efeito fungicida significativo do óleo essencial de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides Cham.*), que contém cerca de 60% de timol ou uma mistura de timol mais carvacrol (MATOS *et al.*, 1988), no desenvolvimento de *Colletotrichum gloeosporioides* em frutos de maracujazeiro-amarelo. Silva *et al.* (2013) também relataram o efeito do óleo essencial de *L. sidoides* na inibição do crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*, reconhecendo o timol como componente antimicrobiano com propriedade antifúngica.

O extrato de cavalinha diluído (1:5/v:v), concentração utilizada no manejo de *C. andropogonis* em casa de vegetação, reduziu o crescimento micelial de *C. andropogonis* em condição *in vitro*. Diante dos resultados satisfatórios deste trabalho com a aplicação do extrato de cavalinha, é possível perceber que o potencial que essa planta medicinal tem no controle de *C. andropogonis* seja devido à presença de sílica na sua constituição quanto aos componentes químicos como o timol, que atuou na redução do crescimento micelial do patógeno.

O crescimento micelial e a esporulação do patógeno também foram afetados diretamente pelo silicato de potássio (0,5 e 1%). O silicato de potássio nessas concentrações inibiu o crescimento micelial, porém a 1% favoreceu a esporulação de *Curvularia andropogonis*, que respondeu ao estresse promovido pelo contato direto com as condições do meio. Resultados similares quanto à estimulação de esporulação foram observados em *Alternaria dauci* e *Alternaria solani*, espécies consideradas difíceis de esporular em meio de cultura. Pulz e Massola JR. (2008) verificaram a influência de alguns meios de cultura e fatores físicos sobre o crescimento micelial e a esporulação dessas espécies. Entre os tratamentos avaliados, o meio V8-ágar, a temperatura de 25 °C, a luz NUV e a raspagem das colônias exerceram influência mais marcante no crescimento e esporulação. Observou também que períodos de escuro maiores que os de luz, aplicados após a injúria da colônia, favorecem a esporulação. Já em ensaios *in vitro* também observaram redução no crescimento micelial de *P. longisetula* em meios contendo silicato de potássio (Fertisil), na dose de 30 g L<sup>-1</sup>.

Apesar de o silicato de potássio (1%) ter estimulado a esporulação do patógeno em teste *in vitro*, em condições de casa de vegetação foi destaque entre os

tratamentos mais eficazes no controle da queima foliar do capim-limão. Tal resposta pode ser atribuída às condições adversas de clima sobre o patógeno, como intensidade luminosa, temperatura e umidade relativa do ar, presença de tricomas nas folhas e ausência de filme de água para germinação do esporo, dificultando seu desenvolvimento, além da barreira mecânica de sílica depositada na epiderme das folhas oriunda da aplicação da calda de silicato de potássio (1%) sobre as folhas. Já a redução do crescimento micelial pode ter sido causada pelos constituintes minerais do silicato de potássio ( $K_2O$  e Si) e pela alteração do pH do meio.

A aplicação foliar de silicato de potássio em pepino, melão e abóbora, nas concentrações de até 17 mM (1.000 ppm de Si), trouxe resultados positivos, pois foi efetiva em reduzir o número de colônias de míldio pulverulento nas folhas (MENZIES *et al.*, 1992). Em abobrinha de moita, Ramos *et al.* (2013) relataram o controle do oídio com o silicato de potássio ( $2 L/ha^{-1}$ ). Bowen *et al.* (1992) também relataram que a aplicação de silicato de potássio no solo na dose de 17 mM de Si não reduziu o número de colônias de míldio pulverulento em folhas de videira, mas a pulverização das folhas com silicato, na mesma dose, reduziu em mais de 60% o número de colônias de míldio pulverulento. Esses autores explicaram que a redução da severidade da doença foi causada, em parte, pela barreira física formada pela polimerização da sílica na superfície foliar, impedindo a penetração e futuro desenvolvimento do patógeno; e também pelo movimento lateral do silício e pela sua deposição dentro da folha, impedindo a germinação e penetração do patógeno.

O silicato de Ca e Mg proveniente de escórias de siderurgia (indústria de aço e ferro) tem na sua composição neutralizantes, especialmente cálcio e magnésio, silício e metais não prejudiciais ao solo e às plantas (PIAU, 1995; WINSTOW, 1992). Incluso como micronutriente benéfico às plantas, pode-se confirmar seu efeito em plantas de capim-limão, erva medicinal também acumuladora de silício. Fato confirmado ao averiguar porcentagem significativa de silício na matéria das folhas secas de plantas desse capim tratadas com silicato de Ca e Mg. O silicato de Ca e Mg aplicado em capim-limão reduziu a severidade da doença e aumentou a matéria das folhas frescas e secas. O efeito de redução da severidade pode ser explicado, em parte, pela deposição do silício (Si) abaixo das células da epiderme, conferindo maior resistência à penetração do patógeno. Domiciano *et al.* (2010) também observaram o efeito do Si em aumentar a resistência da folha-bandeira de plantas de trigo à infecção por *Bipolaris sorokiniana* pela deposição da sílica. Van Huystee e Esnaut

(1992) descreveram que existe uma possível relação entre o cálcio, elemento que constitui o silicato de Ca e Mg, e o aumento na atividade de peroxidases (PODs), uma vez que esse elemento mineral faz parte da estrutura das (PODs).

É importante observar que o silicato de Ca e Mg não promoveu aumento da matéria fresca e seca de raiz como observado no tratamento silicato de Ca e Mg acrescido de *Silicea* 12CH. Resultado semelhante seria observado em ambos os tratamentos, caso a *Silicea* 12CH não exibisse efeito. O cálcio, entre outras funções, tem atuação na divisão e expansão celular (destacando crescimento radicular), formação e funcionamento de parede celular, ativação e, ou, estímulos de diversas enzimas e proteínas e como mensageiro secundário em várias respostas das plantas a sinais ambientais e hormonais (TAIZ; ZEIGER, 2004; PARRA *et al.*, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2009). De acordo com os resultados de algumas pesquisas, não se pode afirmar se o silício afeta ou não o sistema radicular de plantas e quais seriam as causas dessa redução (VILELA *et al.*, 2013). Assim, o preparado homeopático *Silicea* demonstrou interação com os elementos Ca e Mg, conferindo acúmulo da matéria fresca e seca de raiz.

