

# Formulações de fosfitos para o controle de cancro europeu da macieira

Leonardo Araujo<sup>1</sup>, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto<sup>1</sup>, James Matheus Ossacz Laconski<sup>2</sup>, Paulo Henrique da Silva Nogueira<sup>2</sup>, Gustavo dos Santos Padilha<sup>3a</sup> e Paulo Eduardo Rocha Eberhardt<sup>3b</sup>

**Resumo** – O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes formulações de fosfitos para o controle do cancro europeu da macieira (CEM). No estudo *in vitro* os produtos foram incorporados em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) e o desenvolvimento de *Neonectria ditissima* foi avaliado. Frutos e mudas de macieira foram feridos e, em seguida, foram tratados e inoculados com *N. ditissima* em laboratório e casa-de-vegetação, respectivamente. Plantas de macieira ‘Gala’ receberam cinco tratamentos com fosfitos em diferentes estágios fenológicos para proteção da infecção natural de *N. ditissima* a campo. Todos os fosfitos *in vitro* afetaram negativamente o desenvolvimento de *N. ditissima*. Os tratamentos fosetil al (51 e 30%), uma marca de fosfito de potássio 0-40-20 (44 e 37%) e captana (30 e 13%) reduziram a incidência de podridões e diâmetro de lesões em frutos. Em casa-de-vegetação todos os tratamentos apresentaram altos índices de controle sobre a incidência do CEM (17 a 100%) e redução do tamanho de lesão (58 a 100%) com exceção ao fosetil al. Em condições de campo, todos os tratamentos reduziram o número de cancos (48 a 88%), com exceção ao fosetil al e uma marca de fosfito de potássio 0-40-20. Em suma, os fosfitos reduzem os sintomas do CEM a níveis comparáveis aos fungicidas padrões captana e fosetil al, embora a formulação e a marca comercial devam ser consideradas.

**Termos para indexação:** *Malus domestica*; *Neonectria ditissima*; Doenças da macieira; Indução de resistência; Manejo integrado.

## Phosphite formulations for control of European apple canker

**Abstract** – The aim of the present study was evaluate the effect of different phosphite formulations for the control of European apple canker (EAC). The products *in vitro* were incorporated in PDA medium and the development of *Neonectria ditissima* was evaluated. Fruit and apple plants were wounded, followed by treatments and inoculation with *N. ditissima* in laboratory and greenhouse, respectively. ‘Gala’ apple trees received five treatments with phosphite at different phenological stages to protect the natural infection of *N. ditissima* in field. All phosphites *in vitro* negatively affected the development of *N. ditissima*. The treatments fosetyl al (51 and 30%), one potassium phosphite 0-40-20 (44 and 37%) and captan (30 and 13%) reduced the incidence of rot and lesion diameter in fruit. In greenhouse, all treatments showed high levels of control on EAC incidence (17 to 100%) and reduction in lesion size (58 to 100%) with the exception of fosetyl al. In field conditions, all treatments reduced the number of cankers (48 to 88%), with the exception of fosetyl al and one potassium phosphite 0-40-20. The results indicate that phosphites can be used in the management of EAC, although the formulation and trademark must be considered.

**Index terms:** *Malus domestica*; *Neonectria ditissima*; Apple diseases; Resistance induction; Integrated management.

## Introdução

A maçã é a segunda fruta de clima temperado mais produzida no Brasil, sendo os principais produtores os estados do Rio Grande Sul (603.293t) e de Santa Catarina (586.475t) (CEPA, 2019). Entre os fatores que afetam a produtividade da cultura e aumentam o custo de produção, destacam-se as doenças da

macieira, a exemplo da sarna, da mancha foliar de *Glomerella*, das podridões de frutos pré e pós-colheita e do cancro europeu (ARAÚJO & MEDEIROS, 2018).

Atualmente o cancro europeu da macieira (CEM), causado pelo fungo *Neonectria ditissima*, é considerado a principal preocupação dos fruticultores da Serra Catarinense. Os primeiros sintomas da doença iniciam-se como

manchas de coloração marrom-avermelhada com desprendimento da casca na área lesionada. A lesão aumenta de tamanho, evoluindo para depressão de cor marrom-escura com formato mais ou menos circular. Ao redor do cancro, é possível observar um inchaço característico da doença nas bordas inferiores e superiores. Conforme a lesão evolui é possível observar o estrangulamento

Recebido em 07/04/2022. Aceito para publicação em 27/06/2022.

<https://doi.org/10.52945/rac.v35i2.1457>

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) - Estação Experimental de São Joaquim, rua João Araújo Lima, 102, bairro Jardim Caiçara, 88600-000, São Joaquim, SC, e-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br; felipepinto@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, Faculdades do Centro do Paraná, Av. Universitária, S/N - Campus Júlio Podolan, 85200-000, Pitanga, PR, e-mail: james-matheus@hotmail.com, phnogueira53@gmail.com.

