

Efeito da aplicação foliar de fosfonato potássico na protecção das raízes do Castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) inoculadas com *Phytophthora cinnamomi* Rands

Eugénia Gouveia, Valentim Coelho, Felícia Fonseca, Luís Nunes & Maria L. Monteiro

Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança/ESAB, Campus de Santa Apolónia - Apartado 1172, 5301-854 Bragança, egouveia@ipb.pt

Resumo

360

Phytophthora cinnamomi é um parasita cujo ciclo de vida ocorre integralmente no ambiente solo causando podridões das raízes e colo em muitas espécies vegetais. O castanheiro (*Castanea sativa* Mill.) é muito susceptível às espécies do género *Phytophthora* e os sintomas da Doença da Tinta rapidamente se manifestam. Recentemente, verificou-se que as formas aniónicas do ácido fosfónico evidenciam elevada eficácia no combate às doenças radiculares associadas a *Phytophthora*. Neste trabalho estudou-se o efeito do fosfonato potássico (Atlante®) na protecção das raízes de castanheiro que cresceram em substrato inoculado com *P. cinnamomi*. As plantas de castanheiro (15 por tratamento) foram pulverizadas com fosfonato potássico (3 ml L⁻¹ - Atlante®) ou água destilada e mantiveram-se em estufa durante quatro meses. No final do ensaio avaliaram-se os sintomas da doença tanto na parte aérea como no sistema radicular. Foram ainda avaliados parâmetros relacionados com as raízes: comprimento total das raízes; extensão da podridão; número de raízes; número de raízes doentes; diâmetro do colo; biomassa radicular e da parte aérea. A análise estatística dos resultados evidenciou diferenças significativas entre tratamentos em todos os parâmetros relacionados com as raízes. O fosfonato potássico evitou as infecções radiculares do castanheiro por *P. cinnamomi* de forma muito eficaz e poderá constituir uma medida de protecção das raízes a incluir numa estratégia integrada de luta contra esta importante doença do castanheiro.

Palavras-chave: Doença da Tinta do Castanheiro, fosfitos, fosfonatos, fungicidas bioquímicos

Abstract

Title: Effect of Potassium Phosphonate by Foliar Spraying on Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) Inoculated with *Phytophthora cinnamomi* Rands

Phytophthora cinnamomi is a soil born pathogen that causes crown and root rots in many trees and shrubs species. Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is severely affected by *P. cinnamomi* and Ink Disease syndrome rapidly appears. It has been shown that anionic forms of phosphonic acid control many *Phytophthora* root rot diseases. In this work we studied the effect of potassium phosphonate to protect roots from the pathogen. Pots were filled with potting mix previously inoculated with *P. cinnamomi* (Pr 120) and planted with chestnut seedlings one-year old. Two groups of 15 seedlings each were submitted to potassium phosphonate foliar spraying (3 ml L⁻¹ - Atlante®) or water foliar spray. Seedlings had been grown in a glasshouse for four months. At the end of the experiment visual symptoms of the crown and root system were assessed. Parameters related with roots: root length, root rot length, root number, root rot number, crown diameter, height and biomass were evaluated. Statically significant differences between treatments were obtained in all root studied variables. Potassium phosphonate by foliar spraying has prevented *P. cinnamomi* infections in roots of chestnut and it can be a key factor in the management of Ink Disease of chestnut.

361

Keywords: Ink Disease of Chestnut, phosphite, phosphonates, integrated control measures, bio-chemical fungicides

Introdução

A Doença da Tinta do Castanheiro induz um quadro sintomatológico complexo que se inicia ao nível das raízes mais finas e progride para as raízes de maior dimensão e do colo podendo ainda aparecer, com alguma extensão, no tronco das árvores infectadas. A podridão do sistema radicular do castanheiro conduz invariavelmente à morte da árvore e provoca grandes prejuízos em todas as regiões produtoras de castanha. Os Oomycetes, *Phytophthora cinnamomi* Rands e *P. cambivora* (Petri) Buisman da ordem *Pythiales* são as espécies mais frequentemente associadas com a doença (Pimentel, 1947; Urquijo, 1947; Crandall, 1950; Grente, 1961). Em Portugal existem as duas espécies parasitas sendo *P. cinnamomi* considerada a espécie mais frequente (Fernandes, 1966; Gouveia, 2005). Em França existem igualmente as duas espécies (Grente, 1961) enquanto em Itália, apenas a espécie *P. cambivora* foi associada com a Doença da Tinta (Anselmi et al., 1996; Turchetti & Maresi, 2000, Vettrano et al., 2001). Tradicionalmente incluídos no reino *Fungi*, por serem organismos heterotróficos, crescerem

