

Artigos

Trichoderma asperellum* no controle de cancro do tronco em *Carya illinoensis

Trichoderma asperellum in the control of stem canker in *Carya illinoensis*

Jéssica Emilia Rabuske^I , Marlove Fátima Brião Muniz^{II} ,
Thiarles Brun^I , Mateus Alves Saldanha^{II} ,
Jéssica Mengue Rolim^{III} , Janaína Silva Sarzi^{II} ,
Lucas Gracioli Savian^{II} , Alexandra Cezimbra Quevedo^{II} 

^IUniversidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Frederico Westphalen, RS, Brasil

^{II}Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

^{III}Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de isolados de *Trichoderma asperellum* e de seus filtrados de cultura no controle de *Lasiodiplodia theobromae* *in vivo* e na promoção do crescimento de mudas de nogueira-pecã. Foram desenvolvidos dois experimentos, ambos em casa de vegetação. No primeiro experimento, a parte aérea das plantas foi aspergida pelos tratamentos de controle biológico e 14 dias após foi inoculado o patógeno no caule, por meio de ferimento. No segundo experimento, o substrato foi umedecido com os tratamentos de controle biológico e 14 dias após foi feita a inoculação do patógeno seguindo mesma metodologia do primeiro experimento. Foram avaliados os seguintes parâmetros: comprimento da parte aérea, diâmetro do caule, massa fresca da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz, incidência e severidade da doença. A comparação das médias foi realizada pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro, com o *software* SISVAR. Nos dois experimentos, obtiveram-se as maiores respostas nos parâmetros de crescimento avaliados nos tratamentos com os filtrados de cultura e com a suspensão de esporos, em relação ao tratamento inoculado com o patógeno sem o uso dos tratamentos de controle biológico. Esses tratamentos também reduziram a incidência e a severidade do cancro do tronco em mudas de nogueira-pecã, sendo que o melhor tratamento variou com a forma de aplicação. Os isolados de *T. asperellum* e os filtrados de cultura estimularam o crescimento inicial das plantas, diminuíram a incidência e a severidade do cancro do tronco nas plantas de nogueira-pecã, independente da forma de aplicação.

Palavras-chave: Cancro do tronco; *Lasiodiplodia theobromae*; Controle biológico; Manejo de doenças



ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the ability of *Trichoderma asperellum* isolates and their culture filtrates to control *Lasiodiplodia theobromae* *in vivo* and to promote the growth of pecan seedlings. Two experiments were carried out, both in a greenhouse. In the first experiment, the aerial part of the plants was sprayed by biological control treatments and, 14 days later, the pathogen was inoculated into the stem, through injury. In the second experiment, the substrate was moistened with biological control treatments and 14 days later the pathogen was inoculated following the same methodology as the first experiment. The following parameters were evaluated: length of the aerial part, stem diameter, fresh mass of the aerial part and the root, dry mass of the aerial part and the root, incidence and severity of the disease. The comparison of means was performed using the Skott-Knott test at a 5% probability of error, using the SISVAR *software*. In both experiments, the greatest responses were obtained in the growth parameters evaluated in the treatments with the culture filtrates and with the spore suspension in relation to the treatment inoculated with the pathogen without the use of biological control treatments. These treatments also reduced the incidence and severity of stem canker in pecan seedlings, and the best treatment varied with the form of application. The isolates of *T. asperellum* and the culture filtrates stimulated the initial growth of the plants, decreasing the incidence and severity of stem canker in pecan plants, regardless of the form of application.

Keywords: Trunk canker; *Lasiodiplodia theobromae*; Biological control; Disease management

1 INTRODUÇÃO

Botryosphaeriaceae é uma família fúngica que compreende 22 gêneros, distribuindo-se, principalmente, em regiões tropicais e subtropicais, ocorrendo em uma ampla gama de hospedeiros. Os fungos dessa família podem apresentar hábitos saprófitas, ser fitopatogênicos ou sobreviver em tecidos vegetais de forma assintomática (ABDOLLAHZADEH; JAVADI; GOLTAPPEH; ZARE; PHILLIPS, 2010; LUO; LICHTEMBERG; NIEDERHOLZER; LIGHTLE; FELTS; MICHAILIDES, 2019). Os gêneros *Lasiodiplodia*, *Pseudofusicoccum*, *Neoscytalidium*, *Neofusicoccum*, *Diplodia*, *Dothiorella* e *Botryosphaeria* são descritos como causadores de doenças em plantas e ocasionam uma infinidade de sintomas, como queima de brotações, cancos do tronco, apodrecimento de frutas e gomose (ABDOLLAHZADEH; JAVADI; GOLTAPPEH; ZARE; PHILLIPS, 2010).

Entre os hospedeiros desses fungos, destaca-se a noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. Nessa espécie os fungos da família *Botryosphaeriaceae* causam a doença cancro do tronco, caracterizada por pequenas lesões elípticas na



casca do tronco e dos ramos que progridem para cancros, com a presença de estrias negras próximas aos tecidos vasculares. Em casos mais severos da doença, esses fungos podem levar a planta atacada à morte (POLETTTO; MACIEL; MUNIZ; BLUME; POLETTTO; BRIOSO, 2016; ROLIM; SAVIAN; WALKER; RABUSKE; SARZI; MUNIZ; SILVA, 2020; ROLIM; RABUSKE; SAVIAN; WALKER; SARZI; SILVA; MUNIZ, 2022).

