

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**THAÍSA MURIEL MIORANZA**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* EM  
PLANTAS DE TOMATEIRO TRATADAS COM SOLUÇÕES  
ULTRADILUÍDAS DE *Thuya occidentalis***

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2015**

**THAÍSA MURIEL MIORANZA**

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* EM  
PLANTAS DE TOMATEIRO TRATADAS COM SOLUÇÕES  
ULTRADILUÍDAS DE *Thuya occidentalis***

**Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.**

**Orientador: José Renato Stangarlin**

**Coorientador: Odair José Kuhn**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

M669r	Mioranza, Thaísa Muriel Respostas fisiológicas e controle de <i>Meloidogyne incognita</i> em plantas de tomateiro tratadas com soluções ultradiluídas de <i>Thuya occidentalis</i> / Thaísa Muriel Mioranza. - Marechal Cândido Rondon, 2015. 60 p.  Orientador: Dr. José Renato Stangarlin Coorientador: Odair José Kuhn  Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2015.  1. Tomate - Doenças e pragas. 2. <i>Meloidogyne incognita</i> - Controle. 3. Homeopatia. I. Stangarlin, José Renato. II. Kuhn, Odair José. III. Título.  CDD 22.ed. 635.642 CIP-NBR 12899
-------	--

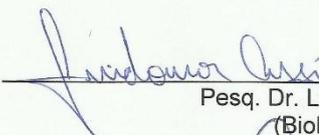
Ficha catalográfica elaborada por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

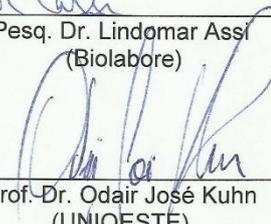
THÁISA MURIEL MIORANZA

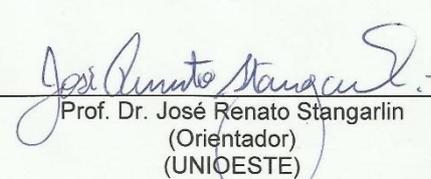
**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E CONTROLE DE *MELOIDOGYNE*  
*INCOGNITA* EM PLANTAS DE TOMATEIRO TRATADAS COM SOLUÇÕES  
ULTRADILUÍDAS DE *THUYA OCCIDENTALIS***

Dissertação apresentada à  
Universidade Estadual do Oeste do  
Paraná, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia, para obtenção do título  
de Magister Scientiae.

APROVADA: 25 de fevereiro de 2015

  
\_\_\_\_\_  
Pesq. Dr. Lindomar Assi  
(Biolabore)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Odair José Kuhn  
(UNIOESTE)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Renato Stangarlin  
(Orientador)  
(UNIOESTE)

*À Deus, pela vida.*

*À minha família, pelo apoio, incentivo e amor.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo milagre da vida e pelas bênçãos recebidas em toda essa jornada.

Aos meus pais, Noeli Fátima De Ré Mioranza e Divo José Mioranza, por não medirem esforços para me verem feliz e realizada, pelo amor, carinho, educação, apoio e incentivo.

Ao meu irmão preferido (e único), Diego Vinícius Mioranza, pelo carinho, compreensão, e pelas brigas.

Ao meu namorado Adriano Mitio Inagaki, que fez a minha vida mais feliz, pelo amor, cumplicidade, respeito, e pela grande ajuda nesse trabalho, por ter feito as medidas de trocas gasosas e pela grande ideia das curvas de resposta fotossintética à luz.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso e à CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu professor orientador José Renato Stangarlin, agradeço de coração pelos ensinamentos, pela excelente orientação, pela paciência e por ter me incentivado a dar o meu melhor nesse trabalho. Espero um dia ser um pouquinho do excelente profissional e pessoa que o senhor é.

Ao meu coorientador Odair José Kuhn, por ter me ensinado muito ao longo desse tempo e pelas cobranças necessárias que fez aumentar o meu conhecimento e crescimento pessoal.

À minha grande amiga Mônica Anghinoni Müller, por ser a minha best em todas as horas, pela grandiosa ajuda na realização desse trabalho e por me aturar praticamente todos os dias por sete anos.

Aos meus grandes amigos, Tiago Luan Hachmann e Graciela Maiara Dalastra pela mais sincera amizade, pelos longos anos de companheirismo, desde a graduação, e pela ajuda sempre que precisei.

Aos amigos do grupo COBALFI, Sidiane Coltro, Edilaine Della Valentina, Marta Bianchini, Marlon Hahn, Omari Dildey, Cristiane Meinerz, Bruna Schons, Vanessa Faria, Rogério Lopes Estevez, Rafael Augusto Swarowski, e a Ingrid Miotto pela contribuição no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos da fisiologia vegetal, André Battistus, Leandro Rampim, Débora Klein e Luiz Offemann, por me aceitarem trabalhar na mesa com vocês, além de estarem sempre disponíveis para as dúvidas.

Ao Jeferson Klein e professor Vandeir Francisco Guimarães, por auxiliar nas análises dos dados das trocas gasosas e dar uma ideia na discussão do trabalho.

Aos professores Claudio Tsutsumi e Edmar Vasconcelos, pela ajuda na parte estatística do trabalho.

Aos funcionários do cultivo protegido, Lauro e Flávio, pela disponibilidade sempre que eu precisava, contribuindo para que esse trabalho fosse realizado.

Muito Obrigada!

*“São as nossas escolhas que revelam o que realmente somos, muito mais do que as nossas qualidades.”*

*J. K. Rowling (Alvo Dumbledore)  
Harry Potter e a Câmara Secreta*

## RESUMO

MIORANZA, Thaísa Muriel. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2015. **Respostas fisiológicas e controle de *Meloidogyne incognita* em plantas de tomateiro tratadas com soluções ultradiluídas de *Thuya occidentalis*.** Orientador: José Renato Stangarlin. Coorientador: Odair José Kuhn.

O objetivo desse trabalho foi estudar a influência de soluções ultradiluídas de *Thuya occidentalis* no controle do nematoide de galhas *Meloidogyne incognita* em plantas de tomateiro e as respostas fisiológicas promovidas na planta. O experimento foi constituído de ensaios *in vitro* e *in vivo*. Os tratamentos utilizados foram diferentes dinamizações de *T. occidentalis* 6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH (centesimal hahnemanniana) e a testemunha água (controle). No experimento *in vitro* os nematoides ficaram em contato direto com a solução de 0,1% dos tratamentos, por 24 horas para o teste de motilidade e 15 dias para o teste de eclosão. Para o teste *in vivo*, o experimento foi realizado em dois anos, sendo o primeiro ano em delineamento inteiramente casualizado e o segundo ano em delineamento de blocos ao acaso, ambos com oito tratamentos e quatro repetições. No momento em que as mudas de tomateiro foram transplantadas, estas foram submersas em uma solução de 0,1% dos tratamentos. Posteriormente foram inoculados 4188 ovos e 661 juvenis de segundo estágio (J2) no primeiro experimento e 4350 ovos e 700 J2 no segundo experimento. Foram realizadas pulverizações semanais da solução de 0,1% dos tratamentos na parte aérea das plantas. As plantas foram conduzidas até que os nematoides completassem um ciclo de desenvolvimento. Foram avaliados o número de galhas, massas de ovos, número de ovos e J2 nas raízes, número de ovos e J2 no solo, altura de plantas, massa fresca e seca da parte aérea, volume de raiz, número de cachos, número de frutos por cacho, massa fresca e seca dos frutos e teor relativo de clorofila. No experimento de 2014, foram escolhidas as dinamizações de 6, 24 e 50CH, além da testemunha com nematoide e tratada com água e testemunha sem nematoide e sem tratamento, com quatro repetições cada, para a mensuração da taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), transpiração foliar (E), condutância estomática (g<sub>s</sub>), concentração interna de CO<sub>2</sub> (C<sub>i</sub>) e temperatura foliar (°C), variando-se a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA). Também foi calculada a eficiência no uso da água (EUA) (relação A/E), eficiência intrínseca no uso da água (EUIA) (relação A/g<sub>s</sub>) e a eficiência instantânea da carboxilação (A/C<sub>i</sub>) (relação A/C<sub>i</sub>). Os tratamentos não mostraram efeito nematostático e nematicida assim como não influenciaram na eclosão de ovos para o ensaio *in vitro*. Já para o *in vivo*, em 2013, *T. occidentalis* 100CH causou redução na população de J2 nas raízes, assim como 200CH promoveu aumento no volume de raiz e massa fresca de frutos do primeiro cacho. Em 2014, 100CH promoveu diminuição no número de massas de ovos e J2 no solo, e influenciou no desenvolvimento da raiz, enquanto 50CH incrementou a massa fresca da parte aérea de tomateiro. As medidas pontuais de trocas gasosas não apresentaram diferença entre os tratamentos. Plantas infectadas com *M. incognita* e sem tratamento promoveram aumento na fotossíntese líquida e capacidade de carboxilação pela curva de resposta à luz. Já *T. occidentalis* 24CH inibiu o efeito de maior fixação de CO<sub>2</sub> em tomateiros inoculados por *M. incognita*, proporcionando comportamento semelhante às plantas sadias em diferentes densidades de fótons. Plantas submetidas aos tratamentos homeopáticos apresentaram maior temperatura foliar. *T. occidentalis* apresentou capacidade de controle de nematoide de galhas e influenciou no crescimento e fisiologia do tomateiro.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum* L., homeopatia, nematoide de galhas, controle alternativo, respostas fisiológicas, densidade do fluxo de fótons fotossintéticos, metabolismo fotossintético.

## ABSTRACT

MIORANZA, Thaísa Muriel. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2015. **Physiological responses and control of *Meloidogyne incognita* em tomato plants treated with high-diluted solution of *Thuya occidentalis*.** Orientador: José Renato Stangarlin. Coorientador: Odair José Kuhn.

The objective of this work was to study the influence of homeopathic or high diluted solution of *Thuya occidentalis* in the control of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* in tomato plants and physiological responses promoted in the plant. The experiment consisted of *in vitro* and *in vivo* assay. The treatments were different dynamization of *T. occidentalis* 6, 12, 24, 50, 100, 200 and 400CH (centesimal hahnemaniana dilution) and the water (control). In the *in vitro* experiment nematodes were treated with 0.1% homeopathic solution of the treatments for 24 hours for the motility test and 15 days for hatching test. For the *in vivo* test, the experiment was carried out in two years, the first year in completely randomized design and the second year in a randomized block design, both with eight treatments and with four replications. At the moment that the tomato seedlings were transplanted, they were submerged in a 0.1% solution of treatments. Subsequently were inoculated 4188 eggs and 661 second-stage juveniles (J2) in the first experiment and 4350 eggs and 700 J2 in the second experiment. Were performed weekly sprays of 0.1% solution of the treatments in the shoots of plants. The plants were cultivated until the nematodes complete a development cycle. We evaluated the number of galls, egg masses, number of eggs and J2 in the roots, number of eggs and J2 in the soil, plant height, shoot fresh and dry weight, root volume, number of clusters, number of fruits per bunch, fresh and dry fruit weight and relative chlorophyll content. In the 2014 experiment were chosen the dynamizations 6, 24 and 50CH, and the control with nematode and treated with water and plants without nematodes and without treatment, with four repetitions each for the measurement of photosynthesis rates ( $A$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), transpiration ( $E$ ), internal  $CO_2$  concentration on leaf ( $C_i$ ) and leaf temperature ( $T_{leaf}$ ) varying the photosynthetic photon flux density (PPFD). It was also calculated the efficiency of water use (USA) ( $A/E$ ), intrinsic water use efficiency (EUIA) ( $A/g_s$ ) and the instantaneous efficiency of carboxylation ( $A/C$ ). The treatments did not show nematostatic and nematicide effect even did not influence in hatches eggs for *in vitro* assay. To the *in vivo* assay, in 2013, *T. occidentalis* 100CH caused a reduction in the population of J2 in the roots, as well as 200CH promoted an increase in the volume root and fruit fresh weight of the first bunch. In 2014, 100CH caused a decrease in the number of egg masses and J2 in the soil, and influenced the development of the root, while 50CH increased the fresh weight of shoots of tomato plants. The specific measures of gas exchange did not differ between treatments. Plants infected with *M. incognita* and without treatment caused an increase in the net photosynthesis and the carboxylation capacity for response curve to light. Already *T. occidentalis* 24CH inhibited the effect of increased  $CO_2$  fixation in tomato plants inoculated with *M. incognita*, providing similar behavior to healthy plants in different densities of photons. Plants of homeopathic treatments showed higher leaf temperature. *T. occidentalis* showed control capability of root-knot nematode and influenced in tomato growth and physiology.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* L., homeopathy, alternative control, physiological responses, photosynthetic photon flux density, photosynthetic metabolism.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2 ARTIGO I .....</b>	<b>6</b>
<b>CONTROLE DE <i>Meloidogyne incognita</i> EM TOMATEIRO COM SOLUÇÕES     ULTRADILUÍDAS DE <i>Thuya occidentalis</i> E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO DA     PLANTA .....</b>	<b>6</b>
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	16
Referências Bibliográficas.....	16
<b>3 ARTIGO II.....</b>	<b>22</b>
<b>TROCAS GASOSAS E CURVAS DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA EM TOMATEIRO     INFECTADO COM <i>Meloidogyne incognita</i> E TRATADO COM <i>Thuya occidentalis</i> .....</b>	<b>22</b>
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	28
Conclusões.....	39
Referências Bibliográficas.....	40
<b>4 CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>48</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até ao norte do Chile. Em relação à domesticação, há relatos que esta ocorreu no México e no Peru. Pertencente a família Solanaceae e ao gênero *Solanum*, o tomateiro é uma planta herbácea perene que pode ser cultivada anualmente (PERALTA; SPOONER, 2007). Essa hortaliça foi introduzida no Brasil por imigrantes europeus no final do século XIX e começou a ter relevância mundial a partir de 1900 (FILGUEIRA, 2000).

Quando se discute a produção de tomate, o Brasil se encontra entre os dez maiores produtores do mundo, sendo responsável por 3% da produção mundial, mostrando a importância dessa cultura para a economia do país (FAO, 2012). Em relação a produção brasileira que atualmente é de quase 4 milhões de toneladas, a região sul encontra-se em terceiro lugar no ranking de produção dessa hortaliça no Brasil, com 563.841 toneladas, destacando-se a região sudeste e centro-oeste com as maiores produções do país, de 1.567.011 e 1.397.807 toneladas respectivamente (IBGE, 2013).

A cultura do tomate cultivada em regiões tropicais e subtropicais é afetada pela ocorrência de doenças, pragas e estresses abióticos, causando expressivas diminuições no rendimento e depreciando o produto. Uma das doenças que mais necessitam de pesquisas a fim de evitar essas perdas e obter-se melhores resultados no controle são os nematoides das galhas (MELO; VILELA, 2005).

Atualmente são conhecidas aproximadamente 100 espécies de nematoides do gênero *Meloidogyne*, no entanto as pesquisas se concentram em um pequeno número de espécies, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* e *M. javanica*, pois são as mais comumente encontradas no mundo e são patógenos de culturas economicamente importantes (ELLING, 2013).

O ataque de *M. incognita* é inicialmente percebido pelo crescimento retardado das plantas, geralmente em reboleiras. Em condições de alta população dessa praga, as plantas infectadas ficam raquíticas, amareladas e morrem prematuramente, podendo ser confundidos com sintomas de deficiência de nutrientes (CHARCHAR; LOPES, 2005).

Na relação direta entre patógeno e hospedeiro, após a eclosão dos ovos, os juvenis de segundo estágio (J2) que estão no solo penetram nas raízes das plantas através de seus estiletos presente no aparelho bucal e lançam secreções produzidas em suas glândulas esofagianas. Essas secreções promovem o aumento exagerado do tamanho das células, formando células gigantes

(hipertrofia) e multiplicação intensa das células (hiperplasia), onde se alimentam dos produtos oriundos da fotossíntese, se desenvolvendo de forma sedentária dentro da raiz e passando pelas fases J3, J4 e adultos. Além disso, o ferimento causado pelo estilete no momento da penetração dos nematoides, servem como porta de entrada na planta para outros patógenos habitantes do solo (TAYLOR; SASSER, 1978).

As fêmeas de *M. incognita* são sedentárias e normalmente se reproduzem por partenogênese, depositando as massas de ovos na superfície das raízes. Os machos se mantêm vermiformes e deixam a raiz. A hiperplasia e hipertrofia das células levam a formação de sintomas típicos constituídos pelas galhas, reduzindo a absorção de água e nutrientes do solo, resultando em plantas fracas e baixa produção. O ciclo de vida desses nematoides varia entre três a seis semanas, dependendo das condições ambientais (CASTAGNONE-SERENO et al., 2013).

Esses nematoides são de difícil controle pois se encontram amplamente distribuídos e são polípagos, ou seja, possuem uma ampla gama de hospedeiros, e a espécie *Meloidogyne incognita* é possivelmente o patógeno mais prejudicial às culturas do mundo (TRUDGILL; BLOK, 2001).

A fim de evitar perdas econômicas causadas por esses nematoides, o manejo indicado para redução da população destes no solo é realizado através da integração de métodos de controle, como a rotação de culturas, uso de cultivares resistentes, controle físico, biológico e químico pelo uso de nematicidas (WESEMAEL et al., 2011). O controle de doenças exclusivamente com o uso de produtos químicos, como ocorre no manejo convencional de tomateiro, têm contribuído com a degradação dos ecossistemas e aumentado o risco à saúde humana pelo acúmulo de resíduos tóxicos (MELO; VILELA, 2005).

Novos métodos de proteção de plantas vêm sendo utilizados, em especial na agricultura agroecológica, dentre eles destaca-se a indução de resistência, que ativa mecanismos de defesa das plantas no controle de pragas e doenças, o uso de medicamentos homeopáticos tem demonstrado capacidade de induzir a produção de metabólitos secundários em plantas para reagirem aos patógenos (STANGARLIN et al., 2011).