Kolisko e Kolisko (1999) especularam, após ensaios com várias espécies e centenas de preparados homeopáticos (sais minerais e plantas), que há sempre alguma força que ativa toda a matéria. Essa força flui e é captada pelos preparados homeopáticos que, acima da dinamização 12, superam a constante de Avogrado. De certa forma, essa força atuou no tratamento de *Silicea* 12CH aplicado via solo acrescido de silicato de Ca e Mg, por promover aumento significativo da matéria fresca e seca de raiz, em comparação com os demais tratamentos. Resultados com picos de máximo e mínimo foram observados por Kolisko e Kolisko ao experimentarem potências 1D a 60D em trigo. Observaram padrões de curvas similares às ondas eletromagnéticas com picos de máximo e de mínimo. Resultados semelhantes foram observados por Armond (2007) e Almeida (2002), que estudaram o efeito de preparados homeopáticos quanto à fenologia das plantas. Sete tipos de preparados em diversas potências foram aplicados à planta jambu (*Acmella oleraceae*), visando avaliar seu efeito no desenvolvimento da massa fresca e seca e na produção de capítulos. Entre os preparados avaliados, a *Silicea* (3CH, 12CH, 5MFC) aumentou a massa fresca e seca de jambu e a produção de capítulos frescos e secos. Já a *Silicea*, quando aplicado na potência de 30CH, reduziu a massa dos capítulos florais (ARMOND, 2007). Foram avaliados também alguns preparados em

manjeriço (*Ocimum basilicum*), e a *Silicea*, entre outros tratamentos na potência de 30CH, promoveu aumento de 40% na massa das inflorescências frescas (ALMEIDA, 2002).

É importante ressaltar que, segundo o Organon, curar não é suprimir sintomas. Curar é equilibrar, e cura é reequilíbrio. De acordo com o que foi observado referente ao tratamento *Silicea* 12CH aplicado via aérea, neste trabalho houve redução no sintoma da queima foliar do capim-limão, porém não houve incremento de teor de silício na matéria das folhas secas. Assim, a doença foi suprida não por causa da barreira mecânica, mas devido a fatores no metabolismo da planta, sendo a indução de resistência principal indicação. Esse efeito foi observado por Meinerz *et al.* (2010), ao estudarem a ação de diversos preparados homeopáticos: *Propolis*, *Ferrum sulphuricum* e *Sulphur* nas potências 6, 12, 30 e 60 CH, na indução de resistência em tomateiro contra *Alternaria solani*. Os resultados indicaram a ação desses preparados no aumento da atividade de peroxidase. Carneiro *et al.* (2010), avaliando o efeito de preparados homeopáticos sobre o desenvolvimento de *A. solani* em experimentos em casa de vegetação, verificaram que as potências 27CH e 28CH mostraram diferença significativa com uma média de controle de doença de 57% e 62%, respectivamente.

A *Silicea* possui ação no metabolismo primário das plantas e vem demonstrando efeito no metabolismo secundário.

Com relação ao crescimento micelial e à esporulação, não houve diferença significativa nas variáveis quanto ao preparado homeopático *Silicea* nas potências 12CH e 30CH, confirmando a teoria de Andrade (2000) de que a resposta ao aumento das potências em plantas não implica aumento das reações, como visto em seres humanos. Isso foi reforçado por Bonato (2004), que também verificou que potências crescentes não promovem respostas fisiológicas progressivas. De acordo com Bonato (2004), quando se aumenta a potência de um preparado, a frequência de onda permanece fixa. E o que muda é a amplitude da onda.

Essa resposta ainda confirma a teoria de que os preparados homeopáticos promovem reações nos organismos, por meio da autorregulação (força vital), pois no experimento em questão a preparação homeopática adicionada a meios de cultura não atuaria diretamente na força vital do organismo e, sim, ao meio inerte, morto, dificultando ou impossibilitando a ação da informação veiculada pelo preparado até o objeto-alvo, *Curvularia andropogonis*, que estaria apenas retirando nutrientes do

meio necessário ao seu desenvolvimento, o que pode ser observado ao analisar semelhança entre os tratamentos *Silicea* 12CH e 30CH ao tratamento testemunha, placa contendo apenas meio BDA (batata dextrose-ágar). Apesar desse resultado, é possível a conexão entre a frequência do preparado homeopático e os osciladores dos organismos desarmonizados desordenados, segundo T Song (1992), o que seria confirmado caso os resultados fossem inferiores aos da testemunha. O preparado homeopático *Silicea* foi estudado no controle de fungos em produtos armazenados. Visando ao controle de *Apergillus parasiticus*, alguns autores estudaram vários preparados na inibição do seu crescimento e produção de aflatoxina. A *Silicea* foi um dos tratamentos que reduziram 50% do crescimento do fungo e 90% da produção de aflatoxina (SINHA; SINGH, 1983). Além de controlarem fungos, produtos homeopáticos têm eficiência no controle de vírus. Em plantas de fumo homeopatizadas, houve redução de 50% na replicação do vírus, como também diminuição dos sintomas do mosaico (VERMA *et al.*, 1969). Os preparados homeopáticos com ação específica sobre o vírus do mosaico de fumo – *Spigelia* 30, *Sulphur* 30 e 200 e *Teucrium* 200 – também atuaram reduzindo a germinação de esporos de *Alternaria alternata*, *Curvularia pallescens* e *Drechslera australiensis* (KUMAR; KUMAR, 1980).

Diante dessas variações de resposta da homeopatia *Silicea*, Casali (1998) afirmou que muitos aspectos da resposta de preparados homeopáticos no comportamento e físico dos vegetais ainda são desconhecidos e dispersos, o que necessita de pesquisas científicas, objetivando elucidar alguns resultados.

Novos ensaios devem ser conduzidos avaliando o efeito do preparado homeopático *Silicea* 12CH isolado e adicionado ao produto agrossilício, porém acrescentado esterco de ave, com a intenção de verificar se o estímulo do sistema radicular permanece ou será afetado por outros fatores, como a condutividade elétrica.

O uso da solução homeopática *Silicea* aplicada neste trabalho apresentou baixo desempenho no controle da queima foliar, havendo necessidade de prospecção abrangente, visando selecionar algum preparado promissor. Epidemias como a requeima em batata não foram controladas com a aplicação de preparado homeopático (VAN BOL *et al.*, 1993) e, segundo Diniz *et al.* (2003), a aplicação do preparado homeopático de planta de tomate doente C30 também não foi eficiente no manejo da requeima. Descrevem que maior severidade da requeima foi observada no

tratamento mistura de água e etanol entre o 31<sup>o</sup> e o 40<sup>o</sup> dia após o transplante das mudas no campo. Resultado similar era esperado no tratamento com o preparado homeopático, por serem a água e o etanol veículos do preparado. No entanto, a intensidade da requeima neste intervalo foi menor. É sabido que preparados homeopáticos em várias potências influenciaram a produção de compostos bioativos e que é possível haver diversidade de resposta da planta ao tratamento (DUARTE, 2003). Assim, estudos de diversos preparados homeopáticos, em várias potências, são necessários, a fim de encontrar algum preparado efetivo no manejo da queima foliar em capim-limão.

O insucesso deste tratamento aplicado via solo no controle da queima foliar pode estar relacionado às características do patossistema *C. andropogonis* x *C. citratus*. A agressividade do patógeno, quando as condições estão favoráveis e há alta suscetibilidade do hospedeiro aliada à condição de ambiente favorável à epidemia, o que foi mantido no decorrer do experimento, dificulta, sobremaneira, o controle da doença com o preparado homeopático. Uma das possíveis formas pelas quais o preparado *Silicea* 12CH aplicado via aérea reduziu a intensidade da doença pode ser a indução de resistência. Esse mecanismo foi observado por Meinerz *et al.* (2010), mediante a ação de diversos preparados homeopáticos: *Propolis*, *Ferrum sulphuricum* e *Sulphur* nas potências 6, 12, 30 e 60 CH na indução de resistência em tomateiro contra *Alternaria solani*. Os resultados indicaram a ação desses preparados no aumento da atividade de peroxidase.