O controle biológico de doenças merece atenção por ser uma forma de controle segura, eficaz e que atende aos requisitos de protocolo de certificações no mercado internacional (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019). Nesse sentido, o controle biológico pode ser definido como o controle de microrganismos causadores de doenças em plantas, por meio da diminuição do inóculo em estado dinâmico ou estático, por meio da utilização de outros microrganismos, conhecidos como antagonistas (O'BRIEN, 2017). Entre os antagonistas mais estudados no controle biológico estão os fungos do gênero *Trichoderma*. A eficiência de *Trichoderma* spp. no controle de microrganismos fitopatogênicos é decorrente dos mecanismos conhecidos como: antibiose, micoparasitismo e/ou competição, capacidade de induzir resistência de plantas a doenças, efeitos positivos na germinação e no crescimento de plantas (SANTOS; HECKLER; LAZAROTTO; GARRIDO; REGO; BLUME, 2016).

Trichoderma spp. foi relatado como eficiente no controle biológico do cancro do tronco em teca (*Tectona grandis* Linn, F.) por Borges, Marques, Macedo, Martins, Silva Filho e Mello (2018). No trabalho, os autores estudaram a redução da expressão do sintoma cancro do tronco, devido a incorporação de *Trichoderma harzianum* e *Trichoderma asperellum* ao substrato de cultivo, resultando na redução dos sintomas nas plantas tratadas com o antagonista de até 50 e 100%, para cada microrganismo respectivamente. Assim, o presente estudo objetivou (i) avaliar a ação de dois isolados de *Trichoderma asperellum* e dos seus filtrados de cultura no controle *in vivo* de *Lasiodiplodia theobromae*, e (ii) avaliar o efeito dos isolados de *T. asperellum* e dos seus filtrados de cultura na promoção do crescimento de mudas de nogueira-pecã.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de realização dos experimentos, origem e caracterização dos microrganismos

Foram utilizados dois isolados antagonistas de *Trichoderma asperellum* e um isolado patogênico de *Lasiodiplodia theobromae*. Um dos isolados de *T. asperellum* foi obtido de solo rizosférico de plantas adultas de *C. illionensis* e codificado como TR1. O outro isolado foi obtido de uma alíquota do produto comercial Quality® (2x10⁹ conídios por mL) plaqueada para o meio BDA, codificado como Qt (*T. asperellum*). Para obtenção do isolado de *T. asperellum* do solo, foram realizadas diluições seriadas e após foi identificado molecularmente e a sequência de DNA depositada no GenBank (MN082152) e, posteriormente, foi armazenado no herbário na Universidade Federal de Santa Maria (nº 18,372).

O isolado de *Lasiodiplodia theobromae* era procedente da micoteca do Laboratório de Fitopatologia Elocy Minussi da Universidade Federal de Santa Maria, e estava armazenado no refrigerador em tubos eppendorf contendo água destilada esterilizada. Esse isolado foi obtido de plantas de noqueira-pecã com sintomas de cancro do tronco e fendilhamento e, posteriormente, foi testado em casa de vegetação, confirmando a sua patogenicidade (ROLIM, 2022). Esse isolado foi identificado molecularmente, com código no GenBank MT533179 e registro no herbário da Universidade Federal de Santa Maria sob nº18,362.

2.2 Produção dos filtrados de cultura de *Trichoderma asperellum*

Os isolados de *T. asperellum* foram cultivados em placas de Petri (7 dias, 25 ±2°C, 12 h fotoperíodo), após foi adicionada água destilada, esterilizada e realizada a raspagem da superfície da colônia com a alça de Drigalski, a suspensão foi ajustada para a concentração 1x10⁵ para o isolado TR1 e Qt, separadamente. A suspensão de esporos (1 mL) dos isolados de *T. asperellum* foi colocada em erlenmeyers de 250 mL, com volume utilizado de 100 mL de meio de cultura líquido, em câmara de fluxo laminar.



O meio de cultivo era composto por: 20 g/L de água de maceração de milho (AMM), 7,5 g/L de extrato de levedura, 50 g/L de sacarose, e o pH ajustado para 5, com o auxílio de pHmetro digital. Antes da inoculação, os erlenmeyers contendo o meio de cultivo foram autoclavados a 120°C durante 20 min.

Após acrescentar a suspensão ao meio, os erlenmeyers foram alocados em câmara incubadora com agitação orbital, sob agitação de 100 rpm. Transcorridas 96 h de incubação foi efetuada a separação da biomassa da parte líquida, executada por filtração em membrana milipore 11 micras e em seguida em 0,22 micras para assegurar que o filtrado de cultura estivesse livre de esporos fúngicos. Para a filtração, foi utilizado um sistema com membranas acopladas a uma bomba de vácuo para reduzir o tempo da filtração. Os filtrados de cultura foram congelados para posterior emprego nos bioensaios, com metodologia adaptada de Junges, Muniz, Campos, Brun, Michelon e Mazutti (2018).

2.3 Produção das mudas, preparo do inóculo e inoculação do patógeno

As mudas de noqueira-pecã utilizadas para os experimentos foram obtidas de sementes da cultivar Barton. Primeiramente, procedeu-se a estratificação das sementes, as quais foram acomodadas em camadas alternadas de areia esterilizada com 5 cm de espessura, dispostas em bandejas plásticas. As sementes foram umedecidas a cada três dias e as bandejas eram providas de orifícios na parte inferior para drenagem do excesso de água. As bandejas foram mantidas em câmara fria na temperatura de 4°C ± 0,5°C durante noventa dias (POLETTO; MACIEL; MUNIZ; BLUME; POLETTO; BRIOSO, 2016). Posteriormente, efetuou-se a semeadura em substrato comercial esterilizado acomodado em bandejas de 7 L com orifício na parte inferior para drenagem da água. Transcorridos sete dias da emergência, as plântulas foram transferidas para sacos plásticos (12 cm x 25 cm) com substrato comercial Mecplant® (composto por casca de Pinus, vermiculita e macro nutrientes) esterilizado.