As plantas podem se defender dos agentes fitopatogênicos passiva ou ativamente. Os fatores de resistência são subdivididos em duas categorias, pré e pós-formados em relação à infecção. Ambas as categorias são subdivididas em estruturais e bioquímicos, onde os fatores estruturais atuam como barreiras físicas impedindo a entrada do patógeno e a colonização dos tecidos, enquanto as reações bioquímicas ocorrem nas células do hospedeiro produzindo

substâncias tóxicas ao patógeno ou impedindo o crescimento do mesmo no interior da planta (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

Conforme Carvalho (2012) as plantas possuem vários mecanismos de defesas que permanecem inativos ou latentes e são ativados quando expostos à agentes de indução, os quais podem ser bióticos e abióticos.

A homeopatia, fundamentada em 1796 pelo médico alemão Christian Friedrich Samuel Hahnemann, é um método terapêutico de controle de doenças que possui o princípio da similitude “*Similia similibus curentur*”, ou seja, substâncias que causam sintomas em indivíduos sadios podem ser utilizadas para tratar sintomas semelhantes em indivíduos doentes, estimulando o organismo a reagir de forma vital contra seus próprios distúrbios, retomando a sua homeostase. Assim, o medicamento homeopático deve ser escolhido pela semelhança com o conjunto de sintomas característico do doente (TEIXEIRA, 2013).

Hahnemann ao fundar a homeopatia designou quatro pilares que são a base dessa ciência: o princípio da similitude, experimentação em indivíduo sadio, uso de medicamentos ultradiluídos e uso de medicamento único (TEIXEIRA, 2006). Hahnemann não relatou experiência em plantas, porém as leis da homeopatia, criadas pelo próprio Hahnemann, dizem serem válidas para todos os seres vivos (BONATO, 2007).

O uso da homeopatia tem reconhecida eficiência na saúde humana e constitui um processo recomendado pela agricultura orgânica para a manutenção do estado sanitário das culturas vegetais, conforme estabelecido nas Instruções Normativas do Ministério da Agricultura que disciplinam essa produção (ROLIM et al., 2001).

A introdução da homeopatia na agricultura tem como objetivo levar a melhoria da saúde do meio rural, através do desprendimento do uso de agrotóxicos, que é na agricultura convencional uma dependência dos agricultores, fazendo a terra produzir alimentos mais saudáveis e sem resíduos tóxicos, atuando como uma ferramenta para o desenvolvimento rural sustentável (ANDRADE; CASALI, 2011).

O tratamento de plantas através da homeopatia ajuda a fortalecer o sistema imunológico das mesmas, aumentando sua resistência ou tolerância a pragas e doenças. A homeopatia aplicada a plantas permite o controle de pragas e doenças causadas por vírus, fungos e bactérias, além de incrementar a produção de biomassa (ROSSI, 2005).

Os medicamentos homeopáticos estão sendo testados para diferentes fins na agricultura, como no controle de pragas (MODOLON et al., 2012; BOFF et al., 2008; GONÇALVES, 2007), controle de doenças (DATTA, 2006; ROLIM et al., 2001; SUKUL et al., 2006), aumento

de princípios ativos (FONSECA et al., 2006; BONATO et al., 2009) e alterações no metabolismo das plantas (ROSSI et al., 2006; PANDA et al., 2013) .

Tem-se observado diferenças na reação de duas espécies vegetais submetidas ao tratamento com a mesma substância dinamizada, indicando que os medicamentos homeopáticos e substâncias ultradiluídas que produzem um efeito em uma espécie vegetal podem não produzir esse mesmo efeito em outra espécie, não podendo generalizar o uso de um tratamento para todo o reino vegetal (CARNEIRO et al., 2011).

Segundo Bonato (2007), a fisiologia vegetal permite descrever sintomas de doenças e respostas fisiológicas nas plantas com certa semelhança aos sintomas observados em humanos, podendo basear a escolha do medicamento homeopático para as plantas aos sintomas nelas observados. Carneiro et al. (2011) citam que as substâncias utilizadas na maioria dos experimentos realizados em plantas são escolhidas por analogia com a matéria médica homeopática destinada à humanos devido a não haver uma matéria médica homeopática para vegetais.

Segundo a matéria médica homeopática, a *Thuya occidentalis* é indicada para algumas doenças de pele que produzem a formação de excrescências como verrugas superficiais cutâneas e das mucosas, verrugas pedunculadas e condilomas, úlceras e erupções herpéticas (BOERICKE, 2003).

A *Thuya occidentalis* é uma árvore nativa da Europa, pertencente à família *Cupressaceae*, é cultivada como árvore ornamental de jardim e popularmente conhecida como cedro-branco ou *Arbor vitae*, sendo amplamente utilizada na homeopatia e fitoterapia de acordo com suas propriedades antivirais e imunofarmacológicas (NASER et al., 2005).

A galha formada por *Meloidogyne incognita*, que é o local de alimentação desses parasitas, pode ser considerada um dreno metabólico nas plantas, pois ocorre a transferência de fotossintetizados para essas células que são consumidos pelos nematoides (HUSSEY, 1989). Estudos sobre os efeitos causados pela infecção dos nematoides no crescimento e fisiologia das plantas hospedeiras são geralmente relacionados com a nutrição mineral, ao consumo de água pela planta, a fotossíntese e a respiração (MATEILLE, 1994).

Na literatura encontra-se diversas respostas sobre a taxa fotossintética em plantas infectadas com nematoides, podendo variar de acordo com a população dos nematoides, da variedade e espécie utilizada e do tempo de inoculação (ABRÃO; MAZZAFERA, 2001; MESSCHMIDT, 2013; TAHERY, 2012).

É sabido que plantas submetidas a tratamento com medicamentos homeopáticos apresentam melhores condições de crescimento devido ao efeito tônico do preparado e suas alterações no metabolismo vegetal (TOLEDO et al., 2011; ROSSI et al., 2006).

A busca por informações sobre a fisiologia da fonte é de fundamental importância, e uma das formas mais utilizadas para estudá-la é por meio de medida de trocas gasosas (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Quando se mede a fixação líquida de CO<sub>2</sub> em folhas intactas, sob diferentes níveis de luz absorvida, permite-se a construção de curvas de respostas à luz, fornecendo informações importantes sobre as propriedades fotossintéticas das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De forma a estudar esses aspectos a dissertação foi estruturada em dois artigos, sendo o primeiro seguindo as normas da revista *Semina: Ciências Agrárias* e o segundo nas normas da *Scientia Agricola*.

## **2 ARTIGO I**

### **CONTROLE DE *Meloidogyne incognita* EM TOMATEIRO COM SOLUÇÕES ULTRADILUÍDAS DE *Thuya occidentalis* E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO DA PLANTA**

1 **Controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro com soluções ultradiluídas de *Thuya***  
2 ***occidentalis* e seus efeitos no crescimento da planta**

3 ***Control of *Meloidogyne incognita* in tomato plants with high diluted solutions of *Thuya****  
4 ***occidentalis* and its effects in the plant growth**

5  
6 **Resumo**

7 Os nematoides são de difícil controle pois possuem muitos hospedeiros e o controle pelo uso de  
8 nematicidas são altamente tóxicos ao ser humano e ao meio ambiente, sendo essencial a busca de  
9 métodos de controle eficientes e ecologicamente corretos. Sendo assim, objetivou-se verificar o controle  
10 do nematoide de galhas *Meloidogyne incognita* em tomateiro com soluções ultradiluídas de *Thuya*  
11 *occidentalis* e estudar seus efeitos no crescimento da planta. O experimento *in vivo* foi realizado em dois  
12 anos, 2013 e 2014, e desenvolvido em casa de vegetação climatizada enquanto o *in vitro* foi realizado  
13 em laboratório. Foram utilizados oito tratamentos (6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH (centesimal  
14 hahnemanniana) de *T. occidentalis* e água como testemunha) e quatro repetições. Para o ensaio *in vivo*,  
15 foram inoculados ovos e juvenis de segundo estágio (J2) e os tratamentos foram aplicados uma vez por  
16 semana como solução 0,1% na parte aérea das plantas, até que os nematoides completassem um ciclo  
17 de desenvolvimento. No experimento *in vitro*, os nematoides ficaram expostos diretamente aos  
18 tratamentos também na concentração de 0,1%. Os tratamentos não mostraram efeito nematostático e  
19 nematicida para o ensaio *in vitro* assim como não influenciaram na eclosão de ovos. Para os ensaios *in*  
20 *vivo*, em 2013 *T. occidentalis* na dinamização de 100CH reduziu a população de J2 nas raízes, assim  
21 como a dinamização de 200CH forneceu melhores condições de crescimento à planta, aumentando o  
22 volume de raiz e peso fresco de frutos do primeiro cacho. Em 2014, 100CH promoveu diminuição no  
23 número de massas de ovos nas raízes e J2 no solo, e incrementou o desenvolvimento da raiz, enquanto  
24 50CH incrementou a massa fresca da parte aérea de tomateiro. Nesse estudo, *T. occidentalis* 100 CH  
25 obteve os melhores resultados no controle de *M. incognita*, bem como 50, 100 e 200CH influenciaram  
26 no crescimento das plantas.

27 **Palavras-chave:** Controle alternativo, homeopatia, nematoide de galhas, proteção de plantas, *Solanum*  
28 *lycopersicum* L.

29  
30 **Abstract**

31 The control of nematode is hard because they have many hosts and the control using nematicides are  
32 highly toxic to human and the environment. Thus it is essential the search for new methods of control  
33 that are efficient and eco-friendly. Therefore, this work aimed to verify the control of root-knot  
34 nematode *Meloidogyne incognita* in tomato plants with high-diluted solutions of *Thuya occidentalis* and  
35 study its effects in the plant growth. The experiment *in vivo* was carried out in two years, 2013 and 2014,  
36 developed at a climatized greenhouse while the *in vitro* was carried out in the laboratory. Eight

37 treatments were used (6, 12, 24, 50, 100, 200, 400CH (centesimal hahnemaniana dilution) of *T.*  
38 *occidentalis* and water as control treatment) and four replications. The plants were inoculated with eggs  
39 and second stage juveniles (J2) and the treatments were applied once a week, at 0.1% solutions in shoot  
40 of plants, until the nematodes complete a development cycle. In the experiment *in vitro*, the nematodes  
41 were directly exposed in contact with treatments at 0.1%. The treatments showed no nematostatic and  
42 nematicide effect to *in vitro* essay, as well as did no influence the eggs hatching. In the *in vivo* assay, in  
43 2013, *T. occidentalis* 100CH decreased the number of J2 in the root, even as the dynamization of 200CH  
44 stimulated root development and increased the weight of the fruits of the first cluster. In 2014, 100CH  
45 decreased in the egg masses in roots and J2 in the soil, and increased the development of root, while  
46 50CH increased the fresh weight of shoots of tomato. In this study, *T. occidentalis* 100CH obtained the  
47 bests results in the control of *M. incognita* while 50 e 200CH influenced in the growth of plants.

48 **Key words:** Alternative control, homeopathy, root-knot nematode, crop protection, *Solanum*  
49 *lycopersicum* L.

50

## 51 **Introdução**

52 O cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) tem grande importância econômica para o  
53 Brasil. Em 2011, a produção de tomate no país foi de aproximadamente 4,5 milhões de toneladas, sendo  
54 a região sul a terceira região responsável pela maior produção dessa cultura no Brasil (AGRIANUAL,  
55 2014).

56 Os fitonematoides do gênero *Meloidogyne*, popularmente conhecidos como formadores de  
57 galhas, são biotróficos, possuem curto ciclo de vida, altas taxas de reprodução e são de difícil controle  
58 pois possuem ampla gama de hospedeiros. A espécie *M. incognita* é possivelmente a que causa maiores  
59 danos nas culturas no mundo, pois em hospedeiros sensíveis, como o tomateiro, aumentam a sua  
60 população rapidamente (TRUDGILL; BLOK, 2001). Estes nematoides penetram nas raízes das plantas  
61 e promovem a hipertrofia e hiperplasia das células, formando a aparência de galhas, conseqüentemente  
62 prejudicando a absorção de água e nutrientes pelas raízes resultando em redução do crescimento e da  
63 produção, além dos ferimentos que os nematoides causam com seu estilete no momento da penetração  
64 servirem como porta de entrada na planta para outros patógenos presentes no solo (TAYLOR; SASSER,  
65 1978). O nível de danos nas culturas que estes podem causar dependerá da densidade inicial de  
66 nematoides no solo, da espécie de planta e cultivar, de condições ambientais como estação do ano, tipo  
67 de solo e do manejo adotado (JONES et al., 2013).

68 São conhecidos aproximadamente 100 espécies do gênero *Meloidogyne*, e para evitar perdas  
69 econômicas causadas por esses nematoides, o manejo indicado para redução da população destes no solo  
70 é realizado através da integração de métodos de controle, como a rotação de culturas, uso de cultivares

71 resistentes, controle físico, biológico e químico, este último pelo uso de nematicidas (WESEMAEL et  
72 al., 2011).

73 Normalmente, a cultura do tomate sob sistema de produção convencional é constantemente  
74 tratada com pesticidas orgânicos sintéticos contra pragas e doenças, colocando em risco o equilíbrio do  
75 meio ambiente e a saúde humana (MODOLON et al., 2012). Para minimizar esses efeitos de  
76 contaminação humana e ambiental que o uso de agrotóxicos de forma exagerada e indiscriminada vem  
77 causando, o controle alternativo de doenças de plantas através do controle biológico, indução de  
78 resistência e produtos naturais vem se destacando (STANGARLIN et al., 2011).

79 A homeopatia é uma técnica aceita pelas normas brasileiras para manejo de doenças e pragas na  
80 produção orgânica de alimentos (BRASIL, 1999), que se utiliza de soluções ultradiluídas ou  
81 dinamizadas para essa finalidade (CARNEIRO et al., 2011).

82 O uso de medicamentos homeopáticos e seus efeitos nas mais diversas culturas vem sendo  
83 estudados (CARNEIRO et al., 2011). Estes são capazes de induzir resistência nas plantas ao ataque de  
84 pragas e doenças, melhorar a adaptação do material vegetal em locais adversos de produção  
85 harmonizando a relação entre o meio ambiente e as plantas, além de melhorarem a produtividade dessas  
86 culturas (ROSSI et al., 2004).

87 A *Thuya occidentalis* é uma árvore nativa da Europa, popularmente conhecida como cedro-  
88 branco, é amplamente utilizada na homeopatia e fitoterapia de acordo com suas propriedades antivirais  
89 e imunofarmacológicas. Na homeopatia humana é utilizada para tratamentos de verrugas superficiais  
90 cutâneas e das mucosas, verrugas pedunculadas, úlceras e erupções herpéticas (BOERICKE, 2003;  
91 NASER et al., 2005), sintomas que lembram aqueles causados pelos nematoides de galhas.

92 Segundo Bonato (2007), a fisiologia vegetal permite descrever sintomas de doenças e respostas  
93 fisiológicas nas plantas com certa semelhança aos sintomas observados em humanos, podendo basear a  
94 escolha do medicamento homeopático para as plantas aos sintomas nelas observados.

95 Diante desses aspectos, o objetivo desse trabalho foi avaliar o controle do nematoide de galhas  
96 *M. incognita* em tomateiro com sete dinamizações do medicamento homeopático *Thuya occidentalis* e  
97 verificar o efeito destas no crescimento da planta.

## 98 **Material e Métodos**

### 99 *Experimento in vivo*

100 O ensaio foi realizado em dois anos consecutivos, de outubro à novembro de 2013 e de  
101 setembro à outubro de 2014. O experimento foi realizado em casa de vegetação climatizada.

102 O ensaio de 2013 foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado e o de 2014 em  
103 delineamento em blocos ao acaso, ambos com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32  
104 parcelas, sendo que cada vaso representou uma parcela.

105 Os tratamentos foram escolhidos de acordo com a repertorização dos sintomas observados nas  
106 plantas associando aos sintomas em humanos (BONATO, 2007) com auxílio do manual de matéria  
107 médica homeopática de Boericke (2003). Os tratamentos consistiram do medicamento homeopático  
108 *Thuya occidentalis* nas dinamizações de 6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400 CH (centesimal hahnemaniana),  
109 e a testemunha controle (água). Esses medicamentos foram obtidos em farmácia homeopática, em escala  
110 centesimal pelo método Hahnemanniano, onde diluiu-se 1 parte do medicamento homeopático em 99  
111 partes de etanol 30%, e sucucionou-se 100 vezes, de acordo com as normas da Farmacopéia  
112 Homeopática Brasileira (FHB, 2011).

113 Sementes de tomate da cultivar “Santa Clara” foram semeadas em bandejas de poliestireno  
114 contendo substrato comercial para obtenção das mudas. Após 25 dias da semeadura, as mudas foram  
115 transplantadas para vasos plásticos de 2 L contendo uma mistura de solo, areia e composto orgânico  
116 (2:2:1) esterilizados por autoclavagem à 120 °C/1 atm durante 1 hora.

117 No momento do plantio, o sistema radicular das mudas de tomateiro foi mergulhado em solução  
118 de 0,1% dos tratamentos (1 mL do tratamento diluído em 1 L de água destilada) (BONATO et al., 2009),  
119 e, em seguida, foi realizado o plantio nos vasos. No experimento de 2013, três dias após o tratamento  
120 das mudas e do plantio destas em vasos, foi inoculado 1 mL da suspensão de nematoides contendo 4188  
121 ovos e 661 juvenis de segundo estágio (J2), distribuídas em dois orifícios no solo (0,5 mL da suspensão  
122 em cada), próximos à haste da planta. Em 2014, após sete dias de plantio, foram inoculados 1,2 mL da  
123 suspensão contendo 4350 ovos e 700 J2.

124 Os nematoides utilizados no experimento foram obtidos de tomateiros infectados cultivados em  
125 casa de vegetação e identificados como *Meloidogyne incognita* com base na configuração da região  
126 perineal (HARTMAN; SASSER, 1985).

127 Posteriormente, foram realizadas pulverizações semanais dos tratamentos, da mesma solução de  
128 0,1%, na parte aérea das plantas. Em 2013, as plantas permaneceram 50 dias em vasos na presença do  
129 nematoide, e em 2014 as plantas ficaram 40 dias nessa condição.

130 Foram avaliados: altura de plantas, massa fresca e seca da parte aérea, volume de raiz, número  
131 de cachos, número de frutos por cacho, peso fresco e seco dos frutos, teor relativo de clorofila, números  
132 de ovos e de J2 em 100 cm<sup>3</sup> de solo; número de ovos e de J2 presentes na raiz; número de galhas nas  
133 raízes e número de massa de ovos.