por polarização das hifas e utilizarem estratégias de infecção das plantas semelhante aos fungos, são actualmente, com base em hipóteses filogenéticas baseadas em grande número de características classificadas como *Stramenopila*. As características biológicas, de ultraestrutura celular, bioquímicas e moleculares diferenciam os *Oomycetes* dos fungos e relaciona-os mais estritamente com organismos classificados anteriormente como algas ou protistas, que Cavalier-Smith (1986) designou Chromistas (organismos com cor) – Reino *Chromista*, e Dick (1995) Straminipila (organismos com "straminipilous flagellum") – Reino *Stramenopila*. Nesta perspectiva de classificação dos seres vivos os *Oomycetes* estão filogeneticamente tão distantes dos fungos, plantas e animais como dos *Alveolata* (*Plasmodium* sp. agentes causadores da malária) e confere-lhe características biológicas específicas, resolvendo assim, muitas das questões que sempre se colocaram em termos de modelo biológico e dos meios de luta contra estes importantes parasitas das plantas.

Algumas espécies de *Phytophthora* são parasitas específicos das raízes iniciando-se o processo de infecção pela libertação dos zoósporos que se deslocam de forma activa para as regiões de crescimento radicular por gradiente químico ou eléctrico, perdem os flagelos e enquistam (Hardham, 2005) a que se segue o processo de germinação com penetração directa da raiz e posterior colonização da região cortical (West et al., 2003). A grande variedade de estruturas de reprodução produzidas nas diferentes fases do ciclo de vida e nas diferentes condições ambientais proporcionam grande capacidade de adaptação e sobrevivência e conduzem a situações sanitárias complexas e de difícil solução não existindo substâncias químicas eficazes para actuar ao nível da protecção do hospedeiro ou por acção directa no parasita a que acresce ainda a dificuldade em tratar grandes volumes de solo. Entre as substâncias químicas sistémicas específicas para *Oomycetes* e utilizadas recentemente em doenças radiculares associadas a espécies do género *Phytophthora* destaca-se o grupo fenilamíca (metalaxil) e o grupo dos fosfonatos (fosetil-Al). Os fosfonatos são sais ou esters do ácido fosfónico e porque esta mesma designação é utilizada para substâncias com ligações carbono-fósforo (C-P) é frequente os sais do ácido fosfónico utilizados no controlo das doenças das plantas serem designadas por fosfitos (Hardy et al., 2001). São substâncias com grande capacidade de translocação no interior da planta quer no movimento simplástico do xilema quer no movimento apoplástico do floema (Guest & Grant, 1991). Segundo os mesmos autores, depois de aplicado movimenta-se no xilema e entra no floema onde é retido e se associa com os fotoassimilados e se desloca na planta com base nas relações fisiológicas de produção-armazenamento (source-sink). A concentração de fosfito é proporcional à quantidade aplicada sendo de prever (Smillie et al., 1989), maior concentração em órgãos de rápido crescimento como as raízes e extremidade dos ramos em crescimento. O produto pode ser aplicado ao solo, por injeção no caule ou por pulverização foliar. Com um modo de acção ainda não completamente elucidado a sua acção resultará do efeito tóxico directo no parasita e por acção indirecta desencadeando mecanismos de defesa do hospedeiro (Hardham, 2005).

Com este trabalho pretendeu-se conhecer o efeito do fosfonato potássico por aplicação foliar na protecção das raízes do castanheiro e obter informações relacionadas com as épocas e número de aplicações e eventuais efeitos adversos nas plantas tratadas. Pretendeu-se, ainda, conhecer o efeito tóxico do fosfonato nas espécies de *Phytophthora* associadas com a doença da tinta e nas espécies habitantes do solo e da rizosfera que estabelecem relações de simbiose com as raízes do castanheiro (*Pisolithus tinctorius*) para permitir uma utilização mais eficaz e duradoura deste produto no combate à doença da tinta do castanheiro