Estudos sobre outras dinamizações do preparado homeopático *Silicea* aplicado via aérea e acrescido ao silicato de Ca e Mg em capim-limão e em outras espécies medicinais são necessários, pois, ao serem pulverizadas com o preparado, demonstraram aumento na porcentagem de silício na matéria das folhas secas, e, quando aplicada via solo acrescido ao silicato de Ca e Mg, apresentou significativo aumento da produção de biomassa do sistema radicular fresco e seco. A aplicação da homeopatia no controle de doenças de plantas é relativamente recente. Trabalhos científicos adicionais, avaliando vários fatores, auxiliarão a elucidar o efeito de preparados homeopáticos no manejo da queima foliar e de outras doenças.

O manejo da queima foliar do capim-limão em sistemas alternativos de produção, nos quais é excluído o uso de agrotóxicos, é de extrema importância por viabilizar a produção de alimentos orgânicos. Em face da restrição no uso da calda bordalesa no cultivo orgânico de plantas medicinais e limitação da disponibilidade de

produtos eficientes no controle da queima foliar, o uso de extrato de cavalinha e do silicato de potássio é forte aliado no manejo dessa doença. Com base nos resultados deste trabalho, o extrato de cavalinha e o silicato de potássio devem ser aplicados de forma preventiva, pois permite que a planta esteja protegida, por meio da deposição de sílica na epiderme das folhas e mudança da microflora antagonista, desfavorecendo a penetração e germinação dos esporos do patógeno. Entretanto, é interessante estudos científicos, objetivando opções alternativas como preparados homeopáticos e elucidar os enigmas da ciência homeopática no manejo de doenças de plantas como a queima foliar em capim-limão.

## 6. CONCLUSÕES

Os extratos de cavalinha e o silicato de potássio foram eficientes no manejo da queima foliar do capim-limão em condições de casa de vegetação.

O silicato de potássio em testes *in vitro* estimulou a produção de conídios e reduziu o crescimento micelial de *Curvularia andropogonis*.

O silicato de Ca e Mg acrescido do preparado homeopático *Silicea* 12CH (via solo) promoveu aumento da biomassa da parte aérea e do sistema radicular fresco e seco do capim-limão.

## 7. REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. **Introductory mycology**. 3. ed. New York: Jhon Wiley & Sons, 1979. 632 p.

ALMEIDA, M. A. Z. **Resposta do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) à aplicação de preparações homeopáticas**. 2002. 112 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

ALVES, M. C. S.; FILHO, S. M.; INNECCO, R.; TORRES, S. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11. p. 1083-1086, 2004.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHOS, A. **Manual de fitopatologia, Princípios e Conceitos**, Agro Ceres, v. 1, 2011.

ANDRADE, M. L. Rendimento de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* D. C. Stapf.) submetidos a diferentes métodos de corte e secagem. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 17, n. 3, p. 131-134, 2005.

ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Homeopatia, agroecologia e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2011.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Farmacopeia Brasileira**, 2011. Disponível em: <[http://anvisa.gov.br/farmacopeia/saiba\\_mais\\_farmacopeia.htm](http://anvisa.gov.br/farmacopeia/saiba_mais_farmacopeia.htm)>. Acesso em: 20 maio 2013.

AQUINO, C. F.; SALES, N. de L. P.; SOARES, E. P. S.; MARTINS, E. R. Ação e caracterização química de óleos essenciais no manejo da antracnose do maracujá. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, 2012.

ARENALES, M. C. Agropecuária orgânica. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 1., 1999, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 54-56, 1999.

ARMOND, C. **Indicadores químicos, crescimento e bioeletrografias de plantas de jambu (*Acmella oleracea* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) e folha-da-fortuna (*Bryophyllum pinnatum* (Lam) Oken) submetidas a tratamentos homeopáticos.** 2007. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ARNDT, U.; FLORES, F.; WEINSTEIN, L. **Efeitos do flúor sobre as plantas.** 1. ed. Porto Alegre, RS: Ed. da Universidade, 1995. 155 p.

ARRUDA, V. M. *et al.* **Homeopatia tri-una na agronomia.** Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2005. 119 p.

BAROLLO, C. R. **Homeopatia:** ciência médica e arte de curar. 1. ed. São Paulo, SP: Robe, 1996. 71 p.

BÉLANGER, R. R.; MENZIES, J. G. Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia, MG. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 42-45, 2003.

BENINI, P. C. *et al.* Efeito in vitro do óleo essencial e extrato aquoso de *Ocimum gratissimum* colhido nas quatro estações do ano sobre fitopatógenos. **Arq. Inst. Biol.**, v. 77, n. 4, p. 677-683, 2010.

BERG, M. E. V. **Plantas medicinais na Amazônia:** contribuição ao seu conhecimento sistemático. 2. ed. rev. e aum. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1993.

BERTALOT, M. J. A.; CARVALHO-PUPATTO, J. G.; FURTADO, E. L.; MENDOZA; LIMA, A. B. de. Métodos alternativos para controle de doenças fúngicas na cultura de jambu (*Spilanthes oleraceae* L.) através de *Equisetum* spp. e preparado biodinâmico 501. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 264-274, 2010.

BERTALOT, M. J. A.; CARVALHO-PUPATTO, J. G.; FURTADO, E. L.; MENDOZA, E.; MENDES, R. D.; BUSO, D. R. Controle alternativo de *Mycosphaerella fragariae* na cultura de morango orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 7, n. 2, p. 170-177, 2012.

BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, v. 105, p. 114-120, 1998.

BLANK, A. F.; BLANK, M. F. A.; MOREIRA, M. A.; AMANCIO, V. F. Produção de mudas de capim-limão em diferentes recipientes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 515-519, 2009.

BLANK, A. F.; BLANK, M. F. A.; AMANCIO, V. F; MENDONÇA, M. D. A. C.; SANTANA FILHO, M. Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 342-349, 2007.

BONFIM, F. P. G.; CASALI, W. D. C. **Homeopatia**: planta, água e solo – Comprovações científicas das altas diluições. Viçosa, MG, 2011. 102 p.

BOONYUAN, W. *et al.* Excito-repellency of essential oils against an *Aedes aegypti* (L.) field population in Thailand. **Journal of Vector Ecology**, v. 39, n. 1, p. 112-122, 2013.

BRASIL. Instrução normativa nº 07, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 99, n. 94, p. 11-14, 19 maio, 1999.

BRASIL – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, p. 52,54, 10 mar. 2010.

BRASIL – Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria da SVS n.1.428 de 26 de novembro de 1993. Regulamento técnico para inspeção sanitária de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 dez. 1993.

BRUNINI, C.; ARENALES, M. C. **Matéria médica homeopática**. [S.l.]: Ed. Mythos, 1993. v. 3, 196 p.

BRUNINI, C.; MOREIRA Neto, O. Idiossincrasia – Leis de cura suscetibilidades noxas- conceito de saúde. In: **Homeopatia**: princípios, doutrina, farmácia IBEHE. São Paulo, SP: Ed. Mythos, 1993. p. 73-82.