<sup>3a</sup> Engenheiro-agrônomo, <sup>3b</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr. Centro Universitário Barriga Verde, rua Pe João Leonir Dall’Alba, 601, Bairro Murialdo, 88870-000, Orleans, SC, e-mail: guustawo@hotmail.com; paulorocha@unibave.net

dos ramos com consequente secamento. Nos frutos também é possível visualizar sintomas de CEM que se caracterizam como uma podridão firme, de cor marrom-escuro na região calicinal. A presença da doença nos pomares aumenta o custo de produção, devido à necessidade de adoção de medidas específicas para manejo do CEM. Além disso, a produtividade é reduzida devido à necessidade de eliminar ramos sintomáticos e/ou todas as macieiras para conter epidemias nos pomares, além de perdas por podridões em frutos. Atualmente o patógeno é considerado uma praga quarentenária presente. Por isso, no Brasil, existe uma portaria que apresenta diretrizes aos fruticultores em relação ao manejo do CEM nos pomares de macieira. Dentre as principais medidas de manejo do CEM, destacam-se a aquisição de mudas livres da doença, a erradicação dos cancos e plantas sintomáticas do pomar e a proteção com fungicidas dos ferimentos de queda de folhas, bem como a colheita e a poda (ARAUJO & MEDEIROS, 2018; ARAUJO et al., 2019). No entanto, apesar deste programa oficial de controle de *N. ditissima* nos pomares, a incidência da doença continua aumentando nas principais regiões produtoras de maçã do Brasil, especialmente no estado do Rio Grande do Sul (ARAUJO et al., 2019). Este aumento do CEM nos pomares impulsiona a busca de medidas alternativas e/ou complementares de controle.

Fertilizantes à base de fosfitos vêm sendo muito utilizados no controle de doenças da macieira em todo mundo. Os fosfitos são compostos originados do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ), através da neutralização por uma base que pode ser o hidróxido de sódio, hidróxido de potássio (o mais utilizado), hidróxido de amônio, dentre outros, formando o fosfito de potássio. O fosfito é translocado via floema e xilema e trata-se de uma forma não metabolizável de fósforo que é absorvida pelas folhas (REUVENI et al., 2003; ARAUJO et al., 2008; 2010; HAILEY & PERCIVAL, 2014; SPOLTI et al., 2015; FELIPINI et al., 2016; ARAUJO et al., 2020). No contexto da atividade

fungitóxica, o modo de ação do fosfito compreende a ação direta contra o patógeno, inibindo o crescimento micelial e levando à ruptura das hifas. Tem ações indiretas, que incluem o estímulo dos mais variados mecanismos de defesa das plantas, tanto na ausência, como na presença dos patógenos. Entre os principais mecanismos de defesa induzidos, destacam-se: o aumento na produção de PR-proteínas, fitoalexinas, hidrolases, pectina, lignina; a produção de espécies reativas de oxigênio induzindo reações de hipersensibilidade; o acúmulo de compostos fenólicos e a formação de agregados citoplasmáticos ao redor das células infectadas. Esta ativação no metabolismo secundário das plantas apresenta uma série de vantagens no manejo de doenças, tais como: proteção inespecífica contra vários patógenos, mecanismos de defesa de caráter sistêmico, utilização do potencial genético para resistência em plantas suscetíveis, sem impor pressão de seleção sobre o patógeno (DALIO et al., 2012; ARAUJO et al., 2015).

No entanto, alguns trabalhos têm mostrado que marcas e/ou formulações de fosfitos podem apresentar diferentes níveis de eficiência no controle de doenças da macieira (ARAUJO et al., 2010; HAILEY & PERCIVAL, 2014; SPOLTI et al., 2015; SMITH et al., 2019; ARAUJO et al., 2020). Apesar do uso intensivo na pomicultura mundial, inexistente atualmente uma avaliação comparativa da eficiência dos diferentes fosfitos utilizados no controle do CEM. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formulações de fosfitos para o controle do CEM *in vitro* e *in vivo*.

## Material e métodos

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação, laboratório de fitopatologia e pomar experimental da Estação Experimental da Epagri de São Joaquim, Santa Catarina (SC). Nos testes foram utilizados os seguintes tratamentos (doses para 100L): 1 = testemunha (*In vitro*: somente BDA (Batata-Dextrose-Ágar); *In vivo*: somente água; pH 6,6);

2 = fosetil al (controle positivo, 250g; Aliette®; pH 3,1); 3 = fosfito de potássio (FOSK) (1) 40-20 (0%(N)-40%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-20%(K<sub>2</sub>O)) (200mL; Scudero PHOS K®; pH 2,7); 4 = FOSK (2) 40-20 (200mL; Phytogard®; pH 2,6); 5 = FOSK (3) 40-20 (200mL; Fitosfos-K Plus®; pH 2,6); 6 = FOSK (4) 30-20 (0%(N)-30%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-20%(K<sub>2</sub>O)) (200mL; Reforce PK®; pH 5,3); 7 = fosfito de cobre (FOSCu) 20-4,5 (0%(N)-20%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-4,5%(Cu)) (100mL; Fosfito Cobre®; pH 2,8); 8 = fosfito de potássio com aminoácido (FOSKAA) 30-20 (0%(N)-30%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-20%(K<sub>2</sub>O)-4% aminoácidos livres) (200mL; Optimus®; pH 5,3) e 9 = captana (controle positivo, 240mL; Captan®; pH 5,7).

### Ensaio *in vitro*

Todos os tratamentos foram incorporados em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) a 45°C, imediatamente antes de vertê-lo para placas de 10cm de diâmetro. Para avaliar o efeito dos tratamentos sobre o crescimento de colônias, após a solidificação do meio (20mL placa), um disco de 5mm de diâmetro contendo micélio do fungo de *N. ditissima* da coleção do laboratório de fitopatologia da estação experimental da Epagri de São Joaquim, proveniente de plantas infectadas do cultivar 'Gala', foi transferido para o centro das placas. Avaliaram-se a concentração de conídios e as medidas dos diâmetros perpendiculares das colônias aos 21 dias após o início da incubação a 24°C e 12h de fotoperíodo. Com o auxílio de um paquímetro digital e a adição de 20mL de água destilada em cada tratamento, foi determinada a concentração de conídios com um microscópio de luz e um hemocítmetro.