134 O teor relativo de clorofila foi avaliado através do medidor portátil SPAD-502 Konica Minolta,  
135 ao quadragésimo quarto dia, na quarta folha do ápice para a base, realizando-se três leituras por planta  
136 e calculando a média para cada folha amostrada.

137 Para realizar as avaliações de número de nematoides e ovos das raízes, estas eram cortadas em  
138 pequenos pedaços e trituradas em liquidificador durante 20 seg. Despejou-se o material triturado na  
139 peneira com malha de 400 Mesh (0,037 mm de malha) que foi lavada com jato d’água de pisseta. Essa  
140 solução de água e o residual de raízes que estavam na peneira foram submetidas ao método de flotação

141 centrífuga em solução de sacarose (FREITAS et al., 2007). A contagem foi realizada em lâmina de  
142 Peters no microscópio óptico.

143 O método empregado para a extração dos nematoides vermiformes do solo foi o de flotação  
144 centrífuga em solução de sacarose (TIHOHOD, 1989; 1993). A contagem foi realizada com auxílio da  
145 lâmina de Peters em microscópio óptico.

146 Para a coloração e contagem de massa de ovos, as raízes foram mergulhadas em solução do  
147 corante Floxina B a 0,015% por 15 min (TAYLOR; SASSER, 1978). Em seguida, as raízes foram  
148 retiradas, lavadas em água corrente e feita a contagem com auxílio de lupa de mesa.

149 Para a análise dos dados foi realizado o teste de normalidade de Lilliefors e estes foram  
150 submetidos à análise de variância, onde os experimentos foram analisados separadamente. As médias  
151 referentes aos tratamentos foram submetidas ao teste de média de Tukey. Utilizou-se o programa  
152 estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

153

#### 154 *Experimento in vitro*

155 O experimento *in vitro* foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado,  
156 composto de oito tratamentos e quatro repetições, resultando em um total de 32 parcelas, sendo que cada  
157 parcela era constituída por um frasco plástico estéril de 50 mL. Os tratamentos foram compostos do  
158 medicamento homeopático *Thuya occidentalis* nas dinamizações hahnemanianas de 6, 12, 24, 50, 100,  
159 200 e 400CH em solução de 0,1% (como descrito anteriormente) e a testemunha controle (água).

160 Para avaliação de eclosão de J2 de *M. incognita*, cada frasco conteve 10 mL de solução para  
161 cada tratamento e 1 mL da suspensão de nematoides que continha em média 250 ovos mL<sup>-1</sup>. Os frascos  
162 foram mantidos sobre a bancada do laboratório em temperatura ambiente durante o período de 15 dias.  
163 Após esse período foram avaliados a porcentagem de J2 eclodidos com auxílio de microscópio óptico.

164 Os J2 foram obtidos através da metodologia de funil de Baermann, onde foi utilizado papel filtro  
165 para café tamanho 102 sobre um funil, e a suspensão do inóculo foi depositada sobre o papel, para que  
166 os J2 eclodidos pudessem passar pelos poros do papel e migrassem para o fundo do funil sendo  
167 recolhidos na solução final (FREITAS et al., 2007).

168 Para avaliação de motilidade, em cada frasco estéril com 10 mL de cada tratamento foi colocado  
169 1 mL da suspensão de nematoide contendo aproximadamente 120 J2 de *M. incognita*. Após 24 horas da  
170 deposição dos nematoides nos frascos foi avaliada a porcentagem de nematoides aparentemente imóveis.  
171 Em seguida, para avaliação da mortalidade, os J2 foram depositados em peneiras de 400 Mesh onde foi  
172 substituído o tratamento por água de torneira e deixados nos frascos por mais 24 horas. Os J2 que  
173 permaneceram imóveis, retilíneos ou que apresentavam aspecto incomum foram considerados mortos  
174 (FRANZENER et al., 2007). As avaliações foram realizadas com auxílio de microscópio óptico e  
175 contagem em lâmina de Peters.

176 Os dados foram analisados da mesma forma que o experimento *in vivo*.

177

## 178 **Resultados e Discussão**

179

### 180 *Experimento in vivo*

181 A análise de variância e o teste de médias mostraram diferença estatística entre os tratamentos  
182 homeopáticos ( $P \leq 0,05$ ). Observando a Tabela 1, pode-se verificar que o número de massas de ovos e  
183 J2 encontrados nas raízes apresentaram diferença estatística entre os tratamentos utilizados, assim como  
184 o número de J2 em 100 cm<sup>3</sup> de solo para o experimento realizado em 2013. No experimento de 2014  
185 também houve diferença estatística entre os tratamentos utilizados para as variáveis massas de ovos e  
186 J2 no solo.

187 Em 2013, a testemunha água apresentou menor número de massas de ovos comparados aos  
188 tratamentos *T. occidentalis* 200CH e 400CH, e foi igual as demais dinamizações (Tabela 1).  
189 Comportamento semelhante foi observado por Swarowsky et al. (2014), que ao estudarem o uso de  
190 diferentes dinamizações de *Cina* aplicada na parte aérea de tomateiro infectado com *M. incognita*,  
191 encontraram mais ovos de nematoides nas plantas submetidas aos tratamentos homeopáticos que na  
192 testemunha água, e associaram esse efeito a presença de etanol nos medicamentos, já que a média dos  
193 tratamentos homeopáticos e da testemunha álcool foram semelhantes. No entanto, neste trabalho, o  
194 tratamento controle foi apenas com água destilada, sem presença de etanol.

195 Diferentemente de 2013, no segundo experimento em 2014, todas as dinamizações se  
196 comportaram semelhante a testemunha água, no entanto a dinamização de 100CH resultou na menor  
197 média para a variável massa de ovos e diferenciou estatisticamente da dinamização 400CH, que mostrou  
198 a maior média (Tabela 1).

199 Para os valores de J2 nas raízes o tratamento controle diferiu estatisticamente de 50CH e 100CH,  
200 com valor superior. O tratamento 100CH apresentou a menor média seguido de 50CH, diferindo do  
201 controle água com 64,19% e 48,17% de redução de J2 na raiz respectivamente, para o primeiro  
202 experimento (2013). No segundo experimento não foram encontradas diferenças estatísticas para essa  
203 variável (Tabela 1).

204 Considerando que o tratamento controle (água) resultou em menores valores de massas de ovos  
205 nas raízes, tanto em 2013 quanto em 2014, concluiu-se que os tratamentos com *T. occidentalis* não foram  
206 capazes de interferir no desenvolvimento do patógeno, ou pelo menos, dos J2 que penetraram quando  
207 da inoculação nos primeiros dias dos tratamentos. Provavelmente, o efeito dos tratamentos com *T.*  
208 *occidentalis* ocorreram mais tardiamente, o que resultou em menor número de J2 nas raízes, J2 estes  
209 provenientes de ciclos de reprodução do patógeno nas raízes.

210 A incompatibilidade (resistência) de plantas a nematóides fitoparasitas é conferida, em alguns  
211 casos, por exsudatos liberados pelas raízes que repelem o nematoide, assim como por barreiras de  
212 penetração ou deficiências nutricionais na planta hospedeira (pela falta de um ou mais nutrientes  
213 essenciais) (KAPLAN; KEEN, 1980).

214 Estudos do controle de nematoides *in vivo* com o uso de *Thuya occidentalis* não são ainda  
215 relatados na literatura, porém existem alguns trabalhos como o de Sukul et al. (2006) que corroboram  
216 com este trabalho, pois ao testarem o medicamento homeopático *Cina* e *Santonina* em plantas de  
217 *Hibiscus esculentus*, ambos em 30CH, pulverizados na parte aérea da planta por 10 dias consecutivos  
218 para controle de *M. incognita*, puderam concluir que a *Cina* foi capaz de reduzir a população desse  
219 nematoide devido a uma condição desfavorável a permanência desses na raiz.

220 Datta (2006) também encontrou resultados que mostraram a diminuição da população de *M.*  
221 *incognita* nas raízes de amoreiras tratadas na parte aérea com o medicamento homeopático *Cina* 200CH  
222 e tintura mãe de *Cina*, supondo a ocorrência de indução de resistência.

223 Outros trabalhos relatam indução de resistência em plantas à patógenos através de uso de  
224 medicamentos homeopáticos, pela ativação do metabolismo secundário, através da eliciação de algumas  
225 enzimas relacionadas a defesa das plantas, produção de taninos, óleos essenciais e outros compostos de  
226 defesa (CASTRO, 2001; FONSECA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2014).

227 Para o número de J2 no solo, a média do tratamento 100CH foi inferior a dinamização de 6CH  
228 no ano de 2013, com redução de 64,13% respectivamente (Tabela 1). Em 2014, para o número de J2 no  
229 solo, a dinamização de 100CH também conteve a menor média entre os tratamentos, diferenciando da  
230 dinamização de 6CH e da testemunha água, com redução de 50,20% e 57,63% respectivamente. Esse  
231 resultado assemelha-se ao do ano anterior, mostrando que a dinamização de 100CH apresentou melhores  
232 resultados na redução do número de nematoides no solo.

233 Os J2 presentes no solo podem ser resultados de condições favoráveis à eclosão de ovos. Os  
234 exsudatos das raízes e compostos químicos da rizosfera podem agir como um estímulo na orientação de  
235 J2 para encontrarem a raiz, estimular a eclosão de ovos, atuar como repelentes ou inibidores, ou possuir  
236 algum composto que sejam tóxicos aos nematoides (CASWELL et al., 1991; ZHAO et al., 2000).

237 A eclosão de ovos de nematoides é um comportamento importante no ciclo de vida desses  
238 parasitas, e isso só ocorre quando as condições ambientais tais como temperatura, oxigênio e umidade  
239 do solo são favoráveis, assim como os exsudatos da raiz também podem afetar e induzir a taxa de eclosão  
240 de *Meloidogyne*, em condições em que há falta de barreiras fisiológicas, como a diapausa, que é um  
241 estágio que o desenvolvimento é inibido até que as condições específicas requeridas pelos nematoides  
242 sejam novamente favoráveis (CURTIS et al., 2009).

243 Podemos observar que, embora alguns resultados entre os anos sejam divergentes  
244 estatisticamente, os medicamentos homeopáticos, em geral, apresentaram uma tendência em apresentar  
245 os maiores valores de massa de ovos em relação à testemunha água, onde a dinamização de 400 CH  
246 apresentou os maiores valores para número de massa de ovos nos dois anos, assim como 100 CH  
247 promoveu diminuição de J2 no solo (Tabela 1).

248 As variáveis número de galhas, número de ovos presentes na raiz e no solo não foram  
249 significativos a 5% de probabilidade pelo teste Tukey no ano de 2013. As mesmas variáveis também  
250 não diferenciaram no ano de 2014, assim como número de J2 na raiz.

251 As variáveis referentes ao crescimento da planta que mostraram diferença estatística no ano de  
252 2013 foram volume de raiz, massa seca do primeiro cacho e massa fresca do primeiro cacho (Tabela 2).  
253 Para as outras variáveis como altura de plantas, massa fresca e seca de parte aérea, número de cachos,  
254 número de frutos por cacho e teor relativo de clorofila não houve diferença estatística. No ano de 2014,  
255 as variáveis que apresentaram diferença estatística foram apenas volume de raiz e massa fresca de parte  
256 aérea.

257 Em 2013, o tratamento *T. occidentalis* 200CH apresentou maior volume de raiz comparado a  
258 testemunha água e as dinamizações 12CH e 50CH com incremento de 29,23%, 37,43% e 30,76%  
259 respectivamente (Tabela 2). Já em 2014, para volume de raiz, a dinamização 12CH apresentou a menor  
260 média e diferenciou da dinamização de 100CH, porém todos os tratamentos foram semelhantes a  
261 testemunha água (Tabela 2). A dinamização 12CH em ambos os anos mostrou a menor média para essa  
262 variável.

263 Conforme Carneiro et al. (2011), a reprodutibilidade dos experimentos tem gerado resultados  
264 significativos, porém em alguns casos encontra-se o efeito oposto ao descoberto anteriormente. Para  
265 Baumgartner (2008) a reprodução de experimentos utilizando a homeopatia é uma situação complexa,  
266 pois muitos fatores estão envolvidos, principalmente as diferentes condições climáticas e ataque de  
267 pragas e doenças, necessitando-se de uma abordagem interativa.

268 Alguns trabalhos com homeopatia já verificaram esse efeito tônico que os preparados ultra  
269 diluídos são capazes de promover e encontraram resultados semelhantes, como por exemplo, Swarowski  
270 et al. (2014) ao estudarem diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Cina* aplicados em  
271 tomateiro no controle de *M. incognita* na raiz, observaram que as dinamizações 12, 24, 200 e 400CH de  
272 *Cina* mostraram maior volume de raiz que a testemunha água e testemunha sem nematoide e sem  
273 tratamento.

274 Rossi et al. (2006) ao utilizarem diferentes dinamizações do medicamento homeopático *Carbo*  
275 *vegetabilis* e seus efeitos em mudas de alface, observaram que as dinamizações 30CH e 100CH  
276 promoveram aumento no comprimento do sistema radicular em relação a testemunha sem homeopatia.

277 Bonato e Silva (2003) ao avaliarem os efeitos de diferentes dinamizações de *Sulphur* no  
278 crescimento do rabanete, observaram que algumas dinamizações do medicamento homeopático  
279 aumentaram o diâmetro da raiz enquanto outras não, e atribuíram esse efeito a característica de ação dos  
280 medicamentos homeopáticos, pois quando há similaridade entre o medicamento e o organismo, a energia  
281 vital do organismo responde de forma oposta a energia do medicamento para atuar contra sua própria  
282 doença; já quando não existe essa similaridade, pode haver desordem no sistema metabólico da planta  
283 e resultar em respostas negativas no crescimento e desenvolvimento da mesma.

284 A ação que os medicamentos provocam no organismo é chamada de ação primária, segundo  
285 Hahnemann, e o efeito provocado que faz o organismo reagir (força vital) de forma oposta ao  
286 medicamento é chamado de reação secundária. Esse comportamento tem o intuito de despertar uma

287 reação vital curativa do organismo contra seus próprios distúrbios, restabelecendo o “estado normal de  
288 saúde” (TEIXEIRA, 2013).

289 Em 2013, para os valores de massa fresca do primeiro cacho, o tratamento água diferiu de 24CH  
290 e 200CH, sendo semelhante às demais dinamizações. As dinamizações 24CH e 200CH mostraram as  
291 maiores médias, havendo aumento na massa dos frutos de 46,25% e 49% respectivamente em relação a  
292 testemunha. Já nos valores de massa seca de frutos do primeiro cacho as médias dos tratamentos 200CH,  
293 24CH e 6CH foram elevadas porém estatisticamente igual a testemunha (Tabela 2). Apesar do  
294 tratamento *T. occidentalis* 200CH apresentar maior quantidade de massa de ovos que a testemunha água  
295 (Tabela 1), essa promoveu incremento no volume de raiz e massa fresca do primeiro cacho. Sendo assim,  
296 essa dinamização promoveu a estabilização das plantas de tomateiro infectadas, onde com melhores  
297 condições de crescimento suportou a infecção de nematoides sem afetar seu desenvolvimento.

298 Considerando que o nematoide *M. incognita* é um patógeno que tem sua nutrição oriunda dos  
299 fotoassimilados produzidos pela planta, nesse estudo o uso dos medicamentos homeopáticos auxiliaram  
300 no desenvolvimento da planta doente.

301 Boff et al. (2008), ao testarem diferentes medicamentos homeopáticos, entre eles *Thuya*  
302 *occidentalis*, aplicados quinzenalmente em tomateiro no controle de pragas e doenças, verificaram que  
303 o tratamento *T. occidentalis* 60CH gerou a maior produção de frutos, produzindo 26 Mg ha<sup>-1</sup>,  
304 aumentando em 19,93% a produção em relação a testemunha controle.

305 Em 2014, em relação a massa fresca da parte aérea, a dinamização de 50 CH obteve a maior  
306 média diferindo significativamente da dinamização de 12 CH, a qual apresentou a menor média dos  
307 tratamentos, porém todos os tratamentos foram semelhantes estatisticamente à testemunha água (Tabela  
308 2).

309 Datta (2006) encontrou diferença estatística de biomassa fresca de parte aérea para as plantas de  
310 amoreira tratadas com *Cina* 200CH e tintura mãe de *Cina* em relação ao tratamento controle, os quais,  
311 além de mostrar potencial de controle de nematoide também melhoraram o crescimento das plantas,  
312 com maior comprimento de parte aérea e raiz, assim como maior massa fresca de parte aérea e raiz.

313 Panda et al. (2013) avaliaram o possível efeito do medicamento homeopático *Arsenicum album*  
314 e *Baryta carbonica* em três diferentes dinamizações no crescimento de ervilha (*Pisum sativum* L.) e  
315 todos os tratamentos homeopáticos aumentaram o peso fresco das amostras de ervilhas, assim como  
316 influenciaram na taxa fotossintética.

317 É interessante observar que as plantas tratadas com a dinamização de 50CH mostraram piores  
318 condições de crescimento no experimento de 2013, assim como 12CH no experimento de 2014,  
319 enquanto outras dinamizações apresentaram melhores resultados. Esse comportamento é típico da  
320 homeopatia e já foi encontrado em outros trabalhos, onde a mesma substância causa diferentes efeitos  
321 de acordo com a dinamização utilizada, ora estimulando uma boa reação ora estimulando pouco  
322 (BONATO; SILVA, 2008).

323 Ainda nesse roteiro de melhoria nos aspectos de crescimento da planta, Müller e Toledo (2013)  
324 notaram que na produção de tomate em cultivo protegido, alguns medicamentos homeopáticos são  
325 eficientes e incrementam o desenvolvimento das plantas, aumentam o número de frutos, promovem o  
326 crescimento do sistema radicular e da parte aérea e auxiliam no controle de pragas e doenças. Essas  
327 informações assemelham-se às repostas encontradas nesse trabalho, onde *T. occidentalis*, em  
328 dinâmizações específicas, auxiliou no controle de doença causada por nematoide e promoveu  
329 incremento em alguns aspectos do crescimento do tomateiro.

330

### 331 *Experimento in vitro*

332 Não foi encontrado diferença estatística nos testes *in vitro* para motilidade e mortalidade de J2  
333 e eclosão de ovos.