BUCK, G. B.; KORNDORFER, G. H.; NOLLA, A.; COELHO, L. Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, p. 231-237, 2008.

CACIQUE, I. S.; DOMICIANO, G. P.; RODRIGUES, F. Á.; VALE, F. X. R. do. Silicon and manganese on rice resistance to blast. **Bragantia**, v. 71, n. 2, p. 239-244, 2012.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990.

CAMPOS, N. V.; AZEVEDO, A. A.; SANT'ANNA; SANTOS, B. F. Acúmulo e efeitos fitotóxicos do flúor em folhas de boldo-gambá e capim-cidreira utilizadas para chás. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 646-653, 2010.

CAPRA, F. **O tao da física**: um paralelo entre a física moderna e o misticismo oriental. 2. ed. São Paulo, SP: Cultrix, 1983. 260 p.

CARNEIRO, S. M. DE T. P. G.; ROMANO, E. D. B.; PIGNONI, E.; TEIXEIRA, M. Z.; VASCONCELOS, M. E. DA C.; GOMES, J. C. Effect of biotherapeutic of *Alternaria solani* on the early blight of tomato-plant and the in vitro development of the fungus. **Int. J. High Dilution Res.**, v. 9, n. 33, p. 147-155, 2010.

CARVALHO, A. C. B; BALBINO, E. E.; MACIEL, A.; PERFEITO, J. P. S. Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, n. 2, p. 314-319, 2008.

CASALI, V. W. D. Utilização da homeopatia em vegetais. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NA AGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 2003, Toledo, PR. **Anais...** (Palestra), Toledo, PR, 2003. 154 p.

CASALI, V. W. D.; CASTRO, D. M. DE; ANDRADE, F. M. C. DE; LISBOA, S. P. **Homeopatia**: bases e princípios. Viçosa, MG: UFV; DFT, 2006. 149 p.

CASALI, V. W. D. **Acológia homeopática e disfunções vitais**. Viçosa, MG: 2013. 191 p.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S. A cercosporiose na cultura do milho. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Circular Técnica**, Sete Lagoas, MG, v. 24, p. 1-5, 2003.

CASTRO, H. G. DE; FERREIRA, F. A.; SILVA, D. J. H. DA; MOSQUIM, P. R. **Contribuição ao estudo de plantas medicinais metabólitos secundários**. Viçosa, MG, 2004. 113 p.

CASTRO, L. O.; RAMOS, R. L. D. **Principais gramíneas produtoras de óleos essenciais**. Porto Alegre, SP: FEPAFRO, 2002. 31 p. (Boletim Fepagro, 11).

CAVALCANTI, E. S. B.; MORAIS, S. M. DE; LIMA, M. A. A.; SANTANA, E. W. P. Larvicidal activity of essential oils from brazilian plants against *Aedes aegypti* L. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 541-544, 2004.

CHAGAS, A. C. S. *In vitro* efficacy of plant extracts and synthesized substances on *Rhizoglyphus (Boophilus) microplus*. **Parasitology Research**, v. 110, n. 1, p. 295-303, 2012.

CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. **Phytopathology**, v. 84, p. 236-242, 1994.

CHÉRIF, M.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER, R. R. Silicon induced resistance in cucumber plants against *Pythium ultimum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 41, p. 411-425, 1992.

CHOUDHURY, S. N. Effect of clipping height on herb and essential oil yield of lemon grass (*Cymbopogon flexuosus*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 592-598, 1994.

CHOUDHURY, S. N.; GHOSH, A. C. Effect of clipping height on the oil content of Java citronella (*Cymbopogon winterianus*). **Indian Journal of Agronomy**, v. 40, n. 3, p. 486-490, 1995.

CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. A importância do cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares. **SOB informa**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 23-24, 1991.

COSTA, L. C. do B.; ROSAL, L. F.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Efeito da adubação química e orgânica na produção de biomassa e óleo essencial em capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, SP, v. 10, n. 1, p. 16-20, 2008.

COSTA, L. C. B.; CORRÊA, R. M.; CARDOSO, J. C. W.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; FERRI, P. H. Secagem e fragmentação da matéria seca no rendimento e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 956-959, 2005.

COUTINHO, J. C. Farmácia. In: **Homeopatia: princípios, doutrina, farmácia** IBEHE. São Paulo, SP: Mythos, 1993. p. 243-278.

CURVÊLO, C. R. da S. **Análises fisiológicas e bioquímicas da resistência do algodão à mancha de ramularia mediada pelo silício**. 2012. 115 f. Tese (Doctor Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2012.

CRUZ, M. E. S.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; NOZAKI, M. H.; BATISTA, M. A.; STANGARLIN, J. R. Efeito alelopático de *Cymbopogon citratus* e *Artemisia absinthium* sobre sementes de *Bidens pilosa*. **Acta horticultrae**, n. 569, 2002.

CUPERTINO, M. C. Produção vegetal com preparados homeopáticos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE HOMEOPATIA NAAGROPECUÁRIA ORGÂNICA, 6., Nova Venécia, ES, 2004. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 19-45.

CUPERTINO, M. C. **O conhecimento e a prática sobre homeopatia pela família agrícola**. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

DARIVA, C.; LOVOSI, H.; MARIAC, L. C. S.; OLIVEIRA, J. V.; PINTO, J. C. Propylene solubility in toluene and isodecane can. **J. Chem. Eng.**, v. 81, p. 143-152, 2003.

DINIZ, L. P.; MAFFIA, L. A.; DHINGRA, O. D.; CASALI, V. W. D.; SANTOS, R. H. S.; MIZUBUTI, E. S. G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 171-179, 2006.

DOMICINIANO, G. P.; RODRIGUES, F. A.; MOREIRA, W. R.; OLIVEIRA, H. V.; RIBEIRO DO VALE, F. X.; XAVIER FILHA, M. S. Silício no progresso da mancha marrom na folha bandeira do trigo. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 3, p. 186-189, 2010.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1998.

DUARTE, M. do R.; ZANETI, C. C. Estudo farmacobotânico de folhas de capim-limão: *Cymbopogon citratus* (D.C.) Staf, Poaceae. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 117-124, 2004.

ELTAHIR, A. S.; ABUEREISH, B. I. Leaf and stem anatomy of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon schoenanthus* in Sudan. **J. Chem. Pharm. Res.**, v. 2, n. 4, p. 766-771, 2010.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2th ed. Londrina, PR, 2006.

FRANCISCO, D. P.; MAY de MIO, L. L. Eficiência de óleos e extratos de plantas no controle do oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em pepino. **Summa Phytopathologica**, v. 24, p. 59, 1998.

FERREIRA, M. S. C.; FONTELES, M. C. Aspectos etnobotânicos e farmacológicos do *Cymbopogon citratus* Stapf (capim-limão). **Rev. Bras. Farm.**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 4, p. 94-97, 1989.

FERREIRA, S. M. R.; FREITAS, R. J. S. DE; KARKLE, L. E. N.; QUADROS, D. A.; TULLIO, L. T.; LIMA, J. J. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. Quality of tomatoes cultivated in the organic and conventional cropping systems. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 224-230, 2010.