### Ensaio com frutos de macieira

Frutos maduros do cultivar 'Fuji Mishima' foram acondicionados em bandejas plásticas de 10L (16 x 40 x 29cm). Em seguida foram realizados dois ferimentos/fruto com auxílio de um conjunto de agulhas entomológicas e os produtos foram pulverizados com

auxílio de um borrifador para proteção das lesões. Logo após a secagem dos tratamentos nas lesões nos frutos foi depositado 20µL de 100.000 (1,0 x 10<sup>5</sup>) conídios/mL de *N. ditissima*, em cada um dos dois ferimentos/fruto. Os frutos foram mantidos em câmara úmida, com temperatura de 20°C, por dois dias no escuro. Foram avaliados a incidência de sintomas de podridão e o diâmetro das lesões com auxílio de um paquímetro digital, aos 28 e 44 dias após a inoculação, respectivamente.

### Ensaios em casa de vegetação

Foram utilizadas plantas de um ano de idade cultivadas em vasos plásticos contendo 1kg de substrato em mistura com solo argiloso, areia e esterco na proporção de 2:1:1. Plantas apresentavam de 20 a 30 folhas expandidas. Foram realizados oito ferimentos por muda do cultivar 'Gala', sendo quatro cortes em formato de poda realizados no caule com auxílio de estilete, e outros quatro ferimentos foram obtidos pelo destaque de folhas. Após a realização dos ferimentos artificiais as mudas de macieira receberam os tratamentos listados anteriormente. Para a inoculação foi utilizado um pincel com cerdas de 8mm, acoplado à ponteira de pipetador automático. Cada ferimento foi individualmente pincelado com uma suspensão de 20µL de 100.000 (1,0 x 10<sup>5</sup>) conídios mL<sup>-1</sup> de *N. ditissima*, 24 horas após os tratamentos. Um ano após a realização dos tratamentos foi determinada a incidência do CEM, quantificado o número de cancrios/planta/tratamento e o tamanho de lesão com auxílio de paquímetro.

### Ensaios em campo

Foram utilizadas plantas de macieira copa 'Gala' sobre porta-enxerto 'Marubakaido' estabelecidas em 2009 (28°17'39" S, 49°55'56" W, 1,415m altitude, 13 anos de idade). O espaçamento utilizado foi de 1,5m entre plantas e 4,5m entre linhas (população final de 1.482 plantas por hectare). As

plantas foram conduzidas no sistema líder central, sem sistema de sustentação. O clima, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Cfb, mesotérmico úmido, sem estação seca e com verão fresco. O acúmulo médio de temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C na região é de 900 horas. Plantas receberam tratamentos em cinco momentos distintos em 2017, sendo o primeiro tratamento após a colheita (fevereiro) e os demais no início (primeira quinzena de abril), no meio (segunda quinzena de abril), no final do período de quedas de folhas (maio) e 30 dias após (junho) a total queda de folhas. Os produtos foram pulverizados utilizando uma lança com ponteira de três bicos Yamaho D-6 (vazão de 1,16L min.<sup>-1</sup>) acoplada a um pulverizador estacionário de acionamento por motor de combustão interna e bomba regulados na pressão de 200lb pol<sup>-2</sup>, com volume de calda de 1.000L ha<sup>-1</sup>. Ramos com sintomas do CEM avaliados neste estudo foram infectados naturalmente pelo fungo nos ferimentos e/ou aberturas naturais no campo, ou seja: as plantas não foram inoculadas artificialmente com *N. ditissima*. Na avaliação do CEM foi quantificado o número total de cancrios/planta/tratamento em julho de 2018 e janeiro de 2019 e calculado o índice de controle em relação a testemunha.