Para o preparo do inóculo, inicialmente o patógeno foi cultivado em meio de cultura BDA por 7 dias em BOD a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com fotoperíodo de 12 h, para posterior utilização. O inóculo do patógeno foi depositado entre a região basal e mediana do caule das mudas (aproximadamente 90 dias após a emergência) a aproximadamente 5 cm do substrato, através de uma incisão, com o auxílio de um bisturi esterilizado. Em cada orifício, foi depositado um disco de 6 mm de diâmetro de meio de cultura BDA contendo estruturas do isolado patogênico. O ferimento foi coberto com algodão umedecido e envolvido com plástico filme transparente, para evitar o ressecamento e a entrada de outros microrganismos. Nas plantas testemunha foram realizadas as incisões e nestas foi depositado o disco de meio de cultura sem estruturas do fungo (adaptado de TREMACOLDI; LUNZ; COELHO; BOARI, 2013).

2.4 Experimento 1 - Aplicação dos tratamentos via parte aérea

Para esse experimento foram utilizadas plantas com 90 dias após a emergência, essas plantas apresentavam altura que variava de 18,42 a 21,25 cm e diâmetro entre 3,01 a 3,79 mm. A aplicação dos tratamentos foi realizada 14 dias antes da inoculação do fungo fitopatogênico por aspersão sobre as plantas. Os filtrados de cultura e as suspensões de esporos de *Trichoderma asperellum* (1×10^5 esporos/mL) foram aspergidas com aspersor manual, de forma que atingisse toda a planta, em cada planta foi aplicado 10 mL dos tratamentos de controle biológico.

Para testar o efeito dos tratamentos em plantas sadias, sem a inoculação do fungo fitopatogênico, apenas a suspensão de esporos ou os filtrados de cultura foram aspergidos sobre as plantas. Para avaliar o efeito apenas do patógeno na planta, fez-se a inoculação do fungo fitopatogênico sem nenhum tratamento de controle biológico, sendo aspergida somente água destilada sobre as plantas.

2.5 Experimento 2 - Aplicação dos tratamentos no substrato

As plantas foram transplantadas com aproximadamente 90 dias após emergência, sendo escolhidas as plantas mais homogêneas, com altura variando de



16,79 a 19,18 cm e diâmetro de 3,83 a 4,65 mm. Para a aplicação dos tratamentos de controle biológico, o substrato foi umedecido com a aplicação de 10 mL da suspensão de esporos dos isolados de *Trichoderma asperellum* (1×10^5 esporos/mL) ou dos filtrados de cultura originados destes, para cada planta. O tratamento controle consistiu somente na utilização de água destilada e esterilizada em substituição aos tratamentos de controle biológico. Após 14 dias do tratamento com a suspensão de esporos ou com os filtrados de cultura, foi realizada a inoculação do patógeno, tanto nos tratamentos com as plantas tratadas, como naquelas que não receberam nenhum tratamento visando o controle do patógeno. Em seguida, as plantas foram mantidas por 90 dias em casa de vegetação.

2.6 Avaliação dos experimentos

As mudas foram observadas aos 15, 30, 45, 60, 75 dias após a inoculação, para averiguar a presença de sintomas externos nas plantas que, quando presentes, foram analisados quanto ao aspecto, ocorrência de fendilamentos na casca e formação de protuberâncias ou morte. Aos 90 dias após a inoculação do patógeno, as plantas também foram avaliadas por uma escala de notas adaptada de Borges (2018). Para utilização da escala, as plantas foram seccionadas ao meio e analisadas quanto aos danos internos, sendo que esta escala varia de 0 a 4, determinada com base na severidade da doença: (Nota 0) = mudas sem lesão visível; (Nota 1) = lesão com até 3 cm de comprimento; (Nota 2) = lesão com até 6 cm de comprimento; (Nota 3) = lesão de comprimento superior 6 cm e (Nota 4) = mudas com lesão profunda, escurecimento dos vasos, mostrando queda de folhas e morte.

No momento da inoculação do patógeno e 90 dias após, foram medidos o diâmetro do colo e o comprimento da parte aérea, com auxílio de paquímetro digital e régua milimetrada. Aos 90 dias após a inoculação, foi determinada a massa fresca de plantas, onde primeiramente foram retiradas dos sacos plásticos e as raízes lavadas em água corrente, depois as plantas foram divididas em parte aérea e radicular, em



que cada planta representou uma repetição, após estas foram pesadas em balança analítica de precisão 0,01 g; e ainda a determinação de massa seca de plantas, em que foram utilizadas as plantas da determinação da massa fresca, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa a 60 ± 3 °C até massa constante, após estas foram pesadas em balança analítica de precisão 0,01 g.

2.7 Procedimento estatístico

O experimento com aplicação dos tratamentos de controle biológico via parte aérea foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, sendo cada repetição composta por uma planta. Os tratamentos foram organizados em bifatorial: isolados de *Trichoderma asperellum* (TR1 e Qt) e os filtrados de cultura obtidos através do cultivo destes isolados em fermentação submersa (filtrado 1 e filtrado 2) X inoculação e não inoculação do fungo fitopatogênico.

O experimento da aplicação dos tratamentos de controle biológico via substrato foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo cada repetição composta por uma planta. Foi organizado em bifatorial, sendo um fator os isolados de *T. asperellum* (TR1 e Qt) e os filtrados de cultura obtidos através do cultivo destes isolados em fermentação submersa (filtrado 1 e filtrado 2), e o outro fator a inoculação ou não com *L. theobromae*. Para os dois experimentos, foi verificado se os dados apresentavam distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, utilizando o *software* BioEstat 5.0. As médias dos dados foram comparadas pelo teste de Skott-Knott ($p < 0,05$), utilizando o *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Experimento 1 - Aplicação via parte aérea