FONSECA, M. C. M.; CASALI, V. W. D.; CECON, P. R. Efeito da aplicação única dos preparados homeopáticos *Calcarea carbônica*, *Kalium phosphoricum*, *Magnesium carbonicum*, *Natrium muriaticum* e *Silicea terra* no teor de tanino em *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini. **Cultura Homeopática**, v. 14, p. 6-8, 2006.

FORTES, A. M. T.; MAULI, MÁ. M.; ROSA, D. M.; PICCOLO, G.; MARQUES, D. S.; REFOSCO, R. M. DE C. Efeito alelopático de sabugueiro e capim-limão na germinação de picão-preto e soja. **Acta Sci. Agron.**, v. 31, n. 2, p. 241-246, 2009.

FRANCA, S. M. DE; OLIVEIRA, J. V. DE; ESTEVES FILHO, A. B.; OLIVEIRA, C. M. DE. Toxicity and repellency of essential oils to *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) in *Phaseolus vulgaris* L. **Acta Amaz.**, v. 42, n. 3, p. 381-386, 2012.

FURTADO, R. F.; LIMA, M. G. A.; ANDRADE, N. M.; BEZERRA, J. N. S.; SILVA, M. G. Atividade larvicida de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 843-847, 2005.

GOMES, E. C. Caracterização da produção de capim-limão no Estado do Paraná, Brasil. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 385-390, 2007.

GOMES, E. C.; RUCKER, N. G. A.; NEGRELLE, R. R. B. Estudo prospectivo da cadeia produtiva do capim-limão: estado do Paraná. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 42, n. 4, p. 709-731, 2004.

GOMES, E. C.; NEGRELLE, R. R. B. *Cymbopogon citratus* (D.C.) Staf: Aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 137-144, 2003.

GOMES, M. A. D. **Propriedades físico-químicas da água ácida tratada com altas diluições de Alumina e Calcareia carbônica e relações com Homeopatia e Hormese**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

GRISA, I. M. **Controle alternativo da requeima (*Phytophthora infestans*) e o oídio (*Oidium lycopersici*) na cultura do tomate em cultivo protegido; Avaliação do efeito fitoprotetor de extratos aquosos de cavalinha (*Equisetum hyemale*) e de cinzas de arroz**. 2003. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

GUIMARAES, L. G. L.; CARDOSO, M.; DAS, G.; SOUSA, P. E DE; ANDRADE, J.; VIEIRA, S. S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. Antioxidant and fungitoxic activities of the lemongrass essential oil and citral. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 464-472, 2011.

GUPTA, B. K.; JAIN, N. Cultivation and utilization of Genus *Cymbopogon* in Indian. **Indian Perfumer**, New Delhi, v. 22, n. 2, p. 55-68, 1978.

HASENCLEVER, L.; KLEIN, H. E.; SANTOS, L. Biotecnologia, biodiversidade e desenvolvimento local: regulamentação e demandas técnicas e tecnológicas. **Acta Scientiae & Technicae**, n. 1, v. 1, p. 19, 2013.

HERTWIG, I. F. Von. Curcuma. In: HERTWIG, I. F. Von. **Plantas aromáticas e medicinais**. São Paulo, SP: Icone, 1986. p. 254-265.

HOLZHUTER, G.; NARAYANAN, K.; GERBER, T. Structure of silica in *Equisetum arvense*. **Anal. Bioanal. Chem.**, v. 376, p. 512-517, 2003.

INANAGA, S.; OKASAKA, A. Calcium and silicon binding compounds in cell walls of rice shoots. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 41, p. 103-110, 1995.

JAMES, T. K.; RAHMAN, A. Chemical control of field horsetail (*Equisetum arvense*). **New Zealand Plant Protection**, v. 63, p. 102-107, 2010.

JANISLAMPI, K. W. **Effect of silicon on plant growth and drought stress tolerance**. Master of Science, Utah State University, 2012. 87 p.

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of silicon on plant growth and ineral nutrition of maize grown under water-stress conditions. **J. Plant Nutr.**, v. 29, p. 1469-1480, 2006.

KHANNA, K. K.; CHANDRA, S. Control of tomato fruit rot caused by *Fusarium roseum* with homeopahic drugs. **Indian Phytopathology**, v. 29, p. 269-272, 1976.

KIM, S. G.; KIM, K. W.; PARK, E. W.; CHOI, D. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: A possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. **Phytopathology**, v. 92, p. 1095-1103, 2002.

KIRCHNER, M. J.; WOLLUM, A. G.; KING, L. D. Soil microbial population and activities in reduced chemical imput agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 57, p. 1289-1295, 1993.

KOEPF, H. H.; PETTERSSON, B. D.; SCHAUMANN, W. **Agricultura biodinâmica**. São Paulo, SP: Nobel, 1983. 316 p.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. O silício e a tolerância ao estresse. **Rev. Citricultura Atual**. Cordeirópolis, SP, v. 4, n. 26, p. 12-13, 2002.

KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, SP, v. 70, p. 1-5, 1995.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Papel do silício na produção da cana-de-açúcar. **Revista STAB**, Piracicaba, SP, v. 21, n. 1, p. 6-9, 2002.

KORNDORFER, G.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício no solo, planta e fertilizante**. Uberlândia, MG: GPSi- ICIAG- UFU, 2004. 34 p.

KUMAR, R.; KUMAR, S. Effect for certain homeopathic medicines on fungal growth and conidial germination. **Indian Journal Phytopathology**, v. 33, p. 620-622, 1980.

LEE, S. K.; SOHN, E. Y.; HAMAYUN, M.; YOON, J. Y.; LEE, I. J. Effect of silicon on growth and salinity stress of soybean plant grown under hydroponic system. **Agroforest. Syst.**, v. 80, p. 333-340, 2010.

LEWINSOHN, E.; DUDAI, N.; TADMOR, Y.; KATZIR, I.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E.; JOEL, D. M. Histochemical localization of citral accumulation in lemongrass leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Staf., Poaceae). **Annals of Botany**, v. 81, p. 35-39, 1998.

LIANG, Y. C.; CHEN, Q. R.; LIU, Q.; ZHANG, W. H.; DING, R. X. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). **J. Plant Physiol.**, v. 160, p. 1157-1164, 2003.

LISBOA, S. P.; CUPERTINO, M. do C.; ARRUDA, V. M.; CASALI, V. W. D. **Nova visão dos organismos vivos e o equilíbrio pela homeopatia**. Viçosa, MG, 2005. 103 p.

LUNKES, J. A.; OLIVEIRA, J. A.; OLIVEIRA, V. A. Efeitos da adubação mineral e orgânica sobre a produção de biomassa e óleo essencial de *Cymbopogon citratus*. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 4., 1999, Ribeirão Preto, SP. **Anais...** Botucatu, SP: UNESP, 1999. p. 63.

MA, J. F.; MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. p. 17-39.

MA, J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Sci. Plant Nutr.**, v. 50, p. 2004-2002, 2004.

MA, J. F.; YAMAJI, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 65, p. 3049-3057, 2008.