Material e métodos

Efeito de fosfonato potássico na protecção das raízes do castanheiro

O efeito da aplicação foliar do fosfonato potássico foi estudado em plantas de castanheiro com um ano de idade nas estufas do Instituto Politécnico de Bragança (IPB/ESA). Utilizou-se um substrato de terra vegetal e areia na proporção de 3:1 previamente desinfestado com formol e inoculado com 0.5 % (v/v) de inóculo de *P. cinnamomi*. O inóculo de *P. cinnamomi* foi antecipadamente obtido em vermiculite humedecida e esterilizada e inoculado com todo o conteúdo do crescimento micelial do parasita em PDA (Potato Dextrose Agar, Difco) e mantido em sacos selados para evitar contaminações. O substrato de plantação foi colocado em vasos com 15 L de capacidade onde se plantaram os castanheiros que se mantiveram em estufa durante quatro meses, com rega semanal por inundação e rega por nebulização a intervalos regulares durante o período diurno. Ultrapassada a crise inicial da transplantação (24 horas) aplicou-se fosfonato potássico (Atlante®) à concentração de 3 ml L⁻¹ por pulverização foliar, ou água destilada, até as folhas ficarem molhadas pela aplicação da calda. Deixou-se secar o produto durante 24 horas e restabeleceu-se o sistema de rega. Em cada tratamento (aplicação de fosfonato ou água destilada), utilizaram-se 5 vasos com 3 plantas por vaso distribuídas na bancada da estufa de forma aleatória. Avaliou-se a sintomatologia na parte aérea da planta durante o ensaio. No final do ensaio as plantas foram retiradas dos vasos e avaliou-se o sistema radicular quanto à presença e extensão de podridões radiculares e outros parâmetros relacionados com as raízes como o comprimento radicular, biomassa e número de raízes. Avaliou-se ainda o crescimento anual e o diâmetro ao nível do colo assim como a biomassa radicular e da parte aérea. Adicionalmente retiraram-se segmentos de raízes doentes e de substrato para isolamento de *P. cinnamomi* no meio selectivo PVPH de Tsao & Guy (1977).

A análise estatística foi realizada no software SPSS 16.0®. Procedeu-se à avaliação da significância da diferença entre os valores médios das variáveis em estudo para os dois grupos considerados,

recorrendo-se ao teste *t-student* para amostras independentes. Os pressupostos deste método estatístico, nomeadamente a normalidade e a homogeneidade das variâncias nos dois grupos, foram avaliados através do teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$) e do teste de Levene, respectivamente. Consideraram-se estatisticamente significativas as diferenças das médias cujo *p-value* do teste é inferior ou igual a 0.05.

Toxicidade “in vitro” do fosfonato potássico

Para determinar o efeito tóxico do fosfonato potássico, expresso pelo EC50 (concentração que inibe o crescimento micelial em 50 %), realizaram teste de toxicidade “in vitro” em diferentes isolados de *P. cinnamomi* e *P. cambivora* assim como em *Pysolthius tintorius*, um fungo *Basidiomicete* que estabelece relações de simbiose micorrízica com as raízes do castanheiro.

De cada isolado em crescimento activo retiraram-se secções circulares com 5 mm de diâmetro e colocaram-se no centro de placas de petri em meio PDA (Difco) contendo 0, 5, 20 e 50 $\mu\text{g ml}^{-1}$ de fosfonato potássico. As placas (três por isolado) foram incubadas a 22-24 °C durante 5 dias. No final deste período mediu-se o crescimento micelial e determinou-se para cada concentração a percentagem de redução de crescimento micelial por comparação com o crescimento na ausência de fosfito. O valor que reduz o crescimento micelial em 50% (EC50) em cada isolado em estudo foi obtido por regressão linear dos valores probit da percentagem de redução do crescimento e dos valores da concentração expressos em logaritmo.

364

Resultados

Efeito de fosfonato potássico na protecção das raízes do castanheiro

No final do ensaio as diferenças entre os tratamentos na parte aérea da planta foram evidentes. Todas as plantas de castanheiro que cresceram em substrato inoculado com *P. cinnamomi* e tratadas por aplicação foliar de fosfonato potássico não evidenciavam sintomas da Doença da Tinta, enquanto todas as outras (com excepção de uma) evidenciavam sintomas característicos da doença com epinastia e necrose das folhas. A sintomatologia da parte aérea traduz a evolução da doença na parte radicular avaliada neste trabalho por observação visual dos sintomas de podridão das raízes depois de confirmada a presença de *P. cinnamomi* por isolamento em meio selectivo. Nas plantas não pulverizadas com fosfonato potássico e que cresceram no substrato inoculado com *P. cinnamomi* todo o sistema radicular evidenciava podridão quer considerando o comprimento radicular quer o número de raízes. Foi excepção uma única planta que, não evidenciando sintomas da doença da tinta na parte aérea,