Os resultados da avaliação de altura e diâmetro das plantas, realizada 90 dias após a inoculação do patógeno e após a realização do tratamento das mesmas com a suspensão de esporos e filtrados de cultura de *Trichoderma asperellum*, são



apresentados na Tabela 1. É importante ressaltar que, no tratamento testemunha com a inoculação somente do patógeno, houve a estagnação total no incremento da altura das plantas, demonstrando o efeito negativo no crescimento. Por outro lado, para o diâmetro não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 1 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* no crescimento das mudas de noqueira-pecã, através das variáveis: comprimento da parte aérea (cm) e diâmetro (mm), avaliadas aos 90 dias após a inoculação do patógeno

Tratamentos	Altura		Média	Diâmetro		Média
	PP	AP		PP	AP	
<i>Trichoderma asperellum</i> (Qt)	20,77 a*	21,37 ^{ns}	21,07	4,07 ^{ns}	3,74 ^{ns}	3,91
<i>Trichoderma asperellum</i> (TR1)	21,85 a	23,05	22,45	3,81	3,93	3,87
Filtrado 1	21,10 a	22,20	21,65	3,76	3,54	3,65
Filtrado 2	21,25 a	22,40	21,82	3,27	3,81	3,54
Testemunha	18,42 b	22,07	20,24	3,86	3,67	3,76
Média	20,68	22,22		3,75	3,74	
CV (%)	10,82			11,61		

Fonte: Autores (2022)

Em que: PP: presença do patógeno; AP: ausência do patógeno; ns: não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Para a MFPA, não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados, mas, quando avaliada a MFR, pode-se perceber que na presença do patógeno, nenhum tratamento se destaca, no entanto, todos os tratamentos com o controle biológico apresentaram leve incremento na MFR em relação à testemunha apenas inoculada com o patógeno (Tabela 2). Contudo, quando não havia a influência do patógeno, alguns tratamentos induziram maior desenvolvimento das raízes, diferindo estatisticamente, como é o caso dos tratamentos Qt, TR1 e filtrado 1, com incremento de 8,47, 9,19, 15,77% respectivamente em relação à testemunha. Porém, quando se compara a presença e ausência do patógeno, verifica-se que, para todos os tratamentos, a presença do patógeno causou efeito negativo, diferenciando-se estatisticamente dos tratamentos sem o patógeno.



Tabela 2 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* na qualidade final das mudas de noqueira-pecã, avaliada por meio da massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR)

Tratamentos	MFPA		Média	MFR		Média
	PP	AP		PP	AP	
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	6,96 ^{ns}	7,05 ^{ns}	7,00	18,89 Ba*	22,29 Aa	20,59
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	6,92	7,58	7,25	17,98 Ba	22,44 Aa	20,21
Filtrado 1	6,78	6,98	6,88	19,08 Ba	23,79 Aa	21,44
Filtrado 2	7,73	7,38	7,55	18,15 Ba	20,76 Ab	19,45
Testemunha	7,04	7,00	7,02	17,46 Ba	20,55 Ab	19,00
Média	7,09	7,20		18,31	21,97	
CV (%)	8,12			10,79		

Fonte: Autores (2022).

Em que: ns: não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A avaliação da MSPA seguiu a mesma tendência constatada na MFPA, ou seja, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos com as suspensões de esporos ou com os filtrados de cultura e entre a presença e ausência do patógeno (Tabela 3). Para a MSR, houve diferença estatística entre os tratamentos de controle biológico e a inoculação ou não do patógeno, com interação entre os fatores. Na presença do patógeno, o tratamento mais promissor foi com a suspensão de esporos do isolado de *T. asperellum* TR1, enquanto que na ausência do patógeno a maior média de MSR foi do filtrado 1, que não se diferenciou do tratamento com as suspensões de esporos dos isolados TR1 e Qt.

O aumento da MSR e MSPA devido a utilização de *Trichoderma asperellum* já foi relatado em outras espécies. Em *Jacaranda micranta* (caroba), Amaral, Steffen, Maldaner, Missio e Saldanha (2017) relataram MSR de 108,70 mg e MSPA de 178,07 mg para os tratamentos com *T. asperellum* incorporados no substrato, enquanto que a MSR e a MSPA foram de 34,8 mg e 48,23 mg para o tratamento controle, sendo todas as variáveis analisadas 90 dias após a semeadura. O isolado de *T. asperellum* obtido



de solo rizosférico de plantas adultas de noqueira-pecã mostrou maior capacidade de promoção de crescimento das mudas, tanto nas aplicações via parte aérea, quanto incorporado ao substrato, bem como na presença e na ausência do patógeno. Esse fato pode estar relacionado com a origem do isolado e seu prévio contato com a planta (MAHDIZADEHNARAGHI; HEYDARI; ZAMANIZADEH; REZAAE; NIKAN, 2015).

Tabela 3 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* na qualidade final das mudas de noqueira-pecã, avaliadas por meio da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR)

Tratamentos	MSPA		Média	MSR	
	PP	AP		PP	AP
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	3,21 ^{ns}	3,37 ^{ns}	3,29	7,49 Bb*	11,44 Aa
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	3,48	3,92	3,70	8,17 Ba	10,70 Aa
Filtrado 1	3,22	3,72	3,46	7,19 Bb	12,95 Aa
Filtrado 2	4,07	3,60	3,84	6,77 Ab	8,03 Ab
Testemunha	3,18	3,59	3,38	6,80 Ab	8,45 Ab
Média	3,43	3,64			
CV (%)	17,17			15,65	

Fonte: Autores (2022)

Em que: ns: não significativo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Nas avaliações sobre a manifestação de sintomas realizadas aos 15 e 30 dias seguintes à inoculação de *L. theobromae*, não foram observados sintomas que pudessem ser associados à ação do patógeno na planta. Contudo, na avaliação feita 45 dias após a inoculação do patógeno, foram observados os primeiros sintomas relacionados ao cancro do tronco. Os sintomas consistiram em fendilhamento longitudinal e cancro, algumas plantas apresentavam os dois sintomas simultaneamente.