MARTINAZZO, A. P.; MELO, E. C.; CORREA, P. C.; SANTOS, R. H. S. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão [*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, n. 4, p. 488-498, 2010.

MARTINS, M. B. G.; MARTINS, A. R.; TELASCRÊA, M.; CAVALHEIRO, A. J. Caracterização anatômica da folha de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (Poaceae) e perfil químico do óleo essencial. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 6, n. 3, p. 20-29, 2004.

MARTINS, S. A.; DINIZ, I. S.; NECHET, K. de.; SOUZA, G. R de. **Sensibilidade in vitro de isolados de *Curvularia* sp. associados a queima foliar em forrageiras ao fungicida clorotalonil+cobre**. Reunião Regional da SBPC em Boa Vista, RO. Boa Vista, RO: SBPC, 2003.

MATTOS, J. K. A. **Plantas medicinais: aspectos agronômicos**. Brasília, DF: Faculdade de Tecnologia/Departamento de Engenharia Agrônômica – Universidade de Brasília, 1989. 19 p.

MATOS, F. J. A.; OLIVEIRA, F. *Lippia sidoides* Cham. Farmacognosia, química e farmacologia. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 79, p. 84-87, 1988.

MAY, A.; BOVI, O. A.; MAIA, N. B.; MORAES, A. R. A.; PINHEIRO, M. Q.; MARIO, M. Influência do intervalo entre cortes sobre a produção de biomassa de duas espécies de capim limão. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 379-382, 2008.

MEINERZ, C. C.; GHELLER, D.; TOLEDO, M. V.; MULLER, S. F.; ATARGARLIN, J. R. Atividade de peroxidase na indução de resistência de tomateiro contra *Alternaria solani* por medicamentos homeopáticos. In: EAIC-UNICENTRO, 19., 2010, Guarapuava, PR. **Anais...** Guarapuava, PR, 2010.

MELO, J. G. de; MARTINS, J. D. G. da R.; AMORIM, E. L. C. de; ALBUQUERQUE, U. P. **Qualidade de produtos à base de plantas medicinais comercializados no Brasil:** castanha-da-índia (*Aesculus hippocastanum* L.), capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) e centela (*Centella asiatica* (L.) Urban). [S.l. : s.n.], 2007. v. 1, n. 21, p. 27-36.

MELO, M.; ARAUJO, J. S. P.; CAVALHO JUNIOR, A. A.; TOSTES, G. O.; ARÊAS, M. S. *Puccinia nakanishikii*, nova ocorrência de ferrugem em capim-limão (*Cymbopogon citratus*) no Brasil. **Trop. Plant Pathol.**, v. 35, n. 2, p. 129-130, 2010.

MELO, S. P de; KORNDORFER, G. H.; KORNDÖRFER, C. M.; LANA, R. M. Q.; SANTANA, D. G. Silicon accumulation and water deficit tolerance in *Brachiaria* grasses. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 60, n. 4, p. 755-759, 2003.

MENZIES, J.; BOWEN, P.; EHRET, D. L.; GLASS, A. D. M. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Agassiz, v. 117, n. 6, p. 902-905, 1992.

MICHEREFF, S. J.; SILVEIRA, N. S. da; REIS, A.; MARIANO, R. de L. R. Epiphytic bacteria antagonistic to *Curvularia* leaf spot of yam. **Microbial Ecology**, v. 28, p. 101-110, 1994.

MILLEZI, A. F.; CAIXETA, D. S.; ROSSONI, D. F.; CARDOSO, M. das G.; PICCOLI, R. H. *In vitro* antimicrobial properties of plant essential oils *Thymus vulgaris*, *Cymbopogon citratus* and *Laurus nobilis* against five important foodborne pathogens. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 167-172, 2012.

MILOVANOVIC, V.; RADULOVIC, N.; TODOROVIC, Z.; STANKOVIC, M.; STOJANOVIC, G. Antioxidant, antimicrobial and genotoxicity screening of Hydro-alcoholic extracts of five serbian equisetum species. **Plant Foods Hum. Nutr.**, v. 62, p. 113-9, 2007.

MIMICA-DUKIC, N.; SIMIN, N.; CVEJIC, J.; JOVIN, E.; ORCIC, D.; BOZIN, B. Phenolic compounds in field horsetail (*Equisetum arvense* L.) as natural antioxidants. **Molecules**, v. 13, n. 7, p. 1455-1464, 2008.

MING, L. C.; FERREIRA, M. I.; GONÇALVES, G. G. Pesquisas agronômicas das plantas medicinais da Mata Atlântica regulamentadas pela ANVISA. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 14, p. 131-137, 2012. Número Especial.

ANVISA. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos**. Brasília, DF, 2006. 60 p.

MONTEIRO, F. T.; BARRETO, R. B. *Curvularia andropogonis*: agente etiológico da queima foliar do capim-limão. **Fitopatologia Brasileira**, n. 27, v. 2, p. 227, 2002.

MORENO, J. A. **O direito popular do uso da homeopatia no Brasil**. Belo Horizonte, MG: Hipoc. Hah., 1996. 99 p.

NASCIMENTO, I. B. DO; INNECCO, R.; MARCO, C. A.; MATTOS, S. H.; NAGAO, E. O. Efeito do horário de corte no óleo essencial de capim-santo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 34, n. 2, p. 169-172, 2003.

NAKAJIMA, H. et al. **Phytochemistry**, v. 45, n. 1, p. 41-4, 1997.

NECHET, K. DE L.; HALFELD-VIEIRA, B. A. *Curvularia lunata* var. *Aeria* causando queima foliar em *Zoysia japonica*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, 2005.

NEUMANN, D.; NIEDEN, U. Silicon and heavy metal tolerance of higher plants. **Phytochem.**, v. 56, p. 685-692, 2001.

NUTTER, Jr. F. W. Disease severity assessment training. In: FRANCL, L. J., NEHER, D. A. ed. Exercises in plant disease epidemiology. St. Paul, SP, Brazil: The American Phytopathological Society Press, 1997. p. 1-7.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 8-16, 2011.

ORTIZ, R. S.; MARRERO, G. V.; NAVARRO, A. L. T. Instrutivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (cana-santa). **Revista de Plantas Medicinales**, Havana, v. 7, n. 2, 2002.

PATTNAIK, S.; SUBRAMANYAM, V. R.; BAPAJI, M.; KOLE, C. R. Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. **Microbios**, v. 89, p. 39-46, 1997.

PARANÁ. Companhia de Processamento de Dados do Estado do Paraná. **Dados cadastrais de empresas de beneficiamento de chá, mate e outras ervas para infusão/ beneficiamento, moagem e preparação de outros alimentos de origem vegetal**. Disponível em: <<http://www.celepar7.pr.gov.br/produseriv/consulta>>. Acesso em: abr. 2013.

PHASOMKUSOLSIL, S.; SOONWERA, M. Efficacy of herbal essential oils as insecticide against *Aedes aegypti* (linn.), *Culex quinquefasciatus* and *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison). **J. Trop. Med. Public. Health**, v. 42, n. 5, p.1083-1092, 2011.