apresentava 70 % do total do comprimento das raízes com podridão radicular e praticamente todas as raízes infectadas. Nas plantas pulverizadas com fosfonato potássico nenhuma planta evidenciava sintomas da doença na parte aérea. Na parte radicular 50 % das plantas não evidenciava qualquer sintoma de podridão nas raízes e nas restantes os sintomas de podridão variaram entre 2 e 16 % do comprimento das raízes aparecendo os sintomas apenas num número reduzido de raízes.

A análise estatística, proporcionada pelo t-test, (Quadro 1) evidenciou diferenças estatisticamente significativas entre os dois tratamentos em estudo em todos os parâmetros relacionadas com o sistema radicular. Parâmetros como o comprimento total das raízes, número de raízes e biomassa radicular evidenciaram sempre valores significativamente mais elevados nas plantas tratadas com fosfonato potássico, enquanto o comprimento de raízes com podridão radicular e número de raízes doentes apresentaram valores mais elevados nas plantas não tratadas. Em relação aos parâmetros relacionados com a parte aérea da planta, o t-test não evidenciou diferenças significativas tanto no crescimento anual das plantas como na biomassa da parte aérea.

Toxicidade “in vitro” do fosfonato potássico

O EC50 (concentração que inibe o crescimento micelial em 50 %) do fosfonato potássico em *P. cinnamomi* foi para os diferentes isolados inferior ou próximo de 1 mg L⁻¹ com excepção do isolado Pr 125 que apresentou valores muitas vezes superiores e da mesma ordem de grandeza nas diferentes repetições. *P. cambivora* apresentou valores superiores aos de *P. cinnamomi* e com grande variabilidade entre os isolados testados. O fungo micorrízico *Pisolithus tinctorius*, um Basidiomycete com capacidade de estabelecer relações de simbiose com as raízes de castanheiro, apresentou um valor elevado de EC50 mas inferior ao obtido no isolado de *Phytophthora* (Pr 125) com menor sensibilidade ao fosfonato potássico (Quadro 2).

Discussão e conclusões

A aplicação foliar do fosfonato potássico protegeu as raízes do castanheiro numa situação em que é de considerar elevada pressão de inoculo do parasita durante todo o período do ensaio. O estado saudável da grande maioria das raízes, mesmo depois de 4 meses, sugere que o mecanismo de defesa se situará nas primeiras etapas do processo de infecção como acontece nas interacções incompatíveis desencadeados nos hospedeiros resistentes. As plantas tratadas com fosfonato potássico evidenciaram um comportamento semelhante aos clones de castanheiro resistentes, não tendo ocorrido crescimento do parasita quando inoculado na parte aérea, ao contrário do que aconteceu com as plantas não tratadas com esta substância (dados não apresentados). As condições de aplicação

do produto fazem supor que a substância ou produtos da sua degradação ou do seu metabolismo se encontrarão na raiz quando do contacto com o parasita o que desencadeará os mecanismos de defesa.