Os sintomas observados aos 90 dias foram semelhantes aos constatados aos 45 dias, com fendilhamentos longitudinais e cancos, no entanto nesse momento os sintomas ocupavam maiores proporções nos tecidos das plantas. Nessa avaliação foi observada a presença de fendilhamentos longitudinais em todas as repetições do



tratamento testemunha inoculado com o patógeno, ou seja, a incidência da doença foi de 100% (Tabela 4). Além disso, esse tratamento foi o que apresentou a maior nota de severidade (3,50), com uma planta morta no final do experimento.

Os demais tratamentos apresentaram incidência que variou 75% a 50% e houve uma diminuição acentuada da severidade dos sintomas com notas iguais ou menores que 1,50. O tratamento mais promissor para o controle de *Lasiodiplodia theobromae* aplicado via parte aérea foi o com a suspensão de esporos do isolado de *T. asperellum* Qt, com incidência de 50% e severidade de 0,75. Todos os tratamentos não inoculados com *L. theobromae* não apresentaram mudas sintomáticas e, portanto, os sintomas nos tratamentos inoculados são referentes à aplicação proposital do patógeno e não a presença deste de forma latente nas plantas. Nas plantas em que se aplicou somente as suspensões de esporos de *T. asperellum* spp. ou os filtrados de cultura, não houve nenhum sintoma que pudesse ser relacionado a efeito fitotóxico causado pela aplicação dos tratamentos.

Tabela 4 – Incidência (%) e notas de severidade da doença, relacionados ao teste de antagonismo *in vivo* 90 dias após a inoculação do patógeno

Tratamentos	Incidência	Severidade
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	50,00 c*	0,75 b
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	75,00 b	1,50 b
Filtrado 1	50,00 c	0,85 b
Filtrado 2	75,00 b	1,25 b
Testemunha	100,00 a	3,50 a
CV (%)	21,38	24,30

Fonte: Autores (2022)

Em que: CV: Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A possibilidade de *Trichoderma* spp. ser utilizado na parte aérea, com o intuito de pré-colonizar os locais onde podem ocorrer ferimentos, evitando a colonização desses locais por patógenos, deve ser considerada. No presente estudo, percebeu-se



que a aplicação de biocontroladores na parte aérea, em geral, diminui a incidência e severidade da doença cancro do tronco, mostrando o potencial dos tratamentos em afetar o patógeno.

3.2 Experimento 2 - Aplicação dos tratamentos no substrato

A incorporação dos filtrados de cultura no substrato mostrou-se como a forma mais eficaz de aplicação, esse fato pode estar ligado a própria natureza de *T. asperellum*, um fungo habitante do solo, pois as moléculas produzidas podem ter maior efetividade nesse ambiente, devido a menor variação de temperatura e umidade, e pelo fato do ambiente solo não apresentar a incidência de radiação solar direta, o que pode degradar alguns compostos.

Nas avaliações realizadas aos 90 dias após a inoculação do patógeno, para o comprimento da parte aérea e diâmetro do caule, pode-se observar que os tratamentos interferiram de forma diferente nessas variáveis (Tabela 5). As plantas do tratamento testemunha, tanto com ou sem a inoculação do patógeno, em geral, apresentaram comprimento da parte aérea significativamente menor que os demais tratamentos, demonstrando que as suspensões de esporos e os filtrados de cultura de *T. asperellum* foram capazes de induzir o crescimento das plantas de noqueira-pecã.

A suspensão de esporos do isolado TR1 foi o tratamento que se mostrou mais promissor, onde as plantas apresentaram maior comprimento de parte aérea, tanto na presença (21,47 cm) quanto na ausência do patógeno (22,12 cm). A inoculação do patógeno não prejudicou o incremento das plantas em diâmetro de caule, mantendo-se estatisticamente semelhante aos tratamentos na ausência do patógeno. Na presença do patógeno, os tratamentos com as suspensões de esporos de *T. asperellum* e com os filtrados de cultura interferiram no crescimento das plantas, sendo que no tratamento TR1 (5,01 mm) as plantas apresentavam valores de diâmetro de caule estatisticamente superior aos demais.



Tabela 5 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* no crescimento das mudas de noqueira-pecã, através das variáveis comprimento da parte aérea (cm) e diâmetro (mm), avaliadas aos 90 dias após a inoculação do patógeno

Tratamentos	Comprimento da parte aérea (cm)		Diâmetro (mm)	
	PP	AP	PP	AP
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	19,97 Aa*	19,40 Ab	4,59 Ab	4,19 Aa
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	21,47 Aa	22,12 Aa	5,01 Aa	4,51 Aa
Filtrado 1	19,90 Aa	19,60 Ab	4,35 Ac	4,16 Aa
Filtrado 2	19,81 Aa	20,88 Aa	4,54 Ab	4,40 Aa
Testemunha	18,65 Ab	19,62 Ab	4,65 Ab	4,15 Aa
CV (%)	5,5		9,61	

Fonte: Autores (2022)

Em que: PP: presença do patógeno; AP: ausência do patógeno; *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro; ns: não significativo. CV: Coeficiente de Variação.

Conforme observado na Tabela 6, para a massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa fresca da raiz (MFR), houve diferença estatística entre os tratamentos, ocorrendo interação entre os fatores. Os resultados demonstraram que o patógeno interferiu na MFPA para alguns tratamentos, como é o caso do tratamento com a suspensão de esporos do isolado de *T. asperellum* TR1 e com o filtrado 2, no entanto, o tratamento TR1 na presença do patógeno foi o melhor para o acúmulo da MFPA quando comparado aos demais. Na ausência do patógeno, dois tratamentos se destacaram no acúmulo de MFPA, sendo eles o TR1 e o Filtrado 2. Tanto na presença, quanto na ausência do patógeno, a testemunha foi o tratamento que apresentou a menor MFPA, demonstrando o efeito positivo dos tratamentos do substrato com as suspensões de esporos de *T. asperellum* e com os filtrados de cultura.