PAULA, T. O. M de; SANTOS, A. M.; VALADARES, S. V.; CALDEIRA JUNIOR, C. F.; FERNANDES, L. A.; MARTINS, E. R.; ALVES, D. S. Influência do silicato no crescimento inicial e produção de flavonoides totais em *Dimorphandra mollis* Benth. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 552-554, 2007.

PAULA, M. T. *et al.* Influência do flúor sobre parâmetros químicos e bioquímicos de folhas de muruci (*Byrsonima crassifolia* [ L.] Rich.). **Rev. Ciênc. Agrár.**, Belém, n. 43, p. 137-148, 2005.

PERAZZO, NETA, M. F.; COSTA, M. C. da; CAVALCANTI, Y. W.; XAVIER, A. F. C.; CAVALCANTI, A. L. Efeito antimicrobiano do óleo essencial do *Cymbopogon citratus* sobre bactérias formadoras do biofilme dentário. Antimicrobial Effect of *Cymbopogon citratus* essential oil on dental biofilm-forming bacteria. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 16, n. 4, p. 553-558, 2012.

PEREIRA, A. A.; CARDOSO, M. G.; ABREU, L. R.; MORAIS, A. R.; GUIMARAES, L. G. de L.; SALGADO, A. P. S. P. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de *Staphylococcus aureus* e *Echerichia cole*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 887-893, 2008.

PICCOLO, G.; DANIELLE MEDINA ROSA, D. M2; MARQUES, D. S.; MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guanxuma. Allelopathic effect of lemongrass and sabugueiro on Cuban jute germination. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 381-386, 2007.

PINEDA, J. B; COLMENAREZ, O.; MENDEZ, N.; GUTIERREZ, L. Niveles de inóculo de hongos fitopatógenos asociados a la semilla de arroz (*Oryza sativa*). **Rev. Fac. Agron.**, v. 24, n. 3, p. 481-500, 2007.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, SP: Nobel, 1988. 549 p.

PRIMAVESI, A. **Cartilha do solo**. São Paulo, SP: Fundação Mokiti Okada, 2006. 118 p.

PULZ, P.; MASSOLA JR., N. S. Efeito de meios de cultura e fatores físicos no crescimento e esporulação de *Alternaria dauci* e *A. solani*. **Summa Phytopathologica**, v. 35, n. 2, p. 121-126, 2009.

RADOMSKI, M. I. **Teores foliares de silício, taninos e lignina, em *Maytenus ilicifolia* Martius Ex Reiss (espinheira-santa), em função de variáveis ambientais e genéticas**. 2004. 84 f Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, 2004.

RADOMSKI, M. I.; WISNIEWSKI, C. Teores de elementos químicos hidrossolúveis em folhas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) (Schrad.) Planch. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 6, p. 65-68, 2004.

RADULOVIC, N.; STOJANOVIC, G.; PALIC, R. Composition and antimicrobial activity of *Equisetum arvense* L. essential oil. **Phytother Res.**, v. 20, p. 85-8, 2006.

RAMOS, E. T. A.; BORGES, K. C. A. de S.; TEBALDI, V. M. R. Atividade bactericida dos extratos hidroalcoólicos de hera-roxa e capim-limão e dos óleos essenciais de orégano, tomilho e melaleuca sobre *Xanthomonas albilineans*. *Bactericidal activity hydroalcoholic extracts rubrastilis and lemon grass and essential oils oregano, thyme and melaleuca on Xanthomonas albilineans*. **Cadernos UniFOA**, Alfenas, MG, n. 19, 2012.

RAMOS, A. R. P.; SANTOS, R. L.; AMARO, A. C. E.; FUMES, L. A. A; BOARO, C. S. F.; CARDOSO, A. I. I. Eficiência do silicato de potássio no controle do oídio e no desenvolvimento de abobrinha de moita. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 432-438, 2013.

RASHID, M. M. Detection of *Curvularia* species on boro rice seeds of Dinajpur. **Journal of Biological Sciences**, v. 1, n. 7, p. 591-592, 2001.

RATES, S. M. K. Plants as source of drugs. **Toxicon.**, v. 39, p. 603-13, 2001.

RODOMSKI, M. I. **Teores foliares de silício, taninos e lignina em *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss (espinheira-santa) em função de variáveis ambientais e genéticas**. 2006. 116 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, SP, 2006.

RODRIGUES, F. A. Effect of silicon and host resistance on sheath blight development in rice. **Plant Disease**, v. 85, n. 8, p. 827-832, 2001.

RODRIGUES, F. A.; VALE, F. X. R.; KORNDÖRFER, G. H.; PRABHU, L. E.; DATNOFF, L. E.; OLIVEIRA A. M. A.; ZAMBOLIM, L. Influence of silicon on sheath blight of rice in Brazil. **Crop Protection**, v. 22, p. 23-29, 2003.

RODRIGUES, F.; DATNOFF, L. E. Silicon an drice disease management. **Fitopatologia brasileira**, v. 30, n. 5, p. 457-469, 2005.

RODRIGUES, I. M.; ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. Avaliação da turbidez da água tratada com preparações homeopáticas. In: SEMINÁRIO REGIONAL DE QUALIDADE DE VIDA E DO AMBIENTE LEOPOLDINA, 8., 2011. **Anais...** [S.l. : s.n.t.], 2011. CD-ROM.

ROSTKOWSHA, C.; OLIVEIRA, L. A.; ROSSI, M. L.; NOGUEIRA, J. R. M.; KORNDÖRFER, G. H. Ultraestrutura das folhas de artemísia (*Artemisia annua*) submetidas à aplicação de silício no solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA – Silício na Agricultura, 5., 2010. **Anais...** [S.l. : s.n.t.], 2010.

SANGSTER, A. G.; HODSON, M. J.; TUBB, H. J. Silicon deposition in higher plants. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 2001. p. 85-114.

SANTOS, A.; PADUAN, R. H.; GAZIN, Z. C.; JACOMASSI, E.; OLIVEIRA, P. S. D.; CORTEZ, D. A. G.; CORTEZ, L. E. R. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, n. 2, p. 436-441, 2009.

SANTOS, F. C. C.; VOGEL, F. S. F. Avaliação *in vitro* da ação do óleo essencial de capim limão (*Cymbopogon citratus*) sobre o carrapato bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 4, p. 712-716, 2012.

SANTOS, G. R.; KORNDÖRFER, G. H.; REIS FILHO, J. C. D.; PELÚZIO, J. M. Adubação com silício: influência sobre as principais doenças e sobre a produtividade do arroz irrigado por inundação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 1-8, 2003.

SANTOS, M. F. C.; SILVA, G. H.; MACHADO, S. M. F.; MESQUITA, J. B.; OLIVEIRA, R. R.; SANTOS, J. L. A. F. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2008, Aracaju. **Fitotoxinas isoladas do fungo *Curvularia* sp. associado a planta *Spigelia anthelmia***. Aracaju, SE, 2008.

SANTOS, R. B.; JUNIOR, V. L.; CASTRO, E. V. R. de; BALTHAR, V. O.; GRECO, S. J. Uso de métodos quimiométricos e mecânico quânticos na análise de terpenoides e fenilpropanóides bioativos contra o *Aedes aegyptis*. *Orbital-Journal of Chemistry*, v. 1, n. 4, p. 273-288, 2009.