A hipótese de acção dos fosfonatos estar relacionada com os mecanismos de resistência das plantas está fundamentada em evidências experimentais a nível bioquímico (Jackson et al. (2000); Daniel et al. 2005; Daniel & Guest 2006). Jackson et al. (2000) verificaram aumento de enzimas relacionadas com mecanismos de defesa nomeadamente fenilalanina amónia liase (PAL), 4- comarato coenzima A ligase (4-CL), cinamil álcool desidrogenase (CAD) em *Eucalyptus marginata* enquanto Daniel & Guest (2006) verificaram rápida agregação do citoplasma e migração do núcleo das células em *A. thaliana*, fenómenos associados com reacções de hipersensibilidade, produção de superóxido (O_2^-) e acumulação de compostos fenólicos na interacção susceptível com *P. palmivora*. Daniel & Guest (2006) consideram ainda que a quantidade de produto presente no interior da planta não será suficiente para induzir efeito tóxico directo e esse efeito estará associado à acumulação de produtos de defesa da planta tóxicos para o fungo. O efeito tóxico do anião fosfonato estará relacionada com a competição com o anião fosfato ($H_3PO_4^-$) em diferentes enzimas e a diferença de sensibilidade entre as espécies dependerá da sua capacidade em distinguir o anião fosfonato do anião fosfato ou ATP e da capacidade de excluir o anião fosfonato na presença do anião fosfato (Stechmann & Grant, 2000). A presença do anião fosfonato nos sais inorgânicos do ácido fosfórico o seu reduzido custo assim como o fim do período de patente do tris-O-ethylphosphonate (fosetil-Al) determinaram o aparecimento de muitas substâncias baseadas neste princípio activo comercializadas como fertilizantes com ou sem indicação do seu efeito fungicida. Os fosfonatos são considerados (<http://www.epa.esa.gov/pesticides/biopesticides>) biopesticidas pela EPA-US e enquadrados nos fungicidas bioquímicos em termos regulamentares dado o seu particular modo de acção e por serem substâncias muito frequentes no ambiente, pese embora, o facto destes produtos não ocorrem naturalmente na natureza.

A avaliação da toxicidade do fosfonato potássico pela determinação do EC50 em meio PDA evidenciou uma grande variabilidade entre os isolados de *P. cinnamomi* e também em *P. cambivora*, outra espécie de *Phytophthora* associada com a doença da tinta em castanheiro. A variabilidade dos valores obtidos indica susceptibilidade não uniforme da população das espécies parasitas. O particular modo de acção dos fosfonatos não permite, no entanto, induzir o efeito deste parâmetro no grau de protecção das raízes do castanheiro e apenas ensaios com estes isolados permitirão obter essas informações. O valor do EC50 em *Pysolhitus tinctorius* indica baixa toxicidade directa do fosfonato potássico, mas uma vez mais, este parâmetro não é um bom indicador do efeito na interacção micorrízica, aspecto que será necessário avaliar antes de utilização generalizada destes produtos em castanheiro.

A aplicação dos fosfitos pela via foliar, obviamente, não remove *P. cinnamomi* do ambiente solo, tendo-se confirmado a sua presença em todos os vasos mesmo onde as raízes não manifestaram sintomas de podridão. Este aspecto tem implicações práticas importantes uma vez que a pressão do inoculo se mantém no solo e pode ser transportado para outros locais onde iniciará novos focos da doença. Conhecer o período de tempo em que as raízes ficam protegidas e o efeito do fosfonato potássico quando a infecção está já instalada nas raízes, assim como, as épocas e doses de aplicação são aspectos sobre os quais é necessário obter informações para tornar eficiente e permitir a inclusão deste meio de protecção das raízes do castanheiro em programas de protecção integrada.

Referências

- Anselmi, N., Giordano, E., Vannini, A., Troiani, L., Napoli, G. & Crivelli I. 1996. Il mal dell'inchiostro del castagno in Italia: una vecchia malattia ritorna attuale. *Linea Ecologica*, 5 (27), 39-44.
- Cavalier-Smith, T. 1986. The kingdom chromista. Origin and systematics. In: Chapman, D. J. *Progress in Phycological Research*. Biopress, Bristol, England.
- Daniel, R.; Wilson, B., Cahill, D. 2005. The effect of potassium phosphonate on the response of *Xanthorrhoea australis* to infection by *Phytophthora cinnamomi*. *Australasian Plant Pathology*, 34, 541-548.
- Daniel, R. & Guest, D. 2006. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*- challenged *Arabidopsis thaliana*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 67, 194-201.
- Dick, Michael W. 1995. The Straminipilous Fungi. A New Classification for the Biflagellate Fungi and Their Uniflagellate Relatives with Particular Reference to Lagenidiaceous Fungi. C. A. B. Internat. Mycol. Pap., 168.Q
- Fernandes, C.T. 1966. A "Doença da Tinta" dos castanheiros. Parasitas do género *Phytophthora* de Bary. Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Alcobaca.
- Gouveia, E., Coelho, V., Choupina, A., Hermosa, R., Monte, H. & Abreu, C., 2005. Diagnosis of Ink Disease of Chestnut by Molecular Identification of Associated *Phytophthora* Species. *Acta Horticulturae*, 693, 585-589.
- Grete, J. 1961. La maladie de l'encre du chataignier. I-Étiologie et biologie. *Ann. Epiphyties*, 12 (1), 6-24.
- Guest, D. & Grant, B. R. 1991. The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biological Review*, 66, 157-87.
- Hardham, A. 2005. Pathogen profile. *Phytophthora cinnamomi*. *Molecular Plant Pathology*, 6 (6), 596-604.
- Hardy, G., Barrett, S. & Shearer, B. 2001. The future of phosphites as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems. *Australasian Plant Pathology*, 30, 133- 9.
- Jackson, T., Burgess, T., Colquhoun, I. & Hardy, G. 2000. Action of the fungicide phosphite on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology*, 49, 147-154.
- Pimentel, A. & Lopes, A. 1947. A *Phytophthora cinnamomi* Rands, um outro agente, extremamente virulento, da "doença da tinta" do castanheiro. *Separata da Agronomia Lusitana*, Vol IX, Tomo III
- Smillie, R.; Grant, B. & Guest, D. 1989. The mode of action of Phosphite: Evidences for both direct and indirect action modes on three *Phytophthora* spp. In plants. *Phytopathology*, 79, 921-926.
- Stechmann, C. & Grant, B. 2000. Inhibition of enzymes of the glycolytic pathway and hexose monophosphate bypass by phosphonate. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 67, 13-24.