334 Diferentemente deste trabalho, Ray e Pradhan apud Betti et al. (2009), ao realizarem  
335 experimento *in vitro*, testaram 15 medicamentos homeopáticos contra nematoide de galhas, em  
336 dinâmizações não especificadas, onde *T. occidentalis* apresentou potencial de mortalidade de 26%  
337 contra os J2.

338 Swarowski et al. (2014) não encontraram influência do medicamento homeopático *Cina*, em  
339 diferentes dinâmizações, na motilidade e mortalidade de juvenis e eclosão de ovos de *M. incognita*.

340 O medicamento homeopático do presente trabalho foi escolhido baseado nos sintomas  
341 expressados pela planta quando infectada com o nematoide, confirmando ter efeito apenas no organismo  
342 ao qual possuía os sintomas que esse medicamento é capaz de curar, sendo esperado esse resultado.

343

### 344 **Conclusões**

345 Pode-se concluir que o medicamento homeopático *Thuya occidentalis* na dinamização de  
346 100CH causou redução na população de J2 do nematoide *M. incognita* nas raízes e solo, bem como no  
347 número de massas de ovos.

348 As dinâmizações deste medicamento interferem no crescimento do tomateiro, onde 200CH  
349 aumenta o volume de raiz e massa fresca de frutos, 100CH promove incremento no volume de raiz  
350 enquanto 50CH incrementa a massa fresca da parte aérea de tomateiro.

351 *Thuya occidentalis*, em todas as dinâmizações testadas, não promoveu efeito tóxico direto nos  
352 J2 e ovos de *M. incognita*.

353

### 354 **Referências Bibliográficas**

355 AGRIANUAL: *Anuário da Agricultura Brasileira*. 19. ed. São Paulo: Arcos, 2014. 460 p.

- 356 BAUMGARTNER, S.; SHAH, D.; SCHALLER, J.; KAMPFER, U.; THURNEYSEN, A.; HEUSSER,  
357 P. Reproducibility of dwarf pea shoot growth stimulation by homeopathic potencies of gibberellic acid.  
358 *Complementary Therapies in Medicine*, Londres, v. 16, n. 4, p. 183-191, 2008.
- 359 BETTI, L.; TREBBI, G.; MAJEWSKY, V.; SCHERR, C.; SHAH-ROSSI, D.; JÄGER, T.;  
360 BAUMGARTNER, S. Use of homeopathic preparations in phytopathological models and in field trials:  
361 a critical review. *Homeopathy*, Londres, v. 98, n. 4, p. 244-266, 2009.
- 362 BOERICKE, W. *Manual de matéria médica homeopática* - Tomo II. 9. ed. São Paulo: Robe Editorial,  
363 2003. 638 p.
- 364 BONATO, C.M. Homeopatia em modelos vegetais. *Cultura Homeopática*, São Paulo, v. 6, n. 21, p. 24-  
365 28, 2007.
- 366 BONATO, C.M. PROENÇA, G.T.; REIS, B. Homeopathic homeopathic drugs *Arsenicum album* and  
367 *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). *Acta Scientiarum.*  
368 *Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 1, p. 101-105, 2009.
- 369 BONATO, C.M.; SILVA, E.P. Effect of the homeopathic solution *Sulphur* on the growth and  
370 productivity of radish. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 259-263, 2003.
- 371 BOFF, P.; MADRUGA, E.; ZANELATO, M.; BOFF, M.I.C. *Pest and disease management of potato*  
372 *crops with homeopathic preparations and germplasm variability*. In: Proceeding of 16th IFOAM  
373 Organic World Congress, 2008, Modena, Italy, v. 1, p. 544-547, 2008.
- 374 BRASIL. Instrução normativa nº 07 de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de  
375 produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, v.  
376 99, n. 94, p. 11-14, 1999. Seção 1.
- 377 CARNEIRO, S.M.T.P.G.; OLIVEIRA, B.G.; FERREIRA, I.F. Efeito de medicamentos homeopáticos,  
378 isoterápicos e substâncias em altas diluições em plantas: revisão bibliográfica. *Revista de Homeopatia*,  
379 São Paulo, v. 74, n. 1/2, p. 9-32, 2011.
- 380 CASTRO, D.M. Produção de óleo essencial e campo eletromagnético de capim-Limão (*Cymbopogon*  
381 *citratus*) tratado com soluções homeopáticas. In: Seminário Brasileiro Sobre Homeopatia Na  
382 Agropecuária Orgânica, 2., 2001, Espírito Santo do Pinhal. *Anais...* Viçosa: UFV, 2001. p. 165-174.
- 383 CASWELL, E.P.; TANG, C.; DE FRANK, J.; APT. W.J. The influence of root exudates of *Chloris*  
384 *gayana* and *Tagetes patula* on *Rotylenchulus reniformis*. *Revue Néozatol*, v. 14, n. 4, p. 581-587, 1991.

- 385 CURTIS, R.H.C.; ROBINSON, A.F.; PERRY, R.N. Hatch and host location. In: PERRY, R.N.;  
386 MOENS, M.; STARR, J.L (Ed). *Root-knot nematodes*. Wallingford, Oxfordshire: CAB International,  
387 2009. p. 139–162.
- 388 DATTA, S.C. Effect of *Cina* on root-knot disease of mulberry. *Homeopathy*, Londres, v. 95, n. 2, p. 98-  
389 102, 2006.
- 390 FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*: Editora  
391 UFPA, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- 392 FHB - *Farmacopéia Homeopática Brasileira*. 3. ed. São Paulo: Andrei, 2011. 364 p.
- 393 FONSECA, M.C.M.; CASALI, V.W.D.; CECON, P.R. Efeito da aplicação única dos preparados  
394 homeopáticos *Calcarea carbonica*, *Kalium phosphoricum*, *Magnesium carbonicum*, *Natrium*  
395 *muriaticum* e *Silicea terra* no teor de tanino *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cassini. *Cultura*  
396 *Homeopática*, São Paulo, v. 5, n. 14, p. 6-8, 2006.
- 397 FRANZENER, G.; FRANZENER, A.S.M.; STANGARLIN, J.R.; FURLANETTO, C.; SCHWAN-  
398 ESTRADA, K.R.F. Proteção de tomateiro a *Meloidogyne incognita* pelo extrato de *Tagetes patula*.  
399 *Nematologia Brasileira*, Piracicaba, v. 31, n. 1, p. 27-36, 2007.
- 400 FREITAS, L.G.; NEVES, W.S.; OLIVEIRA, R.D.L. Métodos em nematologia vegetal. In: ALFENAS,  
401 A. C.; MAFIA, R. G. *Métodos em fitopatologia*. 1. ed. Viçosa: UFV, 2007. p. 253-291.
- 402 HARTMAN, K.M.; SASSER, J. N. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of differential  
403 host test and perineal pattern morphology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. *An*  
404 *Advanced Treatise On Meloidogyne*. Methodology, North Carolina: University Graphics, 1985. p. 69-  
405 77.
- 406 JONES, J.T.; HAEGEMAN, A.; DANCHIN, E.G.D.; GAUR, H.S.; HELDER, J.; JONES, M.G.K.;  
407 KIKUCHI, T.; MANZANILLA-LÓPES, R.; PALOMARES-RIUS, J.E.; WESEMAEL, W.M.L.;  
408 PERRY, R.N. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant*  
409 *Pathology*, Malden, v. 14, n. 9, p. 946-961, 2013.
- 410 KAPLAN, D.T.; KEEN, N.T. Mechanisms conferring plant incompatibility to nematodes. *Revue*  
411 *Nématol*, França, v. 3, n. 1, p. 123-134, 1980.
- 412 MODOLON, T.A.; BOFF, P.; BOFF, M.I.C.; MIQUELLUTI, D.J. Homeopathic and high dilutions  
413 preparations for pest management to tomato crop under organic production system. *Horticultura*  
414 *Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 1, p.51-57, 2012.

- 415 MULLER, S.F.; TOLEDO, M.V. Homeopatia na produção de tomate em cultivo protegido. In: VIII  
416 Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2013, Porto Alegre. *Resumos...* Porto Alegre: Cadernos de  
417 agroecologia, v. 8, n. 2, 2013. p. 1-4.
- 418 NASER, B.; BODINET, C.; TEGTMEIR, M.; LINDEQUIST, U. *Thuja occidentalis (Arbor vitae): A*  
419 *review of its pharmaceutical, pharmacological and clinical properties. Evidence-based complementary*  
420 *and alternative medicine*, New York, v. 2, n. 1, p.69-78, 2005.
- 421 OLIVEIRA, J.S.B.; MAIA, A.J.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; BONATO, C.M.; CARNEIRO,  
422 S.M.T.P.G.; PICOLI, M.H.S. Activation of biochemical defense mechanisms in bean plants for  
423 homeopathic preparations. *African Journal of Agriculture Research*, Lagos, v. 9, n. 11, p. 971-981, 2014.
- 424 PANDA, S.S.; MOHANTY, S.S.; DHAL, N.K. Effects of potentised homeopathic medicines on the  
425 germination, growth and photosynthetic activity of *Pisum sativum* L. *Recent Research in Science and*  
426 *Technology*, Humnabad, v. 5, n. 4, p. 11-14, 2013.
- 427 ROSSI, F.; AMBROSANO, E.J.; MELO, P.C.T.; GUIRADO, N.; MENDES, P.C.D. Experiências  
428 básicas de homeopatia em vegetais. *Cultura Homeopática*, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 12-13, 2004.
- 429 ROSSI, F.; MELO, P.C.T.; AMBROSANO, E.J.; GUIRAÃO, N.; SCHAMINASS', E.A. Aplicação do  
430 medicamento homeopático *Carbo vegetabilis* e desenvolvimento das mudas de alface. *Cultura*  
431 *Homeopática*, São Paulo, v. 5, n. 17, p. 14-17, 2006.
- 432 STANGARLIN, J.R.; KUHN, O. J.; ASSI, L.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F. Control of plant diseases  
433 using extracts from medicinal plants and fungi. *Science Against Microbial Pathogens: Communicating*  
434 *Current Research And Technological Advances*, Badajoz, v. 2, n. 3, p. 1033-1042, 2011.
- 435 SUKUL, N.C.; GHOSH, S.; SUKUL, A.; SINHABABU, S.P. Amelioration of root-knot disease of  
436 lady's finger plants by potentized *Cina* and *Santonin*. *Homeopathy*, Londres, v. 95, n. 3, p. 144-147,  
437 2006.
- 438 SWAROWSKY, R.A.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J.; ESTEVEZ, R.L.; MIORANZA, T.M.;  
439 MÜLLER, M.A. Influence of high dilutions of *Cina* for the control of *Meloidogyne incognita* in tomato  
440 plants. *American Journal of Plant Sciences*, Irvine, v. 5, n. 25, p. 3695-3701, 2014.
- 441 TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. *Biology, identification and control of root-knot nematodes*  
442 *(Meloidogyne sp.)*. Raleigh, North Carolina State University, 1978. 111 p.
- 443 TEIXEIRA, M.Z. *Similia similibus curentur: o princípio de cura homeopático fundamentado na*  
444 *farmacologia moderna. Revista de Medicina*, São Paulo, v. 92, n. 3, p.183-203, 2013.

- 445 TIHOHOD, D. *Nematologia Agrícola*, Jaboticabal: FCAV, v.1, 1989. 80 p.
- 446 TIHOHOD, D. *Nematologia Agrícola Aplicada*. Jaboticabal: FCAV, 1993. 372 p.
- 447 TRUDGIL, D.L.; BLOK, V.C. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally successful  
448 and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 39, n. 1, p.  
449 53-77, 2001.
- 450 WESEMAEL, W.M.L.; VIAENE, N.; MOENS, M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Europe.  
451 *Nematology*, Leiden, v. 13, n. 1, p. 3-16, 2011.
- 452 ZHAO, X. SCHMITT, M.; HAWES, M.C. Species-dependent effects of border cell and root tip exudates  
453 on nematode behavior. *Phytopathology*, St Paul, v. 90, p. 1239-1245, 2000.

454 **Tabela 1.** Número de massas de ovos (MO) e juvenis de segundo estágio (J2) em solo e em raízes de  
 455 tomateiro tratado com diferentes dinamizações de *Thuya occidentalis*. Marechal Cândido Rondon, 2013  
 456 e 2014.

Tratamentos <i>T. occidentalis</i> (CH)**	MO (2013)	MO (2014)	J2 (2013)	J2* (2013)	J2* (2014)
	n° / raiz			n° / 100 cm <sup>3</sup> de solo	
6	438,75 a b c	827,33 a b	159,75 a b c	12,66 a	26,35 a b
12	388,50 b c	1039,66 a b	125,00 a b c	10,14 a b	17,00 b c
24	442,75 a b c	1106,33 a b	152,75 a b c	7,55 a b	24,81 a b c
50	397,25 b c	1001,00 a b	110,00 b c	7,79 a b	18,98 a b c
100	406,00 b c	788,00 b	76,00 c	4,54 b	13,12 c
200	462,50 a b	1073,33 a b	178,50 a b	7,67 a b	24,26 a b c
400	531,25 a b	1222,33 a	141,25 a b c	9,07 a b	22,47 a b c
Controle (água)	344,75 c	869,33 a b	212,25 a	8,53 a b	30,97 a
Média	426,47	990,91	144,44	8,49	22,24
CV (%)	11,65	15,17	29,58	28,26	20,17

457 Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

458 \*Valores transformados em  $\sqrt{x + 1}$

459 \*\*CH = centesimal hahnemanniana

460

461 **Tabela 2.** Volume de raiz (VR), massa seca do primeiro cacho (MS1C), massa fresca do primeiro cacho  
 462 (MF1C) e massa fresca da parte aérea (MFPA) de tomateiro infectado com *M. incognita* e tratado com  
 463 diferentes dinamizações de *Thuya occidentalis*. Marechal Cândido Rondon, 2013 e 2014.

Tratamentos <i>T. occidentalis</i> (CH)*	VR (2013)	VR (2014)	MS1C (2013)	MF1C (2013)	MFPA (2014)
	mL / planta		g / planta		
6	40,50 a b c	29,67 a b	9,56 a	131,40 a b c	96,33 a b
12	30,50 c	19,00 b	8,90 a b	121,95 a b c	85,00 b
24	44,75 a b	29,67 a b	9,77 a	147,60 a b	97,00 a b
50	33,75 b c	25,00 a b	7,31 b	98,08 c	97,67 a
100	43,25 a b c	30,67 a	8,78 a b	126,88 a b c	93,33 a b
200	48,75 a	29,33 a b	9,46 a	150,38 a	93,00 a b
400	40,00 a b c	25,00 a b	8,88 a b	102,28 b c	96,00 a b
Controle (água)	34,50 b c	21,67 a b	7,89 a b	100,92 c	91,33 a b
Média	39,50	26,25	8,82	122,43	93,71
CV (%)	13,81	14,28	10,16	16,17	4,60

464 Na coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

465 \*CH = centesimal hahnemanniana.

### 3 ARTIGO II

**TROCAS GASOSAS E CURVAS DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA EM  
TOMATEIRO INFECTADO COM *Meloidogyne incognita* E TRATADO COM *Thuya  
occidentalis***

1 **TROCAS GASOSAS E CURVAS DE RESPOSTA FOTOSSINTÉTICA EM**  
 2 **TOMATEIRO INFECTADO COM *Meloidogyne incognita* E TRATADO COM *Thuya***  
 3 ***occidentalis***

4  
 5 **RESUMO**

6  
 7 Como o uso de preparados homeopáticos em plantas pode promover alterações no metabolismo  
 8 vegetal além de atuar no controle de doenças por indução de resistência, objetivou-se verificar  
 9 as respostas fisiológicas expressadas por plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.)  
 10 infectadas com *Meloidogyne incognita* e tratadas com soluções ultradiluídas de *Thuya*  
 11 *occidentalis*. Utilizou-se delineamento em blocos ao acaso em condições de casa de vegetação.  
 12 Os tratamentos constituíram das dinamizações 6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH (centesimal  
 13 hahnemanniana) de *T. occidentalis*, além da testemunha água (com nematoide e sem  
 14 tratamento) e testemunha controle (sem nematoide e sem tratamento). As variáveis de trocas  
 15 gasosas foram medidas com sistema portátil aberto de fotossíntese, realizando medidas pontuais  
 16 antes da inoculação e após a inoculação de 4350 ovos e 700 juvenis de segundo estágio em  
 17 plantas de tomate. Mediram-se as taxas de fotossíntese (*A*), condutância estomática (*gs*),  
 18 transpiração (*E*), concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha (*Ci*) e temperatura foliar (*Tleaf*) variando  
 19 a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (*DFFFA*) na testemunha controle,  
 20 água e 6, 24 e 50CH. Para as medidas pontuais de trocas gasosas, não houve diferença entre os  
 21 tratamentos. Plantas infectadas com *M. incognita* e sem tratamento promoveram aumento na  
 22 fotossíntese líquida e capacidade de carboxilação pela curva de resposta à luz. Já *T. occidentalis*  
 23 24CH inibiu o efeito de maior fixação de CO<sub>2</sub> em tomateiros inoculados por *M. incognita*,  
 24 proporcionando comportamento semelhante às plantas sadias em diferentes densidades de  
 25 fótons. Plantas tratadas com *T. occidentalis* ultradiluída apresentaram maior temperatura foliar.  
 26 **Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum* L., homeopatia, nematoide de galhas, densidade do  
 27 fluxo de fótons fotossintéticos, metabolismo fotossintético.  
 28

29  
 30 **GAS EXCHANGE AND PHOTOSYNTHETIC RESPONSE CURVES IN TOMATO**  
 31 **PLANTS INFECTED WITH *Meloidogyne incognita* AND TREATED WITH *Thuya***  
 32 ***occidentalis***

33  
 34 **ABSTRACT**

35  
 36 As the use of homeopathic preparations in plants causes changes in plant metabolism as well  
 37 as being able to act in disease control by inducing resistance, this work aimed to verify the  
 38 physiological responses expressed by tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) infected with  
 39 *Meloidogyne incognita* and treated with *Thuya occidentalis* high dilution preparations. We used  
 40 a randomized block design under greenhouse conditions. The treatments dynamizations of 6,  
 41 12, 24, 50, 100, 200 and 400CH (centesimal hahnemanniana dilution) *T. occidentalis*, in addition  
 42 to water control (with nematode and without treatment) and the control (no treatment and no  
 43 nematode). The variables of gas exchange were measured with an open portable photosynthesis  
 44 system, performing specific measures before and after nematode inoculation with 4350 eggs  
 45 and 700 second-stage juveniles in tomato plants. Were measured photosynthesis rates (*A*),  
 46 stomatal conductance (*gs*), transpiration (*E*), internal CO<sub>2</sub> concentration on leaf (*Ci*) and leaf  
 47 temperature (*Tleaf*) varying the photosynthetic photon flux density (PPFD) in the control, water  
 48 and 6, 24 and 50CH. For specific measures of gas exchange, there was no difference between  
 49 the treatments. Plants infected with *M. incognita* and untreated promoted increase in net

50 photosynthesis and carboxylation capacity for response curve to light. Already *T. occidentalis*  
51 24CH inhibited the effect of increased CO<sub>2</sub> fixation in tomato plants inoculated with *M.*  
52 *incognita*, providing similar behavior to healthy plants in different densities of photons. Plants  
53 treated with high diluted *T. occidentalis* showed higher leaf temperature.