### Delineamento experimental e análises estatísticas

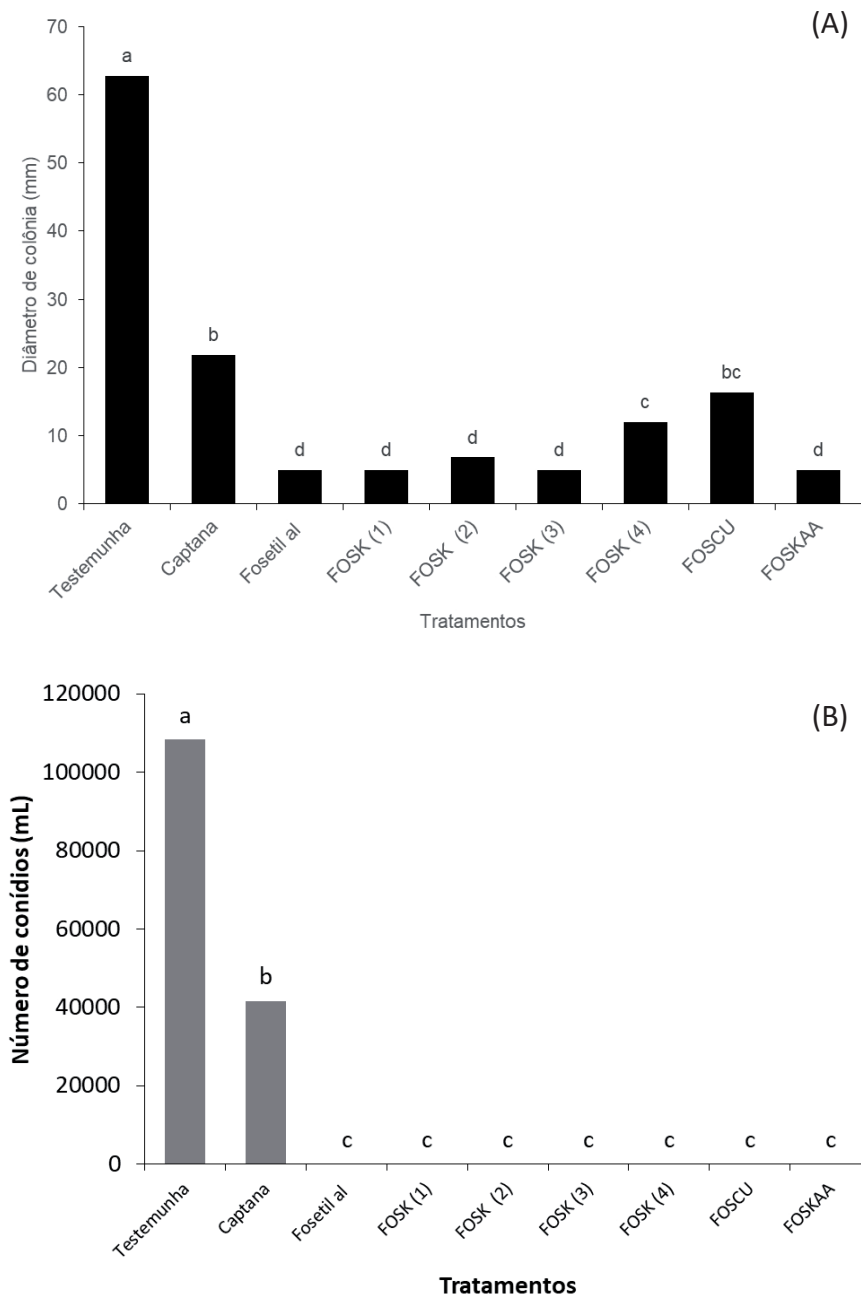
O delineamento experimental em campo foi em blocos casualizados com quatro repetições por tratamento, sendo que cada unidade experimental foi composta por uma planta. O delineamento utilizado nos demais experimentos foi inteiramente casualizado, com quatro repetições por tratamento em casa de vegetação. Nos ensaios *in vitro* e *in vivo* foram cinco repetições/tratamento, sendo a parcela experimental constituída por uma placa ou seis frutos. Os dados dos testes *in vitro* e em frutos, para a avaliação do diâmetro das lesões em frutos, foram submetidos à análise da variância e ao teste de Tukey

a 5% de probabilidade de erro. Nos demais experimentos os dados foram submetidos à análise da variância e ao teste Duncan a 5% de probabilidade de erro. Todas as análises foram realizadas com o ambiente "R" versão 3.5.3. (R CORE TEAM, 2018).

## Resultados e discussão

Todos os tratamentos reduziram a produção de conídios (62 a 100%) e o crescimento micelial (65 a 92%) de *N. ditissima* em comparação à testemunha aos 21 dias após o início da incubação. Entre os tratamentos, captana, utilizado como controle positivo, foi o que demonstrou menor controle sobre o crescimento micelial e maior produção de conídios de *N. ditissima* em meio BDA (Figura 1). Os dados do presente estudo comprovam que as distintas formulações de fosfitos têm ação fungistática sobre *N. ditissima*, pois o fungo não cessou completamente o seu crescimento em nenhum dos tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Araujo et al. (2008, 2010) em testes com fosfitos incorporados em meio de cultura sobre a velocidade de crescimento micelial e o diâmetro das colônias de *Colletotrichum gloeosporioides*. Pulverizações de fosfitos de potássio de formulações 00-40-20 e 00-30-20, aos 45 dias anteriores à colheita, reduziram significativamente o número de unidades formadoras de colônias de *Cryptosporiopsis perennans* na superfície das maçãs 'Pink Lady' no momento da colheita (SPOLTI et al., 2015). Este efeito direto dos fosfitos sobre propágulos de *C. perennans* foi semelhante a captana controle positivo no trabalho de Spolti et al. (2015). Em suma, todos os fosfitos testados apresentaram efeito direto sobre *N. ditissima* em condições *in vitro*.

Os tratamentos fosetil al e fosfito FOSK (1) 40-20 promoveram maiores níveis de redução da incidência de podridão e tamanho de lesão nos frutos em comparação à testemunha. Somente os controles positivos fosetil al e captana e o tratamento FOSK (1) 40-20 reduziram de forma significativa a incidência



**Figura 1.** Diâmetro de colônia (A) e concentração de conídios (B) de *Neonectria ditissima* em meio BDA (Batata-Dextrose-Ágar) com diferentes com diferentes formulações e marcas de fosfitos aos 21 dias após o início da incubação. Médias com mesmas letras indicam que não há diferença estatística (Tukey;  $p \leq 0,05$ ).

Nota: Testemunha (somente água); FOSK (1) = Fosfito de potássio (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Fosfito de potássio (Phytogard®); FOSK (3) = Fosfito de potássio (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Fosfito de potássio (Reforce PK®); FOSCU = Fosfito de potássio (Fosfito Cobre®); FOSKAA = Fosfito de potássio com aminoácido (Optimus®)

Figure 1. Colony diameter (A) and conidia concentration (B) of *Neonectria ditissima* in PDA medium with different formulations and phosphites at 21 days after the start of incubation. Means with identical letters indicate that there is no statistical difference (Tukey;  $p \leq 0.05$ ).