- Tsao, P. & Guy, S. 1977. Inhibition of *Mortierella* and *Pythium* in a *Phytophthora* isolation medium containing hymexazol. *Phytopathology*, 67, 796-801.
- Turchetti, T. & Maresi, G. 2000. Effects of diseases on chestnut orchards and forest ecosystems. *Ecologia Mediterrânea*, 26 (1-2), 113-121.
- Urquijo Landaluze, P. 1947. Revisión taxonómica de los hongos productores de la enfermedad del castaño llamada de la "tinta". Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Estación de Fitopatología Agrícola de la Coruña. Trabajos (serie Fitopatología), 188, Madrid.
- Vertrains, A. M., Natili, G., Anselmi, N. & Vannini, A. 2001. Recovery and pathogenicity of *Phytophthora* species associated with a resurgence of Ink Disease in *Castanea sativa* in Italy. *Plant Pathology*, 50 (1), 90-96.
- West, P., Appiah, A. & Gow, N. 2003. Advances in research on oomycete root pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62, 99-113.

Quadros e figuras

Quadro 1 – Sumário da análise estatística do efeito do fosfonato potássico para os parâmetros relacionados com o sistema radicular e crescimento da parte aérea das plantas de castanheiro que cresceram em substrato inoculado com

368 *P. cinnamomi*.

| Parâmetros | RL(m) | HRL (cm) | RRL (c) | RN (nº) | RRN (nº) | RDW (g) | ADW (g) | AG (cm) | CD (cm) |
|---|-----------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Tratamentos | | | | | | | | | |
| Fosfonato potássico (3 ml L ⁻¹) | 1027,04 a | 991,57a | 31,54 a | 49,47 a | 3,07 a | 2,52 a | 4,06 a | 9,68 a | 0,63 a |
| Água destilada | 660,40 b | 31,88 b | 628,52 b | 36,62 b | 36,23 b | 1,05 b | 4,66 a | 11,04 a | 0,53 b |

RL - Comprimento radicular; HRL - Comprimento raízes sãs; RRL - Comprimento da podridão radicular; RN - Número de raízes; RRN - Número de raízes com podridão; RDW - Peso seco raízes; ADW - Peso seco da parte aérea (folhas e caule); AG - Crescimento Anual; CD - Diâmetro do colo; Nota: Em cada coluna, as médias seguidas de letras diferentes, diferem significativamente ($P \leq 0,05$).

Quadro 2 – EC50 do fosfonato potássico (concentração que inibe o crescimento micelial em 50%) em diferentes isolados de *Phytophthora cinnamomi*, *Phytophthora cambivora* e *Pisolithus tinctorius*.

| Espécies Isolados | <i>Phytophthora cinnamomina</i> | | | <i>Phytophthora cambivora</i> | | <i>Pisolithus tinctorius</i> | |
|-------------------------|---------------------------------|------|------|-------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| | Pr120 | 810 | 804 | Pr125 | Ar102 | | |
| Ec50*mg L ⁻¹ | 1,34 | 0,64 | 0,97 | 31,56 | 9,92 | 22,44 | 14,10 |

* Concentração que inibe o crescimento micelial em 50%