54 **Key words:** *Solanum lycopersicum* L., homeopathy, root-knot nematode, photosynthetic  
55 photon flux density, photosynthetic metabolism.

56

57

## Introdução

58

59 Os nematoides de galhas estão ente os mais danosos patógenos de plantas, pois devido  
60 ao hábito polífago possui ampla gama de hospedeiros (Trudgill and Blok, 2001). A infecção  
61 com *Meloidogyne* pode causar mudanças na fisiologia e morfologia de seus hospedeiros,  
62 promovendo a formação de galhas nas raízes onde, conseqüentemente, os elementos vasculares  
63 são interrompidos e deformados, impedindo a normal translocação de água e nutrientes pela  
64 planta, o que interfere no crescimento do vegetal, além de causarem distúrbio no transporte de  
65 reguladores de crescimento e outros compostos das raízes para as partes aéreas das plantas  
66 (Williamson and Gleason, 2003; Taylor and Sasser, 1978).

67 O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), que é uma das principais olerícolas produzidas  
68 no Brasil, quando conduzida em sistema convencional demanda o uso intensivo de agrotóxicos  
69 para o controle de pragas e doenças (Diniz et al., 2006), havendo assim a necessidade de  
70 métodos alternativos. Entre esses métodos encontra-se a indução de resistência, que é a ativação  
71 de defesas da planta pela aplicação de eliciadores de origem biótica ou abiótica, como os  
72 medicamentos homeopáticos ou as soluções ultradiluídas (Swarowsky et al., 2014).

73 A uso da homeopatia foi reconhecida e permitida na agricultura orgânica para o controle  
74 de pragas e doenças (Brasil, 1999). Essa ciência, que utiliza substâncias altamente diluídas e  
75 dinamizadas, vem sendo usada em diversos segmentos da agricultura, principalmente na área  
76 de proteção de plantas, podendo ainda contribuir na auto regulação do sistema solo-planta-

77 atmosfera e ajudar na manutenção da saúde através de seu efeito tônico ou de inibição  
78 diretamente aos agentes patogênicos (Toledo et al., 2011).

79 Quando infecta uma planta hospedeira, o nematoide rapidamente rompe as rotas  
80 fisiológicas que envolvem a maioria dos principais processos na planta, como respiração,  
81 fotossíntese, translocação de nutrientes, relação hídrica e balanço hormonal (Malakeberhan and  
82 Webster, 1993).

83 Na visão homeopática, as doenças são consequência da perda da homeostase do  
84 organismo, e apesar de resultados efetivos a campo, pouco se sabe sobre os mecanismos  
85 fisiológicos de atuação das substâncias dinamizadas (Bonato, 2007).

86 Não se sabe quais são os mecanismos fisiológicos que o medicamento homeopático  
87 pode alterar quando utilizados em plantas infectadas com nematoide e tratadas com  
88 medicamentos homeopáticos. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar as respostas  
89 fisiológicas de plantas de tomateiro infectadas com *M. incognita* e tratadas com soluções  
90 ultradiluídas do medicamento homeopático *Thuya occidentalis*.

91

## 92 **Material e Métodos**

93

94 O experimento foi realizado em casa de vegetação climatizada de setembro à outubro  
95 de 2014.

96 O ensaio foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com nove tratamentos e  
97 quatro repetições, totalizando 36 parcelas, sendo que cada vaso representou uma parcela. Os  
98 tratamentos foram compostos do medicamento homeopático *Thuya occidentalis* nas  
99 dinamizações de 6, 12, 24, 50, 100, 200 e 400CH (centesimal hahnemaniana), a testemunha  
100 água (com nematoide e sem tratamento) e testemunha controle (sem nematoide e sem  
101 tratamento).

102 Os medicamentos foram obtidos em farmácia homeopática, em escala centesimal pelo  
103 método Hahnemanniano, onde diluiu-se 1 parte do medicamento homeopático em 99 partes de  
104 etanol 30%, e sucucionou-se 100 vezes, de acordo com as normas da Farmacopéia Homeopática  
105 Brasileira (FHB, 2011).

106 Sementes de tomate da cultivar “Santa Clara” foram semeadas em bandejas de  
107 poliestireno contendo substrato comercial para obtenção das mudas. Após 25 dias da  
108 semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 2 L contendo uma mistura  
109 de solo, areia e composto orgânico (2:2:1) esterilizados por autoclavagem à 120 °C/1 atm  
110 durante 1 hora.

111 No momento do transplante, o sistema radicular das mudas de tomateiro foi mergulhado  
112 em solução de 0,1% dos tratamentos (1 mL do tratamento diluído em 1 L de água destilada)  
113 (Bonato et al., 2009) e em seguida foi realizado o plantio nos vasos.

114 Os nematoides utilizados no experimento foram obtidos de tomateiros infectados  
115 cultivados em vasos em casa de vegetação, e identificados como *Meloidogyne incognita* com  
116 base na configuração da região perineal (Hartman and Sasser, 1985).

117 Para a extração das raízes com o inóculo de nematoides, estas foram cortadas em  
118 pequenos pedaços e trituradas em liquidificador durante 20 seg. Despejou-se o material  
119 triturado na peneira com malha de 400 Mesh (0,037 mm de malha) que foi lavada com jato  
120 d’água de pisseta. Essa solução de água e o residual de raízes que estavam na peneira foram  
121 submetidas ao método de flotação centrífuga em solução de sacarose (FREITAS et al., 2007).  
122 A contagem foi realizada em lâmina de Peters no microscópio óptico.

123 Sete dias após o tratamento das mudas e do plantio destas em vasos, foi inoculado 1,2  
124 mL da suspensão de nematoides contendo 4350 ovos e 700 juvenis de segundo estágio (J2),  
125 distribuídas em dois orifícios no solo (0,6 mL da suspensão em cada), próximos à haste da

126 planta. Posteriormente, foram realizadas pulverizações semanais dos tratamentos, da mesma  
127 solução de 0,1%, na parte aérea das plantas.

128 As medidas de trocas gasosas foram realizadas em dias de pleno sol, entre 9 e 11 horas  
129 da manhã, utilizando medidor portátil de fotossíntese (Li-6400XT, LI-COR, Lincoln, Nebraska  
130 – USA), infra red gas analyser (IRGA). Ocorreram quatro avaliações pontuais, sendo a primeira  
131 medida antes da inoculação de nematoides e antes da segunda aplicação de *T. occidentalis*, e  
132 aos cinco, oito e 13 dias após a inoculação. Neste período, as medidas de trocas gasosas foram  
133 realizadas em todas as plantas.

134 Essas medidas foram realizadas na segunda folha totalmente expandida com mais de 6  
135 cm<sup>2</sup> e expostas à luz solar, onde foram determinadas: *A* – Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>  
136 (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); *E* – Taxa de transpiração (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>); *g<sub>s</sub>* – Condutância estomática  
137 (mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e *C<sub>i</sub>* – Concentração interna de CO<sub>2</sub> (μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>). A temperatura do ar no  
138 interior da câmara do sistema fotossintético foi de 21,63, 28,56, 25,45 e 29,95°C; com déficit  
139 de pressão de vapor (*DPV*) a 1,46, 2,71, 2,22 e 2,36 kPa e umidade relativa do ar de 38,25,  
140 39,43, 44,71 e 43,08%.

141 Também foi mensurada a curva de resposta fotossintética à luz, o qual foi realizada em  
142 plantas que receberam os tratamentos de 6, 24 e 50CH aos 14, 15 e 17 dias após a inoculação,  
143 respectivamente. Cada dinamização foi comparada às testemunhas água (com inóculo) e  
144 controle (sem inóculo e sem tratamento).

145 A curva de resposta da taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> para diferentes fluxos de  
146 fótons fotossinteticamente ativos (*DFFFA*) foi realizada utilizando um diodo emissor de luz  
147 vermelha (*LED*) artificial, controlado por um sensor *quantum* localizado no interior da câmara  
148 foliar; a curva foi obtida através da variação a partir de 1800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> a zero, sempre em  
149 conjunto de 400 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup> artificial. A curva de resposta de *A* com *DFFFA* sempre foi  
150 ajustada de acordo com a equação (Prado and Moraes, 1997):

151 
$$A = A_{\max} [1 - e^{-k(Q - Q_c)}],$$

152 onde  $A_{\max}$  é a taxa máxima de fotossíntese líquida;  $k$  é a constante de ajustamento;  $Q$  é a  
 153 densidade de fótons e  $Q_c$  é o ponto de compensação. Para os demais parâmetros os dados foram  
 154 ajustados utilizando-se o programa Sigmaplot 12.0 (SIGMA PLOT, 2011) adotando-se aqueles  
 155 modelos que proporcionaram os maiores valores de coeficiente de correlação.

156 Também foram calculadas as razões: eficiência no uso de água ( $EUA$ )  $A/E$  ( $\mu\text{mol CO}_2 /$   
 157  $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), capacidade de carboxilação ( $ACi$ )  $A/C_i$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1} / \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$   
 158  $^1$ ) e eficiência intrínseca no uso da água ( $EIUA$ )  $A/g_s$  ( $\mu\text{mol CO}_2 / \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) (Zhang et al.,  
 159 2001).

160 Os valores obtidos das análises pontuais e curva de  $DFFFA$  foram submetidos à análise  
 161 de variância. Quando o fator tratamento de plantas apresentou diferença significativa, as médias  
 162 foram submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator de  $DFFFA$ , as médias  
 163 foram submetidas à análise de regressão. Já para interação significativa entre os fatores  
 164 tratamento de plantas e  $DFFFA$ , foi realizado a análise de desdobramento para o fator  
 165 tratamento de plantas dentro de cada nível de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente  
 166 ativos, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR  
 167 (Ferreira, 2011).

168

## 169 **Resultados e Discussão**

170

### 171 *Trocas gasosas*

172

173 A análise de variância para os dados das trocas gasosas pontuais, realizados em todos  
 174 os tratamentos, em quatro dias: antes da inoculação e aos cinco, oito e 13 dias após a inoculação,

175 não mostraram diferença estatística entre os tratamentos homeopáticos e as testemunhas ( $P \leq$   
176 0,05) (Tabela 1).

177

178 *Curvas de resposta fotossintética à luz*

179 *T. occidentalis 6CH, testemunhas água e controle*

180 Em relação a Figura 1 A, não houve interação entre os fatores: tratamentos e densidade  
181 de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (*DFFFA*), mostrando que a dinamização de 6CH  
182 de *T. occidentalis* não influenciou na taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (*A*), sendo  
183 estatisticamente semelhante a testemunha água e ao tratamento controle (planta sadia). A partir  
184 da curva exponencial obtida para essa variável, a saturação de fotossíntese líquida de  $\text{CO}_2$   
185 ocorreu nas concentrações mais altas de aproximadamente  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de *DFFFA*, o que  
186 pode ser devido a limitação das reações de carboxilação (Taiz and Zeiger, 2013).

187 Para a variável condutância estomática ( $g_s$ ), 6CH mostrou menor média comparado aos  
188 tratamentos água e controle, independente da densidade de fótons utilizada (Figura 1 B). Isso  
189 demonstrou que as plantas tratadas com *T. occidentalis* 6CH apresentaram uma tendência ao  
190 fechamento estomático ( $0,27 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). O medicamento homeopático inibiu o efeito que as  
191 plantas de tratamento controle e água ( $0,43$  e  $0,45 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  respectivamente) apresentaram,  
192 porém sem interferir na atividade fotossintética.

193 Os estômatos são responsáveis por regular as trocas gasosas entre plantas e meio  
194 ambiente além de controlarem a perda de água por alteração no tamanho do poro estomático, e  
195 esse movimento é afetado por vários estímulos ambientais, como umidade relativa do ar,  
196 concentração de  $\text{CO}_2$  e intensidade de luz (Melloto et al., 2008).

197 Silva (2005), ao aplicar *Suphur* 6CH no solo cultivado com plantas de *Sphagneticola*  
198 *trilobata* (L.) Pruski, constatou que a assimilação de  $\text{CO}_2$  teve tendência a ser menor em plantas  
199 submetidas ao medicamento homeopático, atribuindo esse efeito a uma possível patogenesia

200 que o *Sulphur* é capaz de causar, já que quando aplicado *Appis mellifica* obteve resultados de  
201 incremento na assimilação de CO<sub>2</sub> em relação ao controle. Nesse trabalho as plantas submetidas  
202 ao tratamento homeopático de *T. occidentalis* 6CH apresentaram uma tendência de diminuição  
203 de *A* e *g<sub>s</sub>*, porém essa hipótese não pode ser generalizada, uma vez que as plantas de tomate  
204 nesse estudo não apresentaram nenhum aspecto aparente de patogênese.

205 Segundo Krishania et al. (2013) as plantas estão dispostas a fatores de estresses bióticos  
206 e abióticos que podem impedi-las de alcançarem seu máximo potencial genético de  
207 produtividade, além de causarem modificações nos padrões regulares do metabolismo das  
208 plantas.

209 Há na literatura relatos de que quando a planta está submetida à condições de estresses,  
210 estas respondem produzindo compostos que podem levar ao fechamento estomático, como o  
211 ácido abscísico e espécies reativas de oxigênio, de forma a induzir elevações na concentração  
212 de Ca<sup>2+</sup> no citossol das células guardas, levando ao fechamento dos estômatos (Klüsener et al.,  
213 2002).

214 Por conseguinte, em relação a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*), através da análise de  
215 regressão observou-se uma curva de comportamento exponencial invertida, onde a queda da  
216 concentração de μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup> inicia-se em 0 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> *DFFFA* e começa a estabilizar  
217 próximo a 900 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Entre 900 e 1800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, corresponde ao período de maior  
218 abertura estomática, o qual controla a entrada de CO<sub>2</sub> por difusão. O medicamento homeopático  
219 6CH apresentou menor média (338,73 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>) que as duas testemunhas (350,49 e  
220 352,06 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>), provavelmente pela menor abertura estomática, contudo, sem  
221 apresentar interferência à fixação de CO<sub>2</sub> (Figura 1 C).

222 Para a taxa de transpiração foliar (*E*), a curva de resposta à *DFFFA* apresentou  
223 comportamento exponencial, aumentou-se o valor de *E* conforme aumentou-se a densidade de  
224 fluxo de fótons. A dinamização 6CH apresentou menor média (3,88 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em

225 relação aos demais tratamentos controle (4,76 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e água (4,88 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>  
226 s<sup>-1</sup>) (Figura 1 D). A menor perda de água pelas plantas tratadas com homeopatia 6CH, pode ser  
227 explicada pelo fechamento estomático (Figura 1 B). Quando ocorre a diminuição na  
228 condutância estomática, por consequência a taxa de transpiração também diminui, porém em  
229 maior proporção que a diminuição da taxa de fotossíntese líquida (Habermann et al., 2003).

230 A eficiência intrínseca no uso da água (*EIUA*) é a razão entre a fixação de CO<sub>2</sub> e  
231 condutância estomática. Esta variável obteve estabilidade aproximadamente em 450 μmol m<sup>-2</sup>  
232 s<sup>-1</sup> (*DFFFA*), ou seja, a abertura estomática ocorreu com a mesma proporção ao aumento da  
233 fixação de CO<sub>2</sub> de 450 a 1800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (*DFFFA*) (Figura 1 F). Houve diferença significativa  
234 apenas entre os tratamentos. Independentemente do nível de densidade de fluxo de fótons, o  
235 tratamento homeopático *T. occidentalis* 6CH foi superior (23,05) aos tratamentos água (16,36)  
236 e controle (15,07), confirmando o fechamento estomático observado na figura 1 B,  
237 proporcionado pelo tratamento homeopático.

238 A variável *EUA*, razão entre taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> e transpiração foliar,  
239 apresenta um valor relativo de perda de H<sub>2</sub>O em forma de vapor para cada CO<sub>2</sub> fixado (Figura  
240 1 E). A partir da análise de regressão pelo modelo de hipérbole, a *EUA* apresentou máximo  
241 valor aproximadamente em 800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (*DFFFA*), e logo em seguida ocorreu um  
242 decréscimo até 1800 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, o qual pode ser entendida se observar o acréscimo  
243 exponencial da perda de água *E* (Figura 1 D). Os fatores tratamentos de plantas e *DFFFA* não  
244 apresentaram interação significativa (Figura 1 E), no entanto, quando as médias dos tratamentos  
245 foram comparadas entre si, a eficiência no uso da água foi superior em plantas tratadas com *T.*  
246 *occidentalis* 6CH, provavelmente devido aos menores valores de *g<sub>s</sub>* que influenciou diretamente  
247 a transpiração foliar (Figura 1 B e E).

248 Para Martin et al. (1994), a taxa de fotossíntese foliar e a eficiência no uso da água são  
249 controladas por propriedades estomáticas e pelas características anatômicas das folhas, pois ao

250 estudarem a taxa fotossintética entre espécies de *Lycopersicum* sugeriram que as diferenças  
251 entre  $A$  e  $A/g_s$  entre espécies de tomate eram dependentes da média de  $g_s$ . Essa característica  
252 pode ser importante no crescimento de plantas em ambientes que sofram limitações de água, já  
253 que essa variável expressa a produção de biomassa por unidade de água (Van Den Boogaard et  
254 al., 1997).