Note: Control (water only); FOSK (1) = Potassium Phosphite (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Potassium Phosphite (Phytogard®); FOSK (3) = Potassium Phosphite (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Potassium Phosphite (Reforce PK®); FOSCU = Potassium Phosphite (Phosphite Copper®); FOSKAA = Potassium Phosphite with Amino Acid (Optimus®)

de podridão em frutos em 51, 30 e 44%, respectivamente. No controle positivo, fosetil al (30,4%) e tratamentos FOSK (1) 40-20 (37,0%), FOSK (2) 40-20 (32,9%) e FOSKAA 30-20 (38,4%) foi observada redução no diâmetro das lesões em frutos em comparação à testemunha (Figura 2). Esses dados confirmam que alguns fosfitos podem controlar as podridões do CEM mesmo em frutos com fermento. Também em laboratório, Reuveni et al. (2003) verificaram reduções de 45 a 100% no diâmetro da podridão em frutos de maçã cultivar 'Red Delicious' inoculados com *Alternaria alternata* e tratados com diferentes doses de fosfito de potássio nos fermentos artificiais. Em estudo de campo conduzido em Israel, três aplicações foliares de fosfito no estágio de início da floração até a queda das pétalas reduziram em 60% o número de frutos 'Red Delicious' infectados por *A. alternata*, sendo este nível de controle tão eficaz quanto o fungicida padrão difenoconazol no controle da doença (REUVENI et al., 2003). Já no Brasil a incidência de frutos com infecções latentes de podridão olho de boi (causada por *C. perennans*) detectadas 30 dias após a incubação foi reduzida em 35% pela aplicação dos fosfitos no período final de maturação. Nos experimentos *in vitro*, Spolti et al. (2015) também confirmaram que as diferentes formulações de fosfitos inibiam diretamente o desenvolvimento de *C. perennans*. Nossos dados confirmam que a formulação 40-20 (0%(N)-40%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-20%(K<sub>2</sub>O)) pode ser usada para controle de podridões do CEM.

Todos os tratamentos apresentaram altos índices de controle do CEM sobre o número de cancos nos fermentos de folhas (66,7 a 100%) e poda (16,7 a 100%), e reduziram de forma significativa a incidência (46,1 a 100%) e necrose interna (57,9 a 100%) em comparação à testemunha, com exceção ao controle positivo Fosetil Al. Todas as formulações e marcas de fosfitos testadas apresentavam índices de controle sobre o CEM semelhante ao controle positivo captana (Figura 3). Em casa de vegetação, Araujo et al. (2008, 2010) demonstraram re-

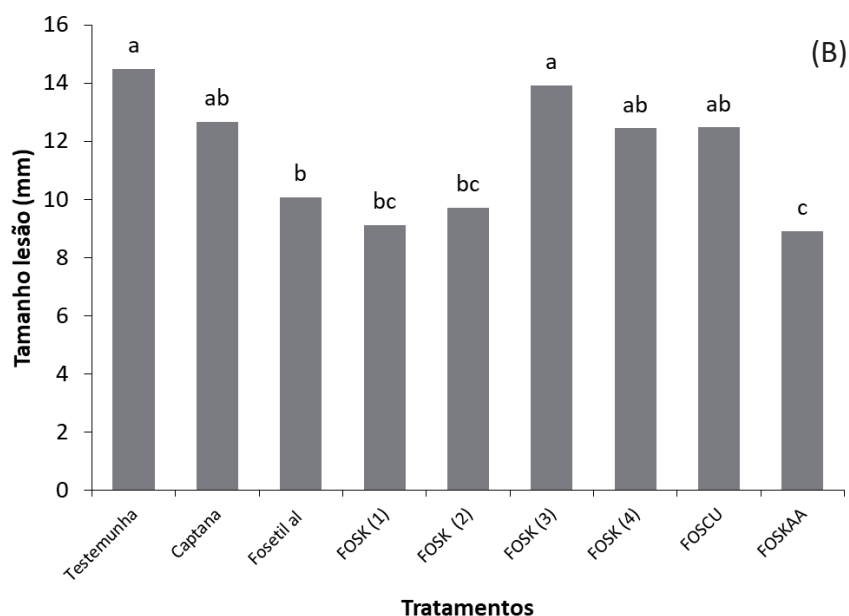
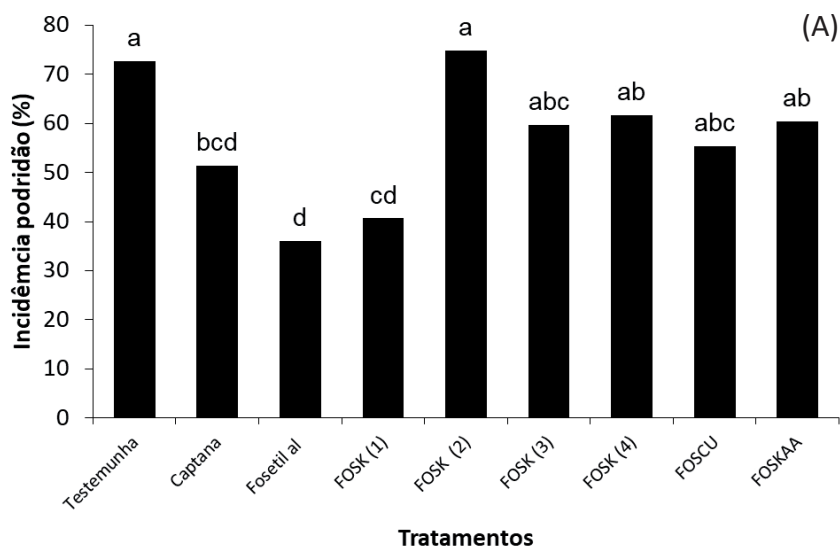