SARTÓRIO, M. L.; TRINDADE, C.; RESENDE, P.; MACHADO, J. R. **Cultivo orgânico de plantas medicinais**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2000. 260 p.

SAS. Institute Inc. **Sas/Stat User's** – Verrision 6. 4<sup>th</sup> ed. NC: SAS Institute In., Cary, 1993.

SCHUCK, V. J. A.; FRATINI, M.; RAUBER, C. S.; HENRIQUES, A.; SCHAPOVAL, E. E. S. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Cymbopogon citratus*. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 37, n. 1, p. 45-49, 2001.

SCHURT, D. A.; RODRIGUES, F. A.; REIS, R. D.; MOREIRA, W. R.; SOUZA, N. F. A.; SILVA, W. A. Resistência física de bainhas de plantas de arroz supridas com silício e infectadas por *Rhizoctonia solani*. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 4, p. 281-285, 2012.

SCHURT, D. A.; RODRIGUES, F. A.; Colodette, J. L.; CARRÉ-MISSIO, V. Efeito do silício nas concentrações de lignina e de açúcares em bainhas de folhas de arroz infectadas por *Rhizoctonia solani*. **Bragantia**, Campinas, p. 7, 2013.

SEAB\PR – Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná. Departamento de Economia Rural. **Levantamento do valor bruto da produção agropecuária – Produtos especiais: safra 2012\2013**. Curitiba, PR: 2007.

SHANDHU, N. S.; KAUR, S.; CHOPRA, D. *Equisetum arvense*: Pharmacognostic evaluation of *Equisetum arvense* Linn. **International Journal of Pharm Tch Research**, v. 3, n. 2, p. 1460- 1464, 2010.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

SILVA, V. de F.; CARDOSO, M. das G.; GUIMARÃES, L. G. L.; MUNIZ, F. R.; SALGADO, A. P. S. P.; MORETTO, P.; MALUF, W. R.; SILVA, V. A.; ANDRADE, M. L. Rendimento de óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* D. C. Stapf.) submetidos a diferentes métodos de corte e secagem. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 17, n. 3, p. 131-134, 2005.

SILVA, V de F.; CARDOSO, M. das G.; GUIMARÃES, L. G. L. *et al.* Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 2038-2052, 2012.

SIMOES, C. M. O.; SPITZER, V. Óleos voláteis In: SIMOES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P de; MENTES, L. A.; SOUSA, M. P. de; MATOS, M. E. O; MATOS, J. F. de A.; MACHADO, M. I. L.; CRAVEIRO, A. A. A. **Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras**. Fortaleza, CE, 1991. 416 p. (Edições UFC/Laboratório de Produtos Naturais).

SINGH, B. P. Studies on the germination of certain species of *Curvularia*. **Proceedings of the National Academy of Science**, India, v. 42, n. 2, p. 155-158, 1972.

SINGH, A.; BALYAN, S. S.; SHAHI, A. K. Cultivation of jammu lemongrass in North India under irrigated conditions. In: ATAL, C. K.; KAPUR, B. M. **Cultivation and utilization of aromatic plants Jammu**. Tawi, India: Council of Scientific and Industrial, 1982. p. 308-313. (Research).

SINHA, K. K.; SINGH, P. Homeopathic drugs- inhibitor oh growth and aflotoxin production by *Aspergillus parasiticus*. *Indian Phytopathology*, v. 36, p. 356-357, 1983.

SOUZA, A. E. F.; ARAUJO, E.; NASCIMENTO, L. C. Atividade Antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 6, p. 465-472, 2007.

SOLFRIZZO, M. de; GIROLAMO, A.; VITTI, C.; VISCONTI, A.; VAN DEN BULK, R. Liquid chromatographic determination of Akrnaria toxins in carrots. **Journal of AOAC International**, v. 87, p. 101-106, 2004.

SOUZA, J. L. Agricultura orgânica. **EMCAPA** – Tecnologias para produção de alimentos saudáveis, Vitória, v. 1, p. 176, 1998.

STEINER, R. **Fundamentos da agricultura biodinâmica: vida nova para a terra (curso de oito conferências)**. 2. ed. São Paulo, SP: Antroposófica, 2000. 235 p.

TEIXEIRA, M. Z. **Semelhante cura semelhante: o princípio de cura homeopático fundamentado pela racionalidade científica**. São Paulo, SP: Editorial Petrus, 1998. 463 p.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia: conceitos e exercícios de laboratório**. Porto Alegre, RS: Artmeds, 2010. 576 p.

TZARTZAKIS, N. G.; ECONOMAKIS, C. D. Antifungal activity of lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) essential oil against key postharvest pathogens. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, p. 253-258, 2007.

VAZ-DE-MELO, A.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, G. R dos; CARVALHO, E. V de. Reação de híbridos de milho à *Curvularia* ssp, sob dois níveis de adubação com nitrogênio, no Sul do Tocantins. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 149-154, 2010.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: **Cura segura?**, v. 28, n. 3, p. 519-528, 2005.

VIDA, J. B.; ANÍBAL, A. C. J.; VERZIGNASSI, J. R. Primeira ocorrência de ferrugem em capim-limão causada por *Puccinia cymbopogonis* no Brasil. **Summa Phytopathologic**, Botucatu, v. 32, n. 1, p. 89-91, 2006.

VIEIRA, A. V.; INECCO, R.; MATTOS, S. H.; BEZERRA, M. E. **Influência do espaçamento, altura de corte e idade de primeiro corte na produtividade do óleo essencial de capim-santo**. 2006. 38 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006.

VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R; ALVES, R. de B. N.; SILVA, D. B. da; DIAS, T. A. B.; WETZEL, M. M. V da S.; UDRY, M. C.; MARTINS, R. C. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas**. Resultados da 1º Reunião técnica. Brasília, DF, 2002. 184 p.

VILELA, M. Interação silício x *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) x *Cotesia flavipes* (Cameron, 1891) (Hymenoptera: Braconidae) em cana-de-açúcar. 2013. 50 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2013.

VITHOULKAS, G. **Homeopatia: ciência e cura**. São Paulo, SP: Cultryx, 1980. 436 p.

WALKER, J. C. **Plant pathology**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1957.

WEINSTEIN, L. H.; DAVISON, A. **Fluorides in the environment: effects on plants and animals**. Oxford: CABI Publishing, 2004. 287 p.

WIESE, H.; NIKOLIC, M.; RÖMHELD, V. **Silicon in plant nutrition...** London: London Springer, 2007. p. 33-47.

WISTINGHAUSN, C. V.; SCHEIBE, W.; WISTINGHAUSN, E. V.; KONING, U. J. **Manual para a elaboração dos preparados biodinâmicos.** [S.l.]: Editora Antroposófia, 2000. 95 p.

YOSHIDA, S.; OHNISHI, Y.; KITAGISHI, K. Chemical forms, mobility and deposition of silicon in rice plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, n. 8, p. 15-21, 1962.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; ÁVILA, V. T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 203-206, 2009.