255 A capacidade de carboxilação ( $AC_i$ ) não apresentou nenhuma diferença significativa  
256 entre as médias (Figura 1 G). Através do modelo de regressão exponencial, é possível observar  
257 que houve uma estabilização de  $AC_i$  aproximadamente a  $1400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ( $DFFFA$ ) e a  
258 capacidade de carboxilação máxima atingida a  $0,07 (AC_i)$  com  $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

259 A temperatura foliar ( $T_{leaf}$ ) apresentou comportamento linear, variando de forma  
260 decrescente de  $0$  a  $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ( $DFFFA$ ) (Figura 1 H). Esta queda pode ser compreendida  
261 pelo aumento da taxa de transpiração foliar, causando o resfriamento da folha. Neste sentido, o  
262 tratamento controle apresentou maior estabilidade de temperatura foliar em relação ao aumento  
263 de densidades de fluxos de fótons. Houve diferença apenas quando comparou-se os tratamentos  
264 entre si, independente da densidade de fótons. As plantas que receberam o tratamento de *T.*  
265 *occidentalis* 6CH apresentaram média de  $33,26^\circ\text{C}$ , superior ao tratamento água ( $32,75^\circ\text{C}$ ) o  
266 qual não diferenciou da planta sadia ( $32,23^\circ\text{C}$ ).

267

268 *T. occidentalis* 24CH, testemunhas água e controle

269 Ao avaliar-se a taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) para os tratamentos controle,  
270 tratamento água e *T. occidentalis* 24CH (Figura 2), a curva de resposta a  $DFFFA$  foi diferente  
271 daquela observada com o medicamento homeopático 6CH juntamente aos demais tratamentos  
272 (água e controle) (Figura 1 A). Houve interação significativa entre os fatores de tratamento de  
273 plantas e  $DFFFA$ . Através do modelo exponencial ajustado, houve a saturação de assimilação  
274 líquida de  $\text{CO}_2$  aproximadamente a  $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ( $DFFFA$ ). O ponto de compensação de

275 luz foi menor para plantas submetidas ao tratamento controle ( $16,68 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), em seguida  
276 o tratamento *T. occidentalis* 24CH ( $18,31 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e plantas que receberam o tratamento  
277 água obtiveram maior ponto de compensação de luz ( $23,89 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Essa diferença mostra  
278 que as plantas do tratamento controle (saudáveis) necessitam de menos  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fótons  
279 para iniciar o processo de fotossíntese.

280 Habermann et al. (2003) encontraram menor ponto de compensação de luz em plantas  
281 de citros saudáveis comparadas as plantas doentes com CVC (clorose variegada do citros),  
282 doença essa que leva a obstrução dos sistema vascular das plantas, e concluíram que o aumento  
283 da irradiância sobre o ponto de compensação de luz resulta em aumento na fotossíntese,  
284 indicando que a fotossíntese é limitada pela quantidade de luz disponível e a saturação da curva  
285 de *DFFFA* é limitada pela taxa de transporte de elétrons e regeneração da enzima rubisco. Os  
286 autores ainda realizaram a medição de rendimento quântico aparente, pela inclinação da linha,  
287 e sugeriram que a eficiência do ciclo de Calvin, em termos de utilização de ATP e NADPH, foi  
288 menor em folhas com CVC.

289 As plantas inoculadas com os nematoides e sem aplicação do tratamento homeopático  
290 (tratamento água) apresentaram maior taxa fotossintética, a partir de  $480 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (*DFFFA*)  
291 sendo superior às plantas tratadas com *T. occidentalis* 24CH, porém não diferenciando com as  
292 sadias. Quando foi utilizado as densidades de 960, 1440 e 1800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de densidade de  
293 fluxo de fótons, o tratamento água apresentou médias superiores em relação aos demais  
294 tratamentos (Figura 2 A). De acordo com as equações, os tratamentos água, *T. occidentalis*  
295 24CH e controle apresentaram taxas máximas de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  de 22,09, 18,88 e  
296  $18,75 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

297 Esses fatos ocorreram em consequência da abertura estomática ( $g_s$ ), que embora não  
298 tenha apresentado interação entre os fatores, a maior média de condutância estomática ( $0,60$   
299  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi encontrado em plantas do tratamento água (Figura 2 B). Os tratamentos controle

300 e *T. occidentalis* 24CH mostraram as menores médias (0,38 e 0,35 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). O  
301 comportamento estomático pode ser afetado tanto por fatores climáticos como por fatores  
302 hormonais (Dodd, 2003).

303       Aparentemente *T. occidentalis* 24CH parece ter inibido esse efeito provocado pelos  
304 nematoides, já que esse tratamento teve comportamento próximo às plantas sadias. O  
305 comportamento do tratamento água pode ser resultado de um desequilíbrio hormonal  
306 promovido pela infecção do nematoide, uma vez que os patógenos são capazes de interferir nas  
307 mudanças hormonais promovidas pela planta como estratégia de sua defesa, além de  
308 produzirem fitohormônios como estratégia de infecção (Robert-Seilaniantz et al., 2007).  
309 Nematoides de galhas, *M. incognita*, tem mostrado serem capaz de produzir auxina conjugada  
310 e citocinina, podendo interferir no balanço hormonal das células das plantas (De Meutter et al.,  
311 2003, 2005).

312       Quando os J2 dos nematoides formadores de galhas infectam o hospedeiro, estes  
313 penetram na ponta da raiz e se movem entre as células até atingirem o cilindro vascular, onde  
314 através da liberação de secreções esofagianas induzem a formação de seus sítios de alimentação  
315 formando as células gigantes (Caillaud et al., 2008). No momento em que o nematoide alcança  
316 o feixe vascular e nos estágios iniciais da interação entre nematoide e planta, Lohar et al. (2004)  
317 encontraram picos de citocinina em plantas transgênicas de *Lotus japonicus*, porém não se sabe  
318 se esse aumento no nível de citocinina se deve às secreções do nematoide ou a sensibilidade do  
319 hospedeiro.

320       Bird e Loveys (1980) encontraram diferenças no conteúdo de citocinina em plantas de  
321 tomate infectadas com *Meloidogyne javanica* quando comparadas às plantas controle  
322 principalmente nos estágios em que o nematoide sofre mudanças de estágios de  
323 desenvolvimento (J2 para J3 e J4).

324 No entanto, De Meutter et al. (2003) detectaram a presença de citocinina em exsudatos  
325 de *M. incognita* em experimento *in vitro*, sendo benziladenida e zeatina as formas mais  
326 proeminentes, ressaltando que esse hormônio pode ser importante na ativação do ciclo celular  
327 e na indução do sítio de alimentação.

328 Para Farquhar e Sharkey (1982), o aumento da oferta de citocinina nas raízes poderia  
329 aumentar a fotossíntese, estimulando a formação de clorofila e a síntese de proteína, e ao mesmo  
330 tempo promover a abertura estomática. Já em relação a auxina, há evidências que este hormônio  
331 possa promover o fechamento estomático (Dodd, 2003). As citocininas produzidas na raiz são  
332 transportadas através do xilema para a parte aérea das plantas, para regular o crescimento das  
333 mesmas (Takey et al., 2001). Os pigmentos fotossintéticos presentes nas plantas, como a  
334 clorofila e carotenóides, são essências para o processo de fotossíntese nos vegetais, pois captam  
335 a radiação solar e dão início a fase fotoquímica da fotossíntese, fixando o CO<sub>2</sub> e produzindo  
336 carboidratos (Kluge et al., 2015).

337 Para Bird (1974), os nematoides podem usar esses hormônios de crescimento para seus  
338 próprios propósitos e podem exigir um certo nível deles nas plantas hospedeiras para que  
339 possam crescer e se reproduzir corretamente.

340 Messchmidt (2013) relatou que o porta enxerto de pessegueiro cultivar Capdeboscq,  
341 suscetível ao nematoide das galhas, apresentou maior taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub>  
342 quando inoculado com *M. javanica* nos primeiros 60 dias, sendo semelhantes estatisticamente  
343 aos 90, 120 e 150 dias, podendo ser uma resposta inicial à infecção do nematoide. Nesse  
344 trabalho, as avaliações foram realizadas aos 14, 15 e 17 dias após a infecção, sem ainda sintomas  
345 visuais da doença.

346 Em relação a curva de  $C_i$ , esta apresentou um comportamento exponencial inverso e as  
347 médias responsivas ao comportamento da variável  $g_s$ . O tratamento água teve maior média de

348 concentração interna de CO<sub>2</sub> (359,58 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>), provavelmente pela maior abertura  
349 estomática, assim como os valores da curva equivalente a transpiração (*E*) (Figura 2 C e D).

350 As plantas que receberam o tratamento água, perderam uma média de 4,28 mmol H<sub>2</sub>O  
351 m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (*E*), média superior quando comparado ao tratamento 24CH e controle (3,44 e 3,23 mmol  
352 H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). Plantas do tratamento controle (sadias) apresentaram maior eficiência no uso da  
353 água com valor médio de 2,10 sendo superior ao 24CH, o qual obteve média maior (1,87) que  
354 o tratamento água (1,72) (Figura 2 E). Face ao exposto, *EUA* demonstra que apesar das plantas  
355 com nematoides e tratadas com água fixarem mais CO<sub>2</sub> que os demais tratamentos, foi  
356 necessário que ocorressem maiores perdas de água em forma de vapor. Neste caso, plantas  
357 sadias sem inóculo de nematoides, perderam menor quantidade de água para fixar CO<sub>2</sub>. Este  
358 resultado pode ser explicado pela limitação na atividade fotossintética nas mais baixas  
359 densidade de fluxo de fótons, entre 0 e 300 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Figura 2 A) (Taiz and Zeiger, 2013),  
360 visto que, apesar de não apresentar interação significativa entre os fatores, a curva de  
361 transpiração foliar das plantas do tratamento água apresentou superioridade em todos níveis de  
362 densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos utilizada, diminuindo a média de *EUA*  
363 (Figura 2 D e E). Em concordância deste trabalho, Messchimidt (2013) encontrou maiores taxas  
364 de eficiência no uso da água para os porta enxertos de pessegueiro sadios quando comparado  
365 aos porta enxertos infectados com *M. incognita*.

366 A eficiência intrínseca no uso da água (*EIUA*) obteve estabilidade a partir de  
367 aproximadamente 600 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (*DFFFA*) para plantas da testemunha controle e plantas  
368 tratadas com *T. occidentalis* 24CH. Já as plantas inoculadas com nematoides e tratadas somente  
369 com água, estabilizaram-se a partir de 900 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (*DFFFA*) (Figura 2 F). Por meio da  
370 análise de regressão dos pontos ajustados de *EIUA*, a testemunha água obteve ponto máximo  
371 de 24,49 com média de 11,63 *EIUA*, resultado inferior quando comparou-se com plantas  
372 tratadas com *T. occidentalis* 24CH (18,07) e tratamento controle (19,93), os quais alcançaram

373 ponto máximo de 34,20 e 33,75. O medicamento homeopático *T. occidentalis* com dinamização  
374 24CH impediu a abertura estomática provocada pela infecção do nematoide, com isso, alterou  
375 o metabolismo da planta para que a mesma proporcionasse o mesmo comportamento das  
376 plantas sadias. Tahery (2012a) encontrou aumento nos valores de condutância estomática para  
377 algumas cultivares de plantas de *Hibiscus cannabinus* infectadas com *M. incognita* aos 60 e 90  
378 dias após a inoculação dos nematoides.

379 A variável  $AC_i$ , que relaciona a fotossíntese ( $A$ ) com a concentração interna de  $CO_2$  no  
380 mesófilo foliar ( $C_i$ ), apresenta a estimativa da eficiência de carboxilação da enzima rubisco *in*  
381 *vivo* (Figura 2 G). Houve interação significativa entre os fatores, quando utilizou-se as  
382 densidades de fluxo de fótons, 960, 1440 e 1800  $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ , onde plantas infectadas com  
383 nematoides e tratadas com água tiveram maior capacidade de carboxilação. Apesar do  
384 tratamento homeopático *T. occidentalis* 24CH proporcionar maior média de *EUA* e *EIUA* que  
385 plantas tratadas com água, a razão de  $AC_i$  demonstra que a capacidade em fixar  $CO_2$  não se  
386 comportou como as demais razões (*EUA* e *EIUA*), ou seja, em condições deste estudo, a fixação  
387 de  $CO_2$  pelas plantas de tomateiro dependeu diretamente da inoculação de *M. incognita*, pois a  
388 utilização de *T. occidentalis* 24CH inibiu esse efeito. O aumento na fotossíntese pode estar  
389 relacionado tanto com o aumento da abertura estomática, que permite maior difusão de  $CO_2$   
390 para os espaços intercelulares, assim como pode estar relacionado com o aumento da eficiência  
391 de carboxilação (Machado et al., 2005).

392 Em relação a temperatura foliar (*Tleaf*), assim como na Figura 1 com o tratamento 6CH,  
393 as médias de plantas tratadas com *T. occidentalis* 24CH foram mais elevadas (28,98 °C) que as  
394 plantas do tratamento água (28,54 °C) e tratamento controle (28,03 °C), no entanto não houve  
395 interação com diferentes densidades de luz (*DFFFA*).

396

397 *T. occidentalis* 50CH, testemunhas água e controle

398 Para as avaliações de  $A$ ,  $g_s$ ,  $C_i$ ,  $E$ ,  $EUA$ ,  $EIUA$ ,  $A/C_i$  e  $Tleaf$  dos tratamentos com *T.*  
399 *occidentalis* dinamização 50CH, água e controle, não houve interação significativa entre os  
400 fatores tratamentos de plantas e *DFFFA*, no entanto houve diferença ao comparar as médias  
401 dos diferentes tratamentos entre si (Figura 3).

402 O comportamento da curva de taxa de assimilação líquida de  $CO_2$  sob diferentes *DFFFA*  
403 para os tratamentos *T. occidentalis* 50CH e as duas testemunhas manteve a mesma tendência  
404 que a curva com a dinamização de 24CH (Figura 2 A), onde o tratamento água obteve maior  
405 média de  $A$  ( $8,23 \mu\text{mols } CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), com ponto máximo de  $19,40 \mu\text{mols } CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e ponto  
406 de compensação de luz  $17,99 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  pelo modelo exponencial ajustado (Figura 3 A). O  
407 tratamento controle obteve menor taxa de assimilação líquida de  $CO_2$  com média de  $7,56 \mu\text{mols}$   
408  $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , ponto máximo de  $17,07 \mu\text{mols } CO_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e ponto de compensação  $17,04 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,  
409 não diferenciando com a média da assimilação de plantas infectadas por nematoides e tratadas  
410 com *T. occidentalis* 50CH.

411 A fotossíntese líquida, concentração interna de  $CO_2$  e transpiração foliar correspondem  
412 diretamente à condutância estomática (Figura 3 A, C, D e B), pois, assim como foi observado  
413 nas análises dos tratamentos com *T. occidentalis* 6CH e 24CH, com exceção da Figura 1 A, os  
414 tratamentos que apresentaram maior  $g_s$  também apresentaram maior difusão de  $CO_2$  ( $C_i$ ),  
415 consequentemente, maior assimilação líquida de  $CO_2$  ( $A$ ) e transpiração foliar ( $E$ ). O  
416 medicamento homeopático parece atuar de forma a inibir o estímulo que o nematoide provoca  
417 na alteração da fotossíntese, podendo resultar na menor quantidade de fotoassimilados  
418 produzidos pela planta para suprir o dreno provocado pelos nematoides.

419 As variáveis  $EUA$  e  $EIUA$ , comparando os tratamentos água, controle e *T. occidentalis*  
420 50CH (Figura 3 E e F), mantiveram as mesmas tendências das curvas com a dinamização de  
421 24CH (Figura 2 E e F), mostrando que a planta sadia sem a presença do nematoide (testemunha

422 controle) apresentou maior eficiência no uso da água e eficiência intrínseca no uso da água sob  
423 diferentes *DFFFA*.

424 Tahery (2012b), ao estudar o efeito do nematoide *M. incognita* nas respostas de água  
425 em *Hibiscus cannabinus* L., encontrou resultados semelhantes, onde as plantas inoculadas com  
426 os nematoides apresentaram os menores valores de *EUA* e *EIUA* comparada as plantas controle  
427 (sem nematoide) aos 30, 60 e 90 dias após a inoculação.

428 Apesar de *A* e *Ci* apresentarem diferença entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de  
429 probabilidade, a razão de *A/Ci* não apresentou nenhuma diferença tanto para comparação dos  
430 tratamentos entre si, quanto à interação entre fatores (Figura 3 G). Todavia, para a análise de  
431 regressão das médias de *DFFFA* dentro de cada tratamento, ajustou-se à equação exponencial  
432 com o mesmo ponto máximo de *ACi* (0,06) para os três tratamentos.

433 Plantas de tomateiro tratadas com *T. occidentalis* 6CH, 24CH e 50CH, sempre  
434 obtiveram médias de temperatura foliar (*Tleaf*) superiores quando comparados aos demais  
435 tratamentos (Figura 1 H, 2 H e 3 H). Através da análise de regressão, o modelo de maior ajuste  
436 indicou o decréscimo da temperatura foliar de acordo com o aumento das densidades de fluxos  
437 de fótons (Figura 3 H).

438

439

### Conclusões

440

441 Os principais sintomas fisiológicos observados em plantas de tomateiro causado pela  
442 infecção de *Meloidogyne incognita* foram o aumento da fotossíntese líquida e da capacidade de  
443 carboxilação, obtidos pela curva de resposta à luz.

444 O medicamento homeopático *Thuya occidentalis* na dinamização de 24CH inibiu o  
445 efeito de maior fixação de CO<sub>2</sub> em tomateiros inoculados com *M. incognita*, proporcionando  
446 um comportamento semelhante às plantas sadias em diferentes densidades de fótons.

447 As medidas pontuais de trocas gasosas não apresentaram nenhuma diferença  
 448 significativa para plantas de tomateiro submetidas à diferentes dinamizações do medicamento  
 449 homeopático *T. occidentalis* e inoculadas com *M. incognita*.

450

#### 451 **Referências Bibliográficas**

452

453 Bird, A.F.; Loveys, B.R. 1980. The involvement of cytokinins in a host–parasite relationship  
 454 between the tomato (*Lycopersicon esculentum*) and a nematode (*Meloidogyne javanica*).  
 455 Parasitology 80: 497-505.