Figura 2. Incidência de podridão do cancro europeu da macieira (A) e diâmetro de lesão (B) em frutos de 'Fuji' tratadas com diferentes formulações e marcas de fosfitos antes da inoculação com *Neonectria ditissima* em condições de laboratório. Médias com mesmas letras indicam que não há diferença estatística (Tukey;  $p \leq 0,05$ )

Nota: Testemunha (somente água); FOSK (1) = Fosfito de potássio (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Fosfito de potássio (Phytogard®); FOSK (3) = Fosfito de potássio (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Fosfito de potássio (Reforce PK®); FOSCU = Fosfito de potássio (Fosfito Cobre®); FOSKAA = Fosfito de potássio com aminoácido (Optimus)

Figure 2. Incidence of European canker rot (A) and lesion diameter (B) in 'Fuji' fruits treated with different formulations and trademark of phosphites before inoculation with *Neonectria ditissima* under laboratory conditions. Means with the same letters indicate that there is no statistical difference (Tukey;  $p \leq 0,05$ )

Note: Control (water only); FOSK (1) = Potassium Phosphite (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Potassium Phosphite (Phytogard®); FOSK (3) = Potassium Phosphite (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Potassium Phosphite (Reforce PK®); FOSCU = Potassium Phosphite (Phosphite Copper®); FOSKAA = Potassium Phosphite with Amino Acid (Optimus)

duções de 90 e 62% sobre a severidade da mancha foliar de *Glomerella* quando pulverizados de forma curativa às 24 e 48 h após a inoculação com *Colletotrichum* spp., respectivamente. Em casa-de-vegetação, aplicações preventivas de fosfitos sete dias antes da inoculação com *Venturia inaequalis* apresentaram alto índice de controle sobre a sarna da macieira (62%) e promoveram aumento nas concentrações de moléculas relacionadas a mecanismos de defesa, como ácido salicílico, ácido protocatecuico e epicatequina (FELIPINI et al., 2016).

Em ensaio de campo, todos tratamentos reduziram de forma significativa o número de cancos (47,9 a 87,9%) em comparação a testemunha, com exceção ao tratamento controle positivo fosetil al e FOSK (2) 40-20. Todos fosfitos com exceção ao FOSK (2) 40-20 apresentaram níveis de controle do CEM semelhante ao controle positivo captana (Figura 4). Os resultados do presente estudo diferem dos obtidos por Smith et al. (2019) que afirmaram que aplicações de fosfitos (de uma a três) no período de pós-colheita não tinham qualquer efeito sobre o CEM em pomares neozelandeses de macieira do cultivar 'Scilate'. Diversos trabalhos têm demonstrado o potencial dos fosfitos para o manejo das doenças da macieira, devido provavelmente aos distintos modos de ação deste produto sobre os diferentes patógenos (DALIO et al., 2012; HAILEY & PERCIVAL, 2014). Na Inglaterra, Hailey & Percival (2014) também verificaram que aplicações de diferentes formulações de fosfitos em um pomar de macieira 'Golden Delicious' reduziram a severidade da sarna em folhas e frutos em índices de controle semelhantes ao fungicida padrão penconazole. No Brasil Araujo et al., (2020) afirmaram que, entre doze bioestimulantes testados isoladamente em intervalos de sete a dez dias (entre setembro e novembro), somente os fosfitos FOSK (1) e FOSK (3) reduziram a incidência da sarna da macieira em folhas e frutos 'Gala'. Nossos experimentos em casa de vegetação e campo, confirmam que os fosfitos também reduzem os níveis de doença no patossistema