Na MFR também houve diferença estatística entre os tratamentos, com interação entre os fatores. Novamente, o tratamento com o isolado de *T. asperellum* TR1 se destacou, estando entre os maiores valores de MFR, na presença e na ausência do patógeno (Tabela 6). Na ausência do patógeno, os tratamentos com a



suspensão de esporos do isolado de *T. asperellum* Qt e filtrado 2 também mostraram potencial de induzir o crescimento das raízes. Os tratamentos testemunha, tanto na presença quanto na ausência do patógeno, apresentaram os menores valores de MFR, sendo que a inoculação do patógeno no caule das plantas de noqueira-pecã sem a aplicação dos tratamentos de controle biológico no substrato gerou plantas com menor acúmulo de MFR.

Tabela 6 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* na qualidade final das mudas de noqueira-pecã, através das variáveis: massa fresca da parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR)

Tratamentos	MFPA		MFR	
	PP	AP	PP	AP
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	7,04 Ab*	6,76 Ab	24,61 Ab	24,35 Aa
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	9,73 Ba	12,12 Aa	31,10 Aa	29,76 Aa
Filtrado 1	6,55 Ab	5,87 Ab	19,13 Ab	19,79 Ab
Filtrado 2	5,54 Bb	9,13 Aa	23,17 Bb	30,33 Aa
Testemunha	5,46 Ab	4,97 Ab	12,69 Bc	19,19 Ab
CV (%)	14,95		15,41	

Fonte: Autores (2022)

Em que: CV: Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Para a MSPA e MSR, houve diferença entre os tratamentos e entre a inoculação ou não com o patógeno, havendo interação entre os fatores (Tabela 7). Para essas variáveis, foi possível observar que, para a maior parte dos tratamentos, quando não foi inoculado o patógeno, os acúmulos de MSPA e MSR foram superiores aos inoculados com o patógeno. A incorporação da suspensão de esporos dos isolados de *T. asperellum* no substrato induziu maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas de noqueira-pecã, como pode ser evidenciado pela análise da MSR. A exceção foi o tratamento com o Filtrado 2 na ausência do patógeno, que apresentou o maior valor para essa variável, mas sem se diferenciar dos tratamentos com a suspensão de esporos dos isolados de *T. asperellum*.



Tabela 7 – Efeito dos tratamentos de controle biológico e de *Lasiodiplodia theobromae* na qualidade final das mudas de noqueira-pecã, através das variáveis massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR)

Tratamentos	MSPA		MSR	
	PP	AP	PP	AP
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	2,94 Ba*	4,96 Aa	9,86 Aa	11,14 Aa
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	3,55 Aa	3,98 Aa	10,99 Aa	11,06 Aa
Filtrado 1	2,36 Aa	2,54 Ab	5,84 Ab	5,56 Ab
Filtrado 2	2,34 Ba	3,78 Aa	8,16 Bb	11,78 Aa
Testemunha	2,24 Aa	1,82 Ab	6,90 Ab	5,08 Ab
CV (%)	16,37		12,62	

Fonte: Autores (2022)

Em que: CV: Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Aguiar, Aguiar, Tedesco e Silva (2015), alguns metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. promovem a multiplicação das células vegetais e, conseqüentemente, aumentam a biomassa vegetal. Um desses metabólitos é o ácido indol-3-acético, que não foi observado na constituição dos filtrados de cultura utilizados no presente estudo, porém alguma outra substância pode ter ação semelhante, como no caso dos compostos homólogos ao 2H-Pyran-2-one, 6-pentyl- (6PAP) identificados nos filtrados de cultura (RABUSKE, 2021) e que podem atuar melhorando a solubilidade de nutrientes, gerando benefícios no crescimento das mudas de noqueira-pecã tratadas com os mesmos (SOLDAN; WATZLAWICK; BOTELHO; FARIA; MAIA, 2018).

Nas duas avaliações iniciais realizadas para a observação de sintomas aos 15 e 30 dias após a inoculação do patógeno, não foram observados sintomas que pudessem ser associados a doença cancro do tronco. Somente na avaliação seguinte, 45 dias após a inoculação do patógeno, foram observados os primeiros sintomas, caracterizados por fendilhamentos e cancrs próximos ao local da inoculação. Aos 90 dias após a inoculação, os sintomas eram similares aos relatados aos 45 dias após a inoculação, porém um número maior de plantas apresentava sintomas e, visualmente,



ocupavam maior parte do tecido das plantas sintomáticas. Nas plantas não inoculadas com o patógeno, não foram observados sintomas de fendilhamento ou de cancro que pudessem ser associados ao patógeno, que poderia estar latente na planta. Somente foi observada uma cicatriz no local do ferimento, resultante do processo de cicatrização. Devido à ausência de plantas doentes nesses tratamentos, optou-se por não os adicionar esta variável na análise estatística.

Quando houve inoculação do patógeno e nenhum tratamento de controle biológico, todas as plantas foram sintomáticas, alcançando a incidência de 100% e severidade de 3,25 (Tabela 8). Nenhum tratamento de controle conteve totalmente a presença de sintomas relacionados com a doença. Porém, quando se utilizou a suspensão de esporos de *T. asperellum* (TR1), a incidência foi menor, com 37,50% de plantas sintomáticas, e consequentemente esse tratamento também apresentou a menor severidade de 0,38. Os demais tratamentos foram intermediários com incidência variando entre 50% (Filtrado 1 e 2) e 75% (Qt) e notas entre 0,75 (Filtrado 1) e 1,37 (Qt).