456 Bird, A.F. 1974. Plant response to root-knot nematode. Annual Review of Phytopathology 12:  
 457 69-85.

458 Bonato, C.M. 2007. Homeopathy in vegetal models. Cultura Homeopática 6: 24-28 (in  
 459 Portuguese, with abstract in English).

460 Bonato, C.M. Proença, G.T.; Reis, B. 2009. Homeopathic homeopathic drugs *Arsenicum album*  
 461 and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). Acta  
 462 Scientiarum. Agronomy 31: 101-105.

463 Brasil. 1999. Instrução normativa nº\_07 de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a  
 464 produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da República Federativa do  
 465 Brasil. Brasília 99: 11-14.

466 Caillaud, M.C.; Dubreuil, G.; Quentin, M.; Perfus-Barbeoch, L.; Lecomte, P.; Engler, J.A.;  
 467 Abad, P.; Rosso, M.N.; Favery, B. 2008. Root-knot nematodes manipulate plant cell functions  
 468 during a compatible interaction. Journal of Plant Physiology 165: 104-113.

469 De Meutter, J.; Tytgat, T.; Witters, E.; Gheysen, G.; Van Oncklen, H.; Gheysen, G. 2003.  
 470 Identification of cytokinins produced by the plant parasitic nematodes *Heterodera schachtii*  
 471 and *Meloidogyne incognita*. Molecular Plant Pathology 4: 271-277.

472 De Meutter, J.; Tytgat, T.; Prinsen, E.; Gheysen, G.; Van Oncklen, H.; Gheysen, G. 2005.  
 473 Production of auxin and related compounds by the plant parasitic nematodes *Heterodera*  
 474 *schachtii* and *Meloidogyne incognita*. Communications in Agricultural and Applied Biological  
 475 Sciences 70: 51-60.

476 Diniz, L.P.; Maffia, L.A.; Dhingra, O.D.; Casali, V.W.D.; Santos, R.H.S.; Mizubuti, E.S.G.  
 477 2006. Quantification of the efficacy of alternative products for tomato late blight control.  
 478 Fitopatologia Brasileira 31: 171-179 (in Portuguese, with abstract in English).

479 Dodd, I.C. 2003. Hormonal interactions and stomatal responses. Journal of Plant Growth  
 480 Regulators 22: 32-46.

- 481 Farquhar, G.D.; Sharkey, T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. Annual  
482 Review of Plant Physiology 33: 317-345.
- 483 Ferreira, D.F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia  
484 35: 1039-1042.
- 485 FHB - Farmacopéia Homeopática Brasileira. 2011. Editora Andrei, São Paulo, SP, Brazil.
- 486 Freitas, L.G.; Neves, W.S.; Oliveira, R.D.L. 2007. Methods in plant nematology. = Métodos  
487 em nematologia vegetal. p. 253-291. In: Alfenas, A. C.; Mafia, R. G. Métodos em fitopatologia.  
488 Editora UFV, Viçosa, MG, Brazil. (in Portuguese).
- 489 Habermann, G.; Machado, E.C.; Rodrigues, J.D.; Medina, C.L. 2003. CO<sub>2</sub> assimilation,  
490 photosynthetic light response curves, and water relations of 'Pêra' sweet orange plants infected  
491 with *Xylella fastidiosa*. Brazilian Journal of Plant Physiology 15: 79-87.
- 492 Hartman, K.M.; Sasser, J. N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of  
493 differential host test and perineal pattern morphology. p. 69-77. In: Barker, K.R.; Carter, C.C.;  
494 Sasser, J.N., eds. An Advanced Treatise On *Meloidogyne*. Methodology. North Carolina State  
495 University Graphics, NC, USA.
- 496 Kluge, R.A.; Tezzoto-Uliana, J.V.; Da Silva, P.P.M. 2015. Physiological and environmental  
497 aspects of photosynthesis. Revista Virtual de Química 7: 56-73 (in Portuguese, with abstract in  
498 English).
- 499 Klüsener, B.; Young, J.J.; Murata, Y.; Allen, G.J.; Mori, I.C.; Hugouvieux, V.; Schroeder, J.I.  
500 2002. Convergence of calcium signaling pathways of pathogenic elicitors and abscisic acid in  
501 arabidopsis guard cells. Plant Physiology 130: 2152-2163.
- 502 Krishania, S.; Dwivedi, P.; Agarwal, K. 2013. Strategies of adaptation and injury exhibited by  
503 plants under a variety of external conditions: a short review. Comunicata Scientiae 4: 103-110.
- 504 Lohar, D.P.; Schaff, J.E.; Laskey, J.G.; Kieber, J.J.; Bilyeu, K.D.; Bird, D.M. 2004. Cytokinins  
505 play opposite roles in lateral root formation, and nematode and Rhizobial symbioses. The Plant  
506 Journal 38: 203-214.
- 507 Machado, E.C.; Schmidt, P.T.; Medina, C.L.; Ribeiro, R.V. 2005. Photosynthetic responses of  
508 three citrus species to environmental factors. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40: 1161-1170  
509 (in Portuguese, with abstract in English).
- 510 Martin, B.; Kebede, H.; Rilling, C. 1994. Photosynthetic differences among *Lycopersicon*  
511 species and *Triticum aestivum* cultivars. Crop Science 34: 113-118.
- 512 Melakeberhan, H.; Webster, J.M. 1993. Phenology of plant-nematode interaction and yield loss.  
513 p.26-41. In: Khan, M. W, ed. Nematode Interactions. Chapman & Hall, London, England.
- 514 Melotto, M.; Underwood, W.; He, S.Y. 2008. Role of stomata in plant innate immunity and  
515 foliar bacterial diseases. Annual Review of Phytopathology 46: 101-122.
- 516 Messchmidt, A.A. 2013. Physiological responses induced by water stress and infection by  
517 *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood on rootstocks of *Prunus* spp. 52 p. Dissertação

- 518 (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013 (in  
519 Portuguese, with abstract in English).
- 520 Prado, C.H.B.A.; Moraes, J.A.P.V. 1997. Photosynthetic capacity and specific leaf mass in  
521 twenty wood species of Cerrado vegetation under field conditions. *Photosynthetica* 33: 103-  
522 112.
- 523 Robert-Seilaniantz, A.; Navarro, L.; Bari, R.; Jones, J.D. 2007. Pathological hormone  
524 imbalances. *Current Opinion in Plant Biology* 10: 372–379.
- 525 Sigma Plot. 2011. Scientific Graphing Software: Versão 12.0. San Rafael, Jandel Corporation,  
526 CA, USA.
- 527 Silva, M.R.B. 2005. Assimilation of CO<sub>2</sub> in plant of *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski  
528 negotiated with prepared homeopathic. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –  
529 Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005 (in Portuguese, with abstract in English).
- 530 Swarowsky, R.A.; Stangarlin, J.R.; Kuhn, O.J.; Estevez, R.L.; Mioranza, T.M.; Müller, M.A.  
531 2014. Influence of high dilutions of *Cina* for the control of *Meloidogyne incognita* in tomato  
532 plants. *American Journal of Plant Sciences* 5: 3695-3701.
- 533 Tahery, Y. 2012a. Measurement of gas exchange characteristics and stomatal conductance of  
534 *Hibiscus cannabinus* infected with *Meloidogyne incognita*. *Annals of Biological Research* 3:  
535 280-290.
- 536 Tahery, Y. 2012b. Effect of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on water responses  
537 of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). *Annals of Biological Research* 3: 222-230.
- 538 Taiz, L.; Zeiger, E. 2013. *Plant Physiology*. = Fisiologia vegetal. Editora Artmed, Porto Alegre,  
539 RS, Brazil (in Portuguese).
- 540 Takey, K. Sakakibara, H.; Taniguchi, M.; Sugiyama, T. 2001. Nitrogen-dependent  
541 accumulation of cytokinins in root and the translocation to leaf: implication of cytokinin species  
542 that induces gene expression of maize response regulator. *Plant Cell Physiology* 42: 85-93.
- 543 Taylor, A.L.; Sasser, J.N. 1978. *Biology, identification and control of root-knot nematodes*  
544 (*Meloidogyne* sp.). Raleigh, North Carolina State University, USA.
- 545 Toledo, M.V.; Stangarlin, J.R.; Bonato, C.M. 2011. Homeopathy for the control of plant  
546 pathogens. *Science Against Microbial Pathogens: Communicating Current Research and*  
547 *Technological Advances* 2: 1063-1067.
- 548 Trudgil, D.L.; Blok, V.C. 2001. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally  
549 successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 39: 53-  
550 77.
- 551 Van Den Boogaard, R.; Alewijnse, D.; Veneklaas, E.J.; Lambers, H. 1997. Growth and water-  
552 use efficiency of 10 *Triticum aestivum* cultivars at different water availability in relation to  
553 allocation of biomass. *Plant, Cell and Environment* 20: 200-210.
- 554 Williamson, V.M.; Gleason, C.A. 2003. Plant-nematode interactions. *Current Opinion in Plant*  
555 *Biology* 6: 327–333.

556 Zhang, S.; Li, Q.; Ma, K.; Chen, L. 2001. Temperature-dependent gas exchange and  
557 stomatal/non-stomatal limitation to CO<sub>2</sub> assimilation of *Quercus liaotungensis* under midday  
558 higher irradiance. *Photosynthetica* 39: 383-388.

559

560

561

562

563

564

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580

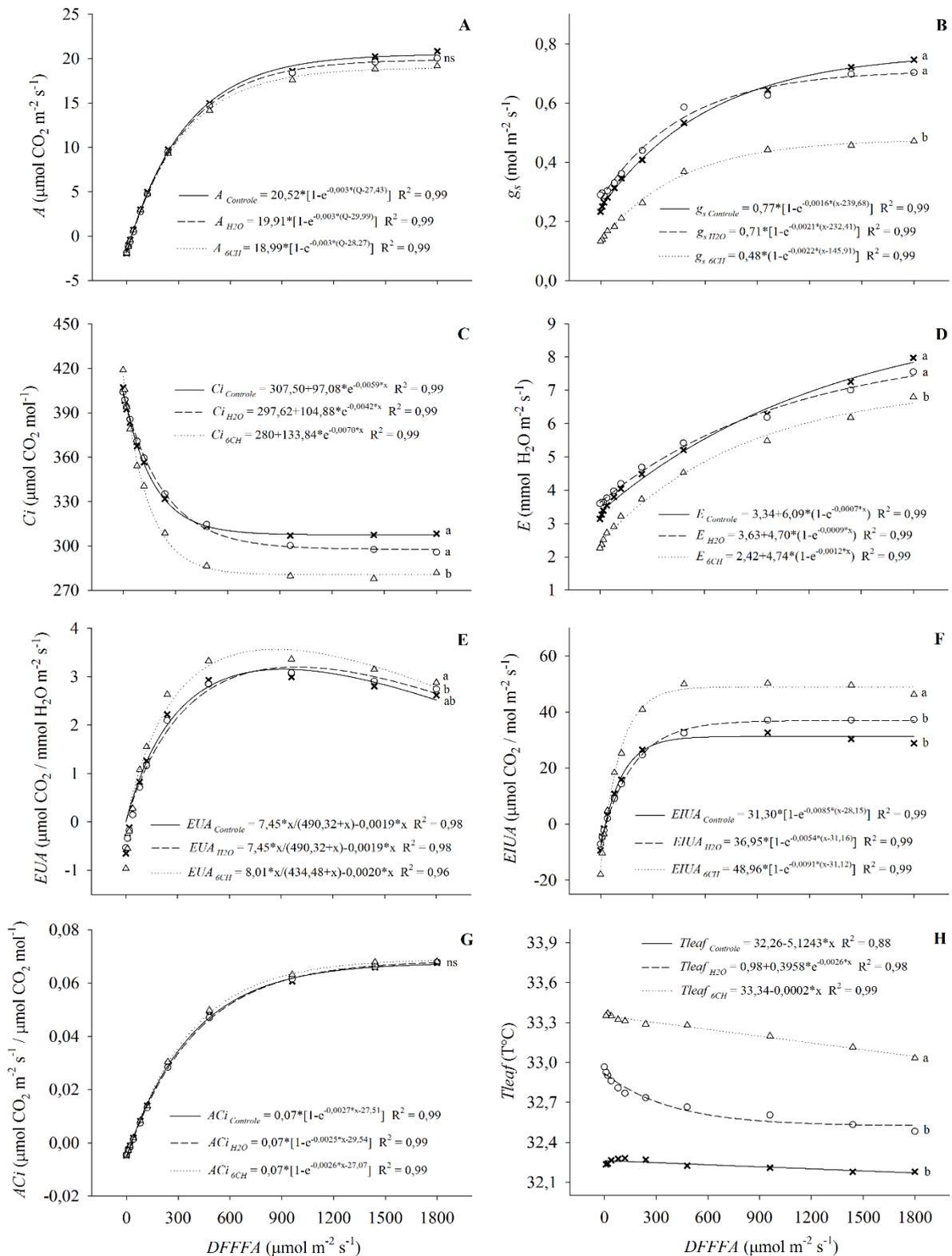
581

582

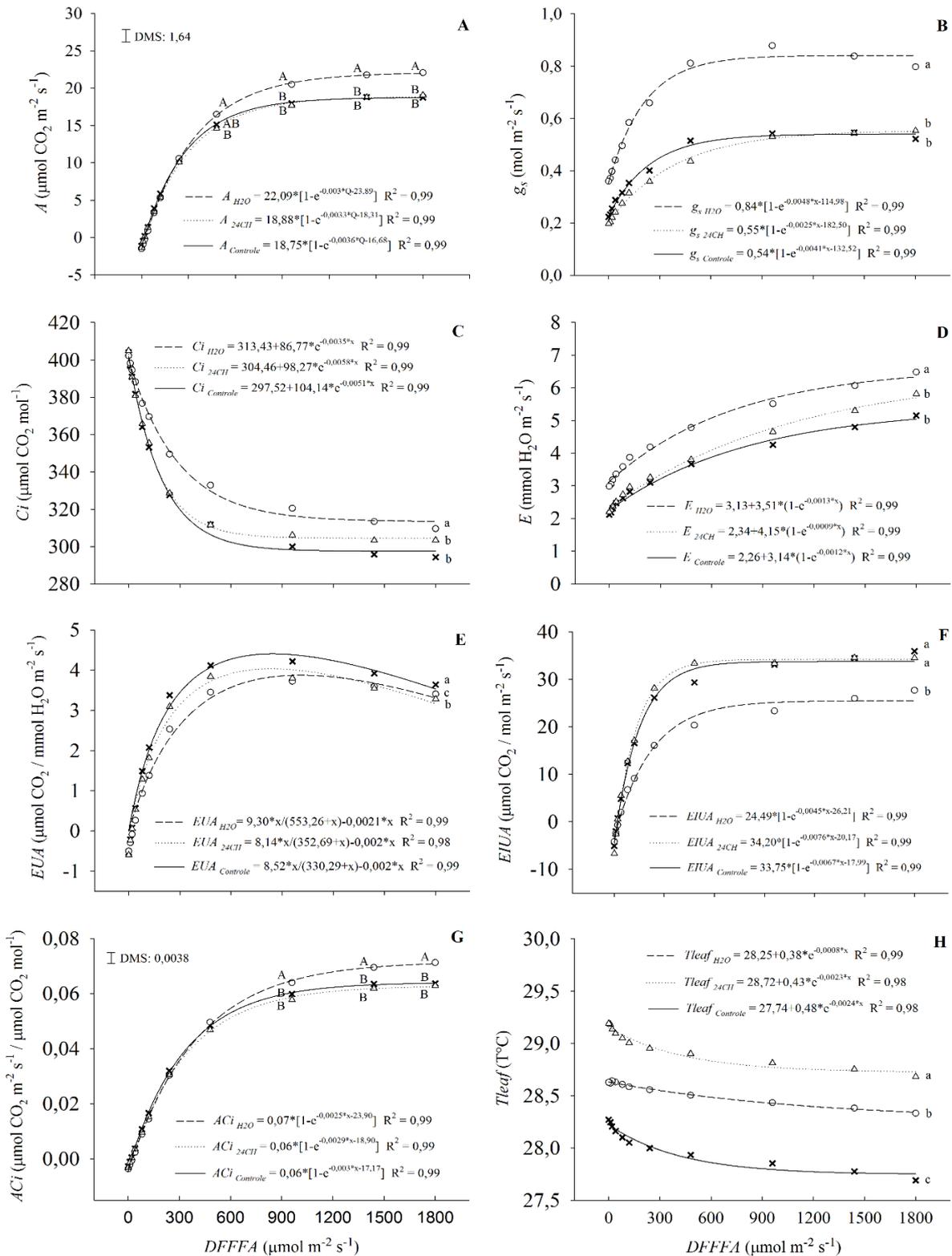
583 **Tabela 1.** Resumo da análise de variância da taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (*A*),  
 584 condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) e transpiração foliar (*E*),  
 585 avaliados por quatro períodos a 800 e 0 μmol de fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, em plantas de tomateiro tratadas  
 586 com diferentes dinâmizações de *Thuya occidentalis* e inoculadas com *Meloidogyne incognita*.  
 587 Marechal Cândido Rondon, 2014.