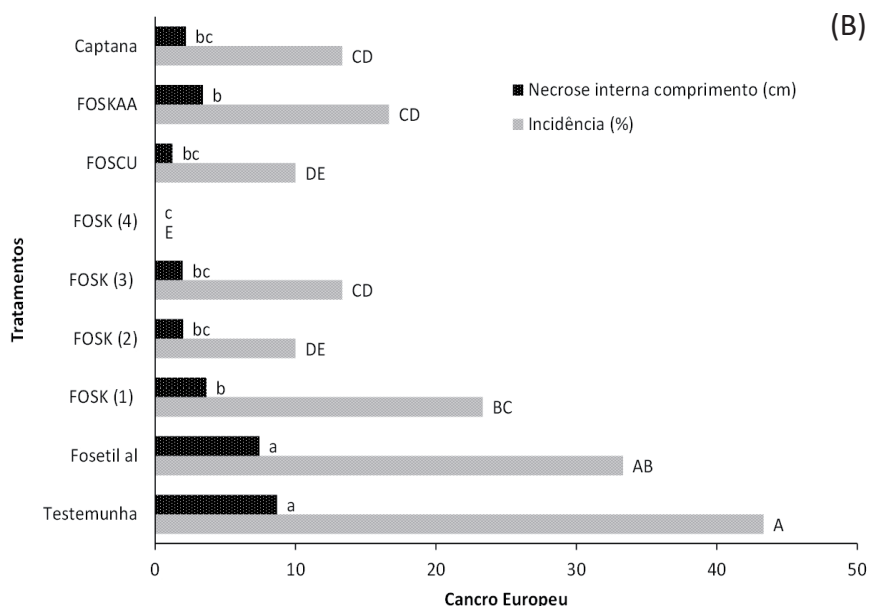
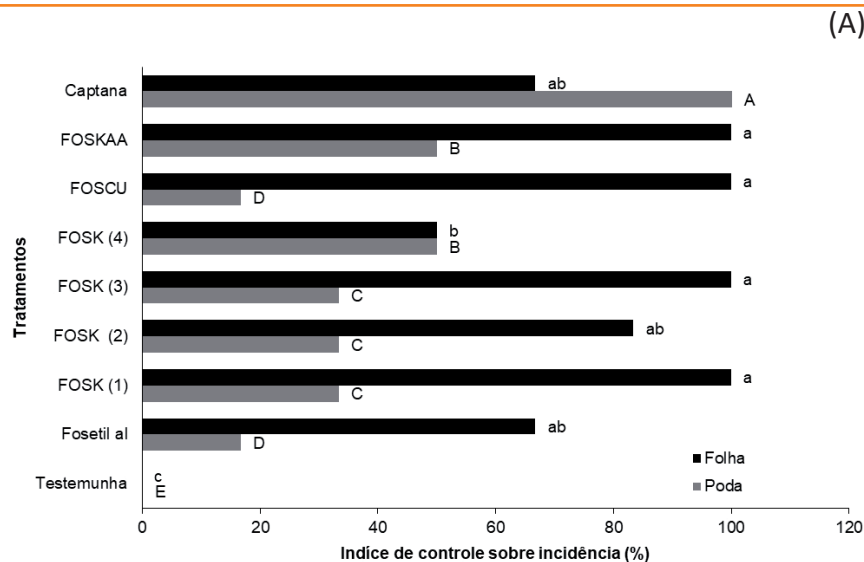


Figura 3. Índice de controle sobre o número de lesões em ferimentos de poda e queda de folhas (A), e incidência de cancro europeu e comprimento da necrose interna (B) em plantas de macieira tratadas com diferentes formulações e marcas de fosfitos antes da inoculação com *Neonectria ditissima* em condições de casa de vegetação. Médias com mesmas letras minúsculas e maiúsculas indicam que não há diferença estatística (Duncan;  $p \leq 0,05$ )

Nota: Testemunha (somente água); FOSK (1) = Fosfito de potássio (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Fosfito de potássio (Phytogard®); FOSK (3) = Fosfito de potássio (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Fosfito de potássio (Reforce PK®); FOSCU = Fosfito de potássio (Fosfito Cobre®); FOSKAA = Fosfito de potássio com aminoácido (Optimus®).

Figure 3. Index control on the number of lesions in pruning and leaf fall wounds (a), and European canker incidence and length of internal necrosis (b) in apple plants treated with different phosphite formulations and trademark before inoculation with *Neonectria ditissima* under greenhouse conditions. Means with the same lowercase and uppercase letters indicate that there is no statistical difference (Duncan;  $p \leq 0.05$ )

Note: Control (water only); FOSK (1) = Potassium Phosphite (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Potassium Phosphite (Phytogard®); FOSK (3) = Potassium Phosphite (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Potassium Phosphite (Reforce PK®); FOSCU = Potassium Phosphite (Phosphite Copper®); FOSKAA = Potassium Phosphite with Amino Acid (Optimus®)

*macieira-N. ditissima*, provavelmente devido ao triplo modo de ação destes produtos sobre patógenos de plantas (DALIO et al., 2012). Assim, baseado no presente estudo algumas marcas e formulações de fosfitos podem contribuir para o manejo das epidemias do CEM nos pomares catarinenses no período de pré e pós-colheita e queda de folhas da macieira.

## Conclusões

- Os resultados deste estudo demonstram que os fosfitos reduzem os sintomas do CEM a níveis comparáveis aos fungicidas padrões captana e fosetil al.

- A formulação e marca comercial devem ser considerados no momento da escolha do fosfito a ser utilizado.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à Fapesc pelo suporte financeiro. Aos técnicos da Epagri Iran Souza Oliveira e Arthur Oliveira Souza pelo suporte técnico.

## Referências

ARAÚJO, L.; BORSATO, L.C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; STADNIK, M.J. Fosfito de potássio e ulvana no controle da mancha foliar da gala em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.33, n.2, p. 74-80, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762008000200009>.

ARAUJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; STADNIK, M.J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.35, n.1, p. 054-059, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762010000100010>.

ARAUJO, L.; BISPO, W.M.S.; RIOS, V.S.; FERNANDES, S.A.; RODRIGUES, F.A. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-s-methyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. **Plant Disease**, Minneapolis, v.99, n.4, p.447-459, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0788-RE>.