Tabela 8 – Incidência (%) e notas de severidade da doença, relacionadas ao teste de antagonismo *in vivo* em plantas inoculadas com *Lasiodiplodia theobromae*

Tratamentos	Incidência (%)	Severidade
<i>Trichoderma asperellum</i> Qt	75,00 b*	1,37 b
<i>Trichoderma asperellum</i> TR1	37,50 c	0,38 c
Filtrado 1	50,00 c	0,75 c
Filtrado 2	50,00 c	0,88 c
Testemunha	100,00 a	3,25 a
CV (%)	31,52	24,54

Fonte: Autores (2022)

Em que: CV: Coeficiente de Variação. *Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

A incorporação de espécies de *Trichoderma* no substrato visando o controle de doenças foi explorada por alguns autores. Borges, Marques, Macedo, Martins, Silva



Filho e Mello (2018) testaram o efeito de *T. asperellum* e *T. harzianum* no controle de *Lasiodiplodia theobromae*, agente causal do cancro em Teca (*Tectona grandis* Linn, F.). Os autores relataram que *T. asperellum* controlou em até 100% a incidência de cancro nas plantas, dependendo do clone com que foi combinado.

Por outro lado, Santos, Heckler, Lazarotto, Garrido, Rego e Blume (2016) trabalharam com diferentes espécies de *Trichoderma* no controle de *Dactylonectria macrodidyma*, causador do pé preto em videira (*Vitis vinifera* L.). Na avaliação final, os autores relataram que as plantas que cresceram no substrato contendo *Trichoderma* spp., mesmo com a presença do patógeno no substrato, apresentaram menos sintomas da doença do que plantas do tratamento controle positivo, com o substrato infestado apenas com o patógeno.

Brito, Cavalcante, Stock, Colman, Santos, Sermarini e Maffia (2020) estudaram a ação de diferentes espécies de *Trichoderma* isoladas de solo rizosférico de mangueira (*Mangifera indica* L.) no controle de *Ceratocystis fimbriata*. Entre os isolados, *T. asperelloides* reduziu a podridão de raízes causada pelo patógeno. Junges, Muniz, Campos, Brun, Michelin e Mazutti (2018) comentam que a eficiência do uso de *Trichoderma* spp. está diretamente relacionada à época de aplicação do biocontrolador, recomendando a aplicação preventiva, como a que foi realizada na presente pesquisa.

A ação dos metabólitos de *Trichoderma* na redução da severidade de doenças já foi relatada anteriormente. Moutassem, Belabid e Bellik (2020) testaram o efeito de metabólitos de diferentes espécies de *Trichoderma* spp. no controle de *Fusarium oxysporum*, causador de murcha em grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), para tanto as plântulas recém germinadas foram colocadas em contato com os metabólitos e novamente aspergidas no momento do transplante. Os metabólitos de *Trichoderma* spp. reduziram a gravidade da doença entre 35,01% e 56,94% na comparação com o controle positivo constituído apenas pela presença do patógeno.

Deve-se considerar que a aplicação de esporos de *Trichoderma* spp. apresenta algumas limitações, como efeitos variáveis quando as condições ambientais ou as



culturas alvo são alteradas; os efeitos, às vezes, não são proporcionais às doses; a viabilidade do inóculo depende das condições de armazenamento e apresentam curto prazo de validade; a eficácia, principalmente como tratamentos preventivos (WOO; RUOCCO; VINALE; NIGRO; MARRA; LOMBARDI; PASCALE; LANZUISE; MANGANIELLO; LORITO, 2014). Por isso, na presente pesquisa, os metabólitos fúngicos na forma de filtrados de cultura foram utilizados como alternativa à utilização do microrganismo vivo.

Os filtrados de cultura foram eficientes no controle do cancro do tronco em mudas de noqueira-pecã, com efeitos semelhantes aos dos tratamentos em que foram usados os esporos de *T. asperellum*, sendo importante salientar que antes da utilização dos filtrados de cultura, estes passaram por um período de armazenamento de doze meses e que mesmo assim mantiveram a capacidade de controlar o fitopatógeno e induzir maior crescimento de mudas de noqueira-pecã em alguns tratamentos.

4 CONCLUSÕES

Os isolados e os filtrados de cultura de *Trichoderma asperellum* estimularam o crescimento inicial de plantas de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*) e reduziram a incidência e a severidade da doença cancro do tronco, independente da forma de aplicação.

REFERÊNCIAS

ABDOLLAHZADEH, J.; JAVADI, A.; GOLTAPPEH, E. M.; ZARE, R.; PHILLIPS, A. J. L. Phylogeny and morphology of four new species of *Lasiodiplodia* from Iran. **Persoonia**. v. 25, p. 1-10, 2010.

AGUIAR, A. R. de; AGUIAR, D.; TEDESCO, S. B.; SILVA, A. C. F. da. Efeito de metabólitos produzidos por *Trichoderma* spp. sobre o índice mitótico em células das pontas de raízes de *Allium cepa*. **Bioscience Journal**. v. 31, n. 3, p. 934-940, 2015.

AMARAL, P. P.; STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W. Promotores de crescimento na propagação de caroba. **Pesquisa florestal brasileira**. v. 37, n. 90, p. 149-157, 2017.



BORGES, R. C. F.; MARQUES, E.; MACEDO, M. A.; MARTINS, I.; SILVA FILHO, J. G. da; MELLO, S. C. M. de. Biocontrol of teak canker caused by *Lasiodiplodia theobromae*. **Revista Árvore**, v. 42, n. 3, 2018.