Fonte de Variação		Quadrados médios							
		----- Dia I -----							
		----- 800 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> -----				----- 0 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> -----			
	GL	<i>A</i>	<i>g<sub>s</sub></i>	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>E</i>	<i>A</i>	<i>g<sub>s</sub></i>	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>E</i>
Tratamentos	<sup>ns</sup> 9	4,40	0,00	158,94	0,13	0,28	0,01	10,07	0,23
Resíduo	36	4,58	0,01	174,58	0,25	0,24	0,01	7,73	0,20
CV (%)	-	13,58	24,6	4,47	12,92	38,19	17,44	0,70	8,91
Média	-	15,75	0,37	295,76	3,88	-1,29	0,45	396,08	4,98
		----- Dia II -----							
Tratamentos	<sup>ns</sup> 9	1,83	0,04	62,45	0,39	0,09	0,01	6,75	0,22
Resíduo	36	1,83	0,03	72,74	0,25	0,11	0,01	9,00	0,26
CV (%)	-	6,54	19,05	2,72	6,11	14,38	17,42	0,74	11,92
Média	-	20,69	0,83	313,24	8,18	-2,34	0,44	403,82	4,32
		----- Dia III -----							
Tratamentos	<sup>ns</sup> 9	3,22	0,01	97,56	0,26	0,57	0,01	1,01	0,08
Resíduo	36	4,27	0,16	135,01	0,20	0,10	0,01	2,59	0,11
CV (%)	-	11,71	18,90	3,66	7,79	27,14	17,14	0,40	7,91
Média	-	17,65	0,66	317,36	5,81	-1,18	0,60	398,23	4,15
		----- Dia IV -----							
Tratamentos	<sup>ns</sup> 9	4,36	0,28	865,84	1,75	0,15	0,01	22,14	0,94
Resíduo	36	3,47	0,02	785,20	1,45	0,11	0,01	25,53	0,89
CV (%)	-	13,67	55,24	10,42	27,11	40,92	56,17	1,27	33,54
Média	-	13,63	0,27	268,97	4,44	-0,82	0,19	398,96	2,81

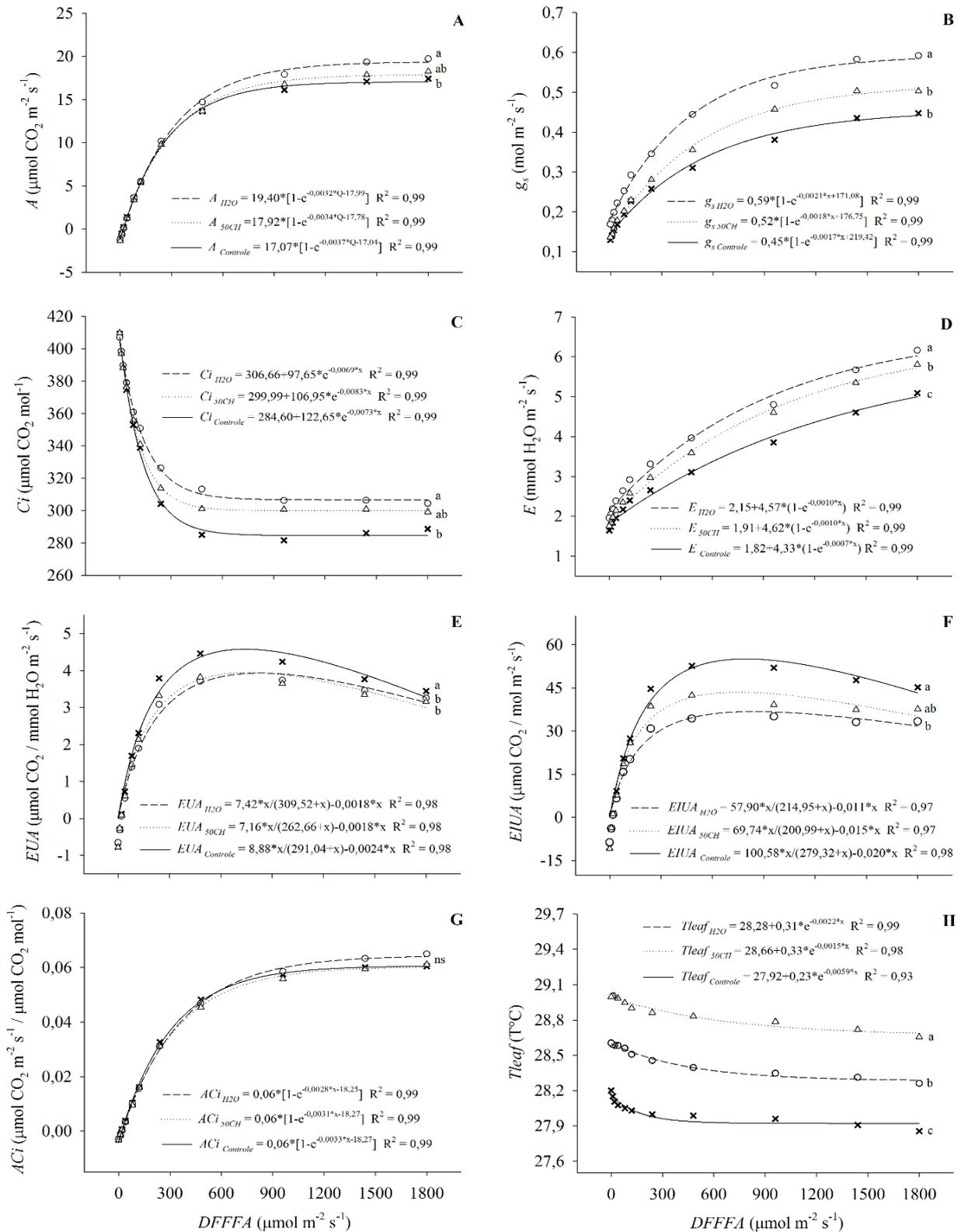
588 <sup>ns</sup> não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



589 **Figura 1.** Taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (A), condutância estomática (B), concentração  
 590 interna de  $\text{CO}_2$  (C), taxa de transpiração (D), eficiência no uso de água (E), eficiência intrínseca  
 591 no uso da água (F) capacidade de carboxilação (G) e temperatura foliar (H) de plantas de  
 592 tomateiro sadias (controle), inoculadas com *Meloidogyne incognita* e sem tratamento ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e  
 593 inoculadas e tratadas com *Thuya occidentalis* 6CH. Marechal Cândido Rondon, 2014. Ao final  
 594 das curvas: ns = não significativo; a, b ou c = diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



595 **Figura 2.** Taxa de assimilação líquida de  $\text{CO}_2$  (A), condutância estomática (B), concentração  
 596 interna de  $\text{CO}_2$  (C), taxa de transpiração (D), eficiência no uso de água (E), eficiência intrínseca  
 597 no uso da água (F) capacidade de carboxilação (G) e temperatura foliar (H) de plantas de  
 598 tomateiro sadias (controle), inoculadas com *Meloidogyne incognita* e sem tratamento ( $\text{H}_2\text{O}$ ) e  
 599 inoculadas e tratadas com *Thuya occidentalis* 24CH. Marechal Cândido Rondon, 2014. Ao final  
 600 das curvas: a, b ou c, e dentro das curvas: A, B ou C = diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).



601 **Figura 3.** Taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), condutância estomática (B), concentração  
 602 interna de CO<sub>2</sub> (C), taxa de transpiração (D), eficiência no uso de água (E), eficiência intrínseca  
 603 no uso da água (F) capacidade de carboxilação (G) e temperatura foliar (H) de plantas de  
 604 tomateiro sadias (controle), inoculadas com *Meloidogyne incognita* e sem tratamento (H<sub>2</sub>O) e  
 605 inoculadas e tratadas com *Thuya occidentalis* 50CH. Marechal Cândido Rondon, 2014. Ao final  
 606 das curvas: ns = não significativo; a, b ou c = diferentes pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

#### 4 CONCLUSÕES GERAIS

607

608

609 O medicamento homeopático *Thuya occidentalis* na dinamização 100CH quando  
610 aplicado na parte aérea de plantas de tomateiro promoveu diminuição no número de J2 nas  
611 raízes em 2013 e diminuição no número de massas de ovos e J2 no solo em 2014, mostrando  
612 possuir potencial de controle. Também foi capaz de influenciar no crescimento das plantas,  
613 onde a dinamização de 200CH promoveu incremento no volume de raiz e massa fresca de frutos  
614 do primeiro cacho para o ano de 2013, enquanto que no ano de 2014, a dinamização de 100CH  
615 incrementou o volume de raiz e 50CH aumentou o crescimento da parte aérea da planta. No  
616 entanto, a repetição de experimentos com homeopatia é uma situação complexa que deve-se  
617 levar em conta muitos fatores para obter-se os mesmos resultados, principalmente o ambiente.

618

619 O nematoide *Meloidogyne incognita*, após aproximadamente 15 dias de contato com o  
620 tomateiro, promoveu aumento na taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> e maior capacidade de  
621 carboxilação pela curva de resposta fotossintética à luz, e esse efeito é inibido quando essas  
622 plantas de tomate infectadas com nematoide recebem pulverizações na parte aérea com *T.*  
623 *occidentalis* 24CH, ou seja, apresentam o mesmo comportamento que as plantas sem infecção  
624 de nematoides. No geral, plantas submetidas aos tratamentos homeopáticos apresentaram maior  
625 temperatura foliar.

625

626 O medicamento homeopático *T. occidentalis*, nesse estudo, mostrou alterações na  
627 fisiologia e crescimento das plantas de tomateiro e capacidade de controle dos J2 de *M.*  
628 *incognita* na raiz, demonstrando a potencialidade da homeopatia na agricultura, sendo uma  
629 fonte de referência para novas pesquisas nessa área afim de esclarecer o modo de ação dessa  
ciência quando utilizada em vegetais.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

630

631

632 ABRÃO, M.M.; MAZZAFERA, P. Efeitos do nível de inóculo de *Meloidogyne incognita* em  
633 algodoeiro. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 1, p. 19-26, 2001.

634

635 ANDRADE, F.M.C.A.; CASALI, V.W.D.C. Homeopatia, Agroecologia e Sustentabilidade.  
636 *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2011.

637

638 BOERICKE, W. *Manual de matéria médica homeopática* - Tomo II. São Paulo: Robe Editorial,  
639 2003. 638 p.

640

641 BOFF, P.; MADRUGA, E.; ZANELATO, M.; BOFF, M.I.C. *Pest and disease management*  
642 *of potato crops with homeopathic preparations and germplasm variability*. In: Proceeding of  
643 16th IFOAM Organic World Congress, 2008, Modena, Italy, v. 1, p. 544–547, 2008.

644

645 BONATO, C.M. Homeopatia em modelos vegetais. *Cultura Homeopática*, São Paulo, v. 6, n.  
646 21, p. 24-28, 2007.

647

648 BONATO, C.M. PROENÇA, G.T.; REIS, B. Homeopathic homeopathic drugs *Arsenicum*  
649 *album* and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.).  
650 *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 1, p.101-105, 2009.

651

652 BRANDÃO FILHO, J.U.T.; GOTO, R.; GUIMARÃES, V.F.; HABERMANN, G.;  
653 RODRIGUES, J.D.; CALLEGARI, O. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois  
654 híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21,  
655 n. 3, p. 474-477, 2003.

656

657 CASTAGNONE-SERENO, P.; DANCHIN, E.G.J.; PERFUS-BARBEOCH, L.; ABAD, P.  
658 Diversity and evolution of root-knot nematodes, genus *Meloidogyne*: new insights from the  
659 genomic era. *Annual Review of Phytopathology*, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 203-220, 2013.

660

661 CARVALHO, N.L. Resistência genética induzida em plantas cultivadas. *Revista Eletrônica em*  
662 *Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 7, n. 7, p. 1379-1390, 2012.

663

664 CARNEIRO, S.M.T.P.G.; OLIVEIRA, B.G.; FERREIRA, I.F. Efeito de medicamentos  
665 homeopáticos, isoterápicos e substâncias em altas diluições em plantas: revisão bibliográfica.  
666 *Revista de Homeopatia*, São Paulo, v. 74, n. 1/2, p. 9-32, 2011.

667

668 CHARCHAR, J. M.; LOPES, C. A. Nematoides. In: LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. (Org).  
669 *Doenças do tomateiro*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. p. 97-100.

670

671 DATTA, S.C. Effect of *Cina* on root-knot disease of mulberry. *Homeopathy*, Londres, v. 95, n.  
672 2, p. 98-102, 2006.

673

674 ELLING, A.A. Major emerging problems with minor *Meloidogyne* species. *Phytopathology*,  
675 St Paul, v. 103, n. 11, p. 1092-1102, 2013.

676

- 677 FAOSTAT (2012). Agriculture Data. Roma, Food and Agriculture Organization of the United  
 678 Nations, Statistics Division. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso  
 679 em 10 de Dezembro de 2014.
- 680
- 681 FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e*  
 682 *comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.
- 683
- 684 FONSECA, M.C.M.; CASALI, V.W.D.; CECON, P.R. Efeito da aplicação única dos  
 685 preparados homeopáticos *Calcarea carbonica*, *Kalium phosphoricum*, *Magnesium*  
 686 *carbonicum*, *Natrium muriaticum* e *Silicea terra* no teor de tanino *Porophyllum ruderale* (Jacq.)  
 687 Cassini. *Cultura Homeopática*, São Paulo, v. 5, n. 14, p. 6-8, 2006.
- 688
- 689 GONÇALVES, P.A.S. Preparados homeopáticos no controle de *Thrips tabaci* Lind  
 690 (*Thysanoptera*: Thripidae) em sistema orgânico de cultivo de cebola. *Revista de Ciências*  
 691 *Agroveterinárias*, Lages, v. 6, n. 1, p. 22-28, 2007.
- 692
- 693 HUSSEY, R.S. Disease-inducing secretions of plant-parasitic nematodes. *Annual Review of*  
 694 *Phytopathology*, Palo Alto, n. 27, v. 1, p. 123-141, 1989.
- 695
- 696 IBGE. 2013. Levantamento sistemático da produção agrícola. On-line. Disponível em:  
 697 [www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618&z=t&o=26&i=P](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1618&z=t&o=26&i=P). Acesso em 20 de  
 698 janeiro de 2015.
- 699
- 700 MATEILLE, T. Biologie de la relation plantes-nematodes: perturbations, physiologiques et  
 701 mecanismes de defense des plantes. *Nematologica*, Leinden, v. 40, n. 2, p. 276-311, 1994.
- 702
- 703 MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para  
 704 processamento industrial. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.
- 705
- 706 MESSCHMIDT, A.A. *Respostas fisiológicas induzidas por estresse hídrico e infecção por*  
 707 *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood em portaenxertos de *Prunus* spp. 2013, 52 p.  
 708 Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas,  
 709 2013.
- 710
- 711 MODOLON, T.A.; BOFF, P.; BOFF, M.I.C.; MIQUELLUTI, D.J. Homeopathic and high  
 712 dilutions preparations for pest management to tomato crop under organic production system.  
 713 *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 1, p. 51-57, 2012.
- 714
- 715 NASER, B.; BODINET, C.; TEGTMEIR, M.; LINDEQUIST, U. *Thuja occidentalis* (Arbor  
 716 vitae): A review of its pharmaceutical, pharmacological and clinical properties. *Evidence-based*  
 717 *complementary and alternative medicine*, New York, v. 2, n. 1, p. 69-78, 2005.
- 718
- 719 PANDA, S.S.; MOHANTY, S.S.; DHAL, N.K. Effects of potentised homeopathic medicines  
 720 on the germination, growth and photosynthetic activity of *Pisum sativum* L. *Recent Research*  
 721 *in Science and Technology*, Humnabad, v. 5, n. 4, p. 11-14, 2013.
- 722
- 723 PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: BERGAMIN  
 724 FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. *Manual de fitopatologia Princípios e Conceitos*.  
 725 Volume 1. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p. 417-453.
- 726

- 727 PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M.; History, origin and early cultivation of tomato  
728 (Solanaceae). In: RAZDAN, M.K. *Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Volume 2.*  
729 *Tomato*. USA: Science Publishers, 2007. p. 1-24.  
730
- 731 ROLIM, P.R.R., BRIGNANI NETO, F., SILVA, J.M. Controle de oídio da macieira por  
732 preparações homeopáticas. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 26, n. suplemento, p. 435-436,  
733 2001.  
734
- 735 ROSSI, F. Aplicação de preparados homeopáticos em morango e alface visando o cultivo com  
736 base agroecológica. 2005. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de  
737 Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2005.  
738
- 739 ROSSI, F.; MELO, P.C.T.; AMBROSANO, E.J.; GUIRAÃO, N.; SCHAMINASS’, E.A.  
740 Aplicação do medicamento homeopático *Carbo vegetabilis* e desenvolvimento das mudas de  
741 alface. *Cultura Homeopática*, São Paulo, v. 5, n. 17, p. 14-17, 2006.  
742
- 743 SUKUL, N.C.; GHOSH, S.; SUKUL, A.; SINHABABU, S.P. Amelioration of root-knot  
744 disease of lady’s finger plants by potentized *Cina* and *Santonin*. *Homeopathy*, Londres, v. 95,  
745 n. 3, p. 144-147, 2006.  
746
- 747 STANGARLIN, J. R.; KUHN, O. J.; ASSI, L.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Control of lant  
748 diseases using extracts from medicinal plants and fungi. *Science Against Microbial Pathogens:*  
749 *Communicating Current Research And Technological Advances*, Badajoz, v. 2, n. 3, p. 1033-  
750 1042, 2011.  
751
- 752 TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. *Biology, identification and control of root-knot nematodes*  
753 (*Meloidogyne* sp.). Raleigh: North Carolina State University, 1978. 111 p.  
754
- 755 TAHERY, Y. Measurement of gas exchange characteristics and stomatal conductance of  
756 *Hibiscus cannabinus* infected with *Meloidogyne incognita*. *Annals of Biological Research*, v.  
757 3, n. 1, p. 280-290, 2012a.  
758
- 759 TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5ª Ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 918 p.  
760
- 761 TEIXEIRA, M.Z. Homeopatia: ciência, filosofia e arte de curar. *Revista de Medicina*, São  
762 Paulo, v. 85, n. 2, p. 30-43, 2006.  
763
- 764 TEIXEIRA, M.Z. *Similia similibus curentur*: o princípio de cura homeopático fundamentado  
765 na farmacologia moderna. *Revista de Medicina*, São Paulo, v. 92, n. 3, p. 183-203, 2013.  
766
- 767 TRUDGIL, D.L.; BLOK, V.C. Apomictic, polyphagous root-knot nematodes: exceptionally  
768 successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, Palo  
769 Alto, v. 39, n. 1, p. 53-77, 2001.  
770
- 771 TOLEDO, M.V.; STANGARLIN, J.R.; BONATO, C.M. Homeopathy for the control of plant  
772 pathogens. *Science against microbial pathogens: Communicating Current Research and*  
773 *Technological Advances*, Badajoz, v. 2, n. 3, p. 1063-1067, 2011.  
774
- 775 WESEMAEL, W.M.L.; VIAENE, N.; MOENS, M. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.)  
776 in Europe. *Nematology*, Leiden, v. 13, n. 1, p. 3-16, 2011.