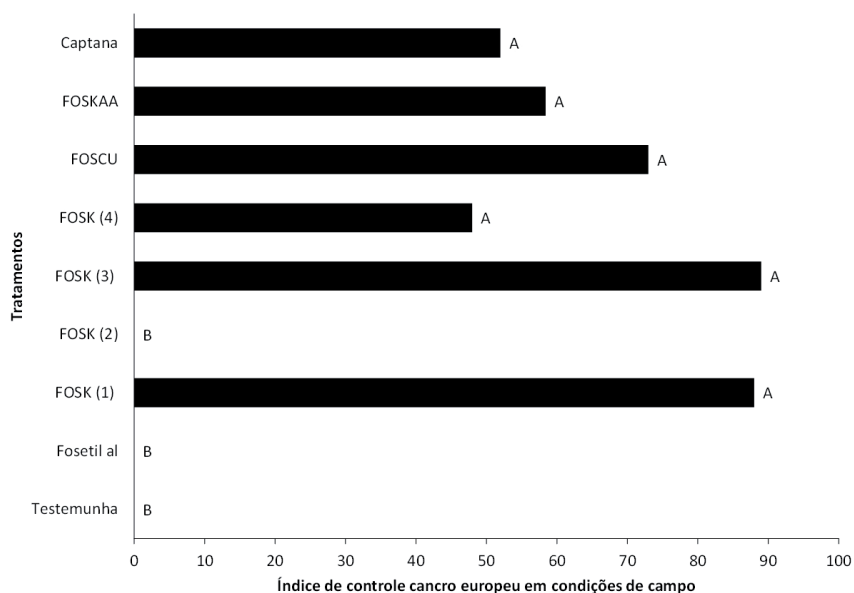


Figura 4. Índice de controle sobre número de cancrios (%) causados por *Neonectria ditissima* em ramos de plantas de macieira submetidas a diferentes tratamentos após a colheita, início, meio e final do período de queda de folhas, e 30 dias após queda total em condições de campo. Médias com mesmas letras indicam que não há diferença estatística (Duncan;  $p \leq 0,05$ )

Nota: Testemunha (somente água); FOSK (1) = Fosfito de potássio (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Fosfito de potássio (Phytogard®); FOSK (3) = Fosfito de potássio (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Fosfito de potássio (Reforce PK®); FOSCU = Fosfito de potássio (Fosfito Cobre®); FOSKAA = Fosfito de potássio com aminoácido (Optimus®)

Figure 4. Control index on the number of cankers (%) caused by *Neonectria ditissima* in branches of apple plants submitted to different treatments after harvest, after harvest, beginning, beginning and end of the total fall period under field conditions. Averages with letters indicate that there is no statistical difference (Duncan;  $p \leq 0,05$ ). Caption: Control (water only); FOSK (1) = Potassium Phosphite (Scudero PHOS K®); FOSK (2) = Potassium Phosphite (Phytogard®); FOSK (3) = Potassium Phosphite (Fitofos-K Plus®); FOSK (4) = Potassium Phosphite (Reforce PK®); FOSCU = Potassium Phosphite (Phosphite Copper®); FOSKAA = Potassium Phosphite with Amino Acid (Optimus®)

ARAUJO, L.; MEDEIROS, H. A. Principais doenças e seu controle. In: SEZERINO, A.A. (Org.) **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. 136p. (Sistema de produção, 50). Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/sistema-de-producao/>. Acesso em: 14 mar. 2020.

ARAUJO, L.; PINTO, F.A.M.F.; VIEIRA J.S. Situação do cancro europeu no Brasil. In: S.A.M. ALVES, A.B.C. CZERMAINSKI (Eds.), **O cancro europeu no Brasil**, (1st ed., pp. 33–42). Brasília, DF, Brazil: Embrapa, 2019.

ARAUJO, L., PINTO, F.A.M.F., VIEIRA, J.S., PASA, M.S., VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.,

STADNIK, M.J. Uso de bioestimulantes para o manejo da Sarna da Macieira em pomares. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.33, n.3, p.60-66, 2020. DOI: <https://doi.org/10.52945/rac.v33i3.751>.

CEPA- Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2018-2019**. Epagri (Ed.), Florianópolis, p. 200. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepapublicacoes/Sintese\\_2018\\_19.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepapublicacoes/Sintese_2018_19.pdf). Acesso em: 11 fev. 2022.

DALIO, R.J.D.; RIBEIRO JUNIOR, P.M.; RESENDE, M.L.V.; SILVA, A.C.; BLUMER, S.; PEREIRA, V.F.; OSWALD, W.; PASCHOLATI, S.F.P. O triplo modo de ação dos fosfitos em plantas. **Re-**

**visão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v.20, p.206-243, 2012.

FELIPINI, R.B.; BONETI, J.I.; KATSURAYAMA, Y.; NETO, A.C.R.; VELEIRINHO, B.; MARASCHIN, M.; DI PIERO, R.M. Apple scab control and activation of plant defence responses using potassium phosphite and chitosan. **European Journal Plant Pathology**, Switzerland, v.145, n.1, p.929–939, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-016-0881-2>.

HAILEY, L.E.; PERCIVAL, G.C. Comparative assessment of phosphite formulations for apple scab (*Venturia inaequalis*) control. **Arboriculture & Urban Forestry**, Atlanta, v.40, n.4, p.237–243, 2014. DOI: <https://doi.org/10.48044/jauf.2014.024>.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 01 out. 2021.

REUVENI, M.; SHEGLOV, D.; COHEN, Y. Control of moldy-core decay in apple fruits by  $\beta$ -aminobutyric acids and potassium phosphites. **Plant Disease**, Minneapolis, v.87, n.8, p.933-936, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.8.933>.

SMITH, J.T.; WALTER, M.; CAMPBELL, R.E.; TURNER, L. Can phosphorous acid be used to control *Neonectria ditissima* in New Zealand grown apples? **New Zealand Plant Protection**, Auckland, v.72, p.117-122, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30843/nzpp.2019.72.279>.

SPOLTI, P.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; CAMPOS, A.D.; DEL PONTE, E.M. Modo de ação de fosfitos de potássio no controle da podridão olho de boi em maçã. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.41, n.1, p.42-48, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/1982>.