BRITO, R. A. S.; CAVALCANTE, G. P.; STOCK, V. M.; COLMAN, A. A.; SANTOS, D. P. DOS; SERMARINI, R. A.; MAFFIA, L. A. *Trichoderma* species show biocontrol potential against *Ceratocystis* wilt in mango plants. **European Journal of Plant Pathology**, v. 158, n. 3, p. 781-788, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

JUNGES, E.; MUNIZ, M. F. B.; CAMPOS, A. D.; BRUN, T.; MICHELON, C. J.; MAZUTTI, M. A. Bioproducts from *Trichoderma harzianum* as inducer of resistance to anthracnose in beans. In: SANTOS, A. S. (org.). **Avanços Científicos e Tecnológicos em Bioprocessos**. Atena, 2018. P.70-80.

LUO, Y.; LICHTENBERG, P. S. F.; NIEDERHOLZER, F. J. A.; LIGHTLE, D. M.; FELTS, D. G.; MICHAILIDES, T. J. Understanding the Process of Latent Infection of Canker-Causing Pathogens in Stone Fruit and Nut Crops in California. **Plant Disease**, v. 103, n. 9, p. 2374-2384, 2019.

MAHDIZADEHNARAGHI, R.; HEYDARI, A.; ZAMANIZADEH, H. R.; REZAEI, S.; NIKAN, J. Biological control of garlic (*Allium*) whiterot disease using antagonistic fungi-based bioformulations. **Journal of Plant Protection Research**, v. 55, n. 2, p. 136-141, 2015.

MEYER, M. C.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da. **Trichoderma: uso na agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 538 p. 1ª ed. 2019.

MOUTASSEM, D.; BELABID, L.; BELLIK, Y. Efficiency of secondary metabolites produced by *Trichoderma* spp. in the biological control of *Fusarium* wilt in chickpea. **Journal of Crop Protection**, v. 9, n. 2, p. 217-231, 2020.

O'BRIEN P. A. Biological control of plant diseases. **Australasian Plant Pathology**, v. 46, p. 293-304, 2017.

POLETTO, T.; MACIEL, C. G.; MUNIZ, M.; BLUME, E.; POLETTO, I.; BRIOSO, P. First report of stem canker caused by *Lasiodiplodia subglobosa* on *Carya illinoensis* in Brazil. **Plant Disease**, v. 100, p. 1016-1016, 2016.

RABUSKE, J. E. **Trichoderma asperellum no manejo de doenças e na promoção de crescimento de plantas de nogueira-pecã**. 2021. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, 2021.

ROLIM, J. M.; SAVIAN, L. G.; WALKER, C.; RABUSKE, J. E.; SARZI, J. S.; MUNIZ, M. F. B.; SILVA, J. C. P. da. First report of stem canker caused by *Neofusicoccum parvum* and *Pseudofusicoccum kimberlyense* on *Carya illinoensis* in Brazil. **Plant Disease**, v. 16, 2020.

ROLIM, J. M.; RABUSKE, J. E.; SAVIAN, L. G.; WALKER, C.; SARZI, J. S.; SILVA, J. C. P. da; MUNIZ M. F. B. Fungi of the botryosphaeriaceae family cause different levels of stem canker on pecan trees (*Carya illinoensis*) in Brazil. **Revista Arvore**, 46, e4615, 2022.



SANTOS, R. F. dos; HECKLER, L. I.; LAZAROTTO, M.; GARRIDO, L. da R.; REGO, C.; BLUME, E. *Trichoderma* spp. and *Bacillus subtilis* for control of *Dactylonectria macrodidyma* in grapevine. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 55, n. 2, p. 293–300, 2016.

SOLDAN, A.; WATZLAWICK, L. F.; BOTELHO, R. V.; FARIA, C. M. D. R.; MAIA, A. J. Development of forestry species inoculated with *Trichoderma* spp. Fertilized with rock phosphate. **Floresta e Ambiente**. v. 25, n. 4, p. 1-8, 2018.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COELHO, I. L.; BOARI, A. Cancro em mogno africano no estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 221-225, 2013.

WOO, S. L.; RUOCCO, M.; VINALE, F.; NIGRO, M.; MARRA, R.; LOMBARDI, N.; PASCALE, A.; LANZUISE, S.; MANGANIELLO, G.; LORITO, M. *Trichoderma*-based products and their widespread use in agriculture. **The Open Mycology Journal**, v. 8, p. 71– 126, 2014.

Contribuição de Autoria

1 Jéssica Emilia Rabuske

Engenheira Florestal, Doutora em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0003-2938-1671> • jessicaemilia@uri.edu.br

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original

2 Marlove Fátima Brião Muniz

Engenheira Agrônoma, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0001-7436-9589> • marlovemuniz@yahoo.com.br

Contribuição: Administração do projeto; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Escrita – revisão e edição

3 Thiarles Brun

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola

<https://orcid.org/0000-0002-3330-0347> • brun@uri.edu.br

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição



4 Mateus Alves Saldanha

Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-1788-8179> • mtsmateusalves@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original; Escrita – revisão e edição

5 Jéssica Mengue Rolim

Engenheira Florestal, Mestra em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0003-2737-7599> • doc.menguejessica@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

6 Janaína Silva Sarzi

Engenheira Agrônoma, Mestra em Agronomia

<https://orcid.org/0000-0002-2447-3115> • janainasarzi@yahoo.com.br

Contribuição: Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

7 Lucas Graciolli Savian

Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-4398-7998> • lucassavian@hotmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

8 Aleksandra Cezimbra Quevedo

Engenheira Florestal, Mestra em Engenharia Florestal

<https://orcid.org/0000-0002-2751-1068> • alequevedo1997@gmail.com

Contribuição: Curadoria de dados; Pesquisa; Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

RABUSKE, J. E.; MUNIZ, M. F. B.; BRUN, T.; SALDANHA, M. A.; ROLIM, J. M.; SARZI, J. S.; SAVIAN, L. G.; QUEVEDO, A. C. *Trichoderma asperellum* no controle de cancro do tronco em *Carya illinoensis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e72270, p. 1-22, 2023. DOI 10.5902/1980509872270. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509872270>. Acesso em: dia mês abreviado. ano.