

PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO EM INOCULANTE FÚNGICO

David Patrick Almeida Correia¹, Igor Victor de Santana-Santos², Idamar da Silva Lima³, Kairon Rocha Andrade⁴,
Andréa Verônica Gobbi Barbosa⁵, Pedro Roberto Almeida Viégas⁶, Regina Helena Marino⁷

RESUMO – O emprego de inoculantes fúngicos na produção de mudas de olerícolas é ainda pouco estudado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ em substrato inoculante de *Pycnoporus sanguineus* produzido em pó de coco suplementado com níveis de farelo de trigo e na mistura solo: inoculante. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 2 x 6 sendo constituído por dois substratos [inoculante fúngico (I) e mistura de solo: inoculante (S:I)] e seis níveis de farelo de trigo (0% – testemunha, sem colonização fúngica e 0, 5, 10, 20 e 30% com colonização fúngica) e quatro plantas por tratamento. A suplementação do inoculante fúngico com níveis de farelo de trigo reduz o período de colonização e aumenta a densidade micelial do *P. sanguineus*, o pH, o teor de nitrogênio e de fósforo após a completa colonização. A germinação do tomateiro é inibida pelo inoculante fúngico, mas a mistura do solo: inoculante fúngico favorece a germinação e o desenvolvimento das mudas.

Palavras chave: germinação, nutrição de plantas, *Pycnoporus sanguineus*.

PRODUCTION OF TOMATO SEEDLINGS ON FUNGI INOCULUM

ABSTRACT – The use of fungi inoculum in the production of vegetable seedlings is poorly studied in the literature. The objective of this work was to evaluate the production of tomato seedlings ‘Santa Clara i-5300’ in substrate of the fungi inoculum produced in coconut powder supplemented with wheat bran levels, and in soil mixture: fungi inoculum. The experimental design used was completely randomized in a 2 x 6 factorial scheme, consisting of two substrates [fungi inoculum (I) and the sandy soil mixture: fungi inoculum (S:I)] and six wheat bran level (0% - control without fungi inoculation, and 0, 5, 10, 20 and 30% with fungi inoculation) and four plants per treatment. Supplementation of the fungi inoculum with wheat bran levels reduces the colonization period and increases the mycelial density of *P. sanguineus*, the pH, the nitrogen and phosphorus content after the complete colonization. Tomato germination is inhibited by the fungi inoculum, but the mixture of the soil: fungi inoculum favors germination and seedling development.

Keywords: germination, plant nutrition, *Pycnoporus sanguineus*.

¹ Estudante do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: davidpatrickcorreia@gmail.com.

² Estudante do curso de Engenharia Agrônômica, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: igor_victor9@hotmail.com.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Recursos Hídricos, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: idamaragro@hotmail.com.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências do solo, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: kaironrocha@hotmail.com.

⁵ Bióloga, Mestre em Ciências Biológicas - Botânica, Doutora em Ciências Biológicas - Genética em Genética, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: andreagobbi@gmail.com.

⁶ Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: pviegas@ufs.br.

⁷ Engenheira Agrônoma, Professora Associada III, Campus São Cristóvão, Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão -SE. E-mail: rehmarino@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Na horticultura, os substratos para produção de mudas podem ser comerciais ou compostos por diversos resíduos da agropecuária, desde que sejam capazes de armazenar água e suprir as necessidades de nutrientes da planta de interesse (Medeiros et al., 2013; Krause et al., 2017; Oliveira et al., 2019). Dentre os elementos essenciais na produção de mudas, o nitrogênio e o fósforo se destacam por participar de processos fisiológicos (Cardoso & Andreote, 2016; Taiz & Zeiger, 2016) e, conseqüentemente, podem influenciar na qualidade da planta e na sobrevivência da muda em condições de campo.

De forma alternativa aos substratos comerciais, os resíduos lignocelulósicos colonizados por fungos de podridão branca e comestíveis como *Pleurotus* spp. e *Agaricus* sp. vem sendo empregado na produção de mudas de hortaliças e de espécies frutíferas, a depender do tipo de substrato, da espécie fúngica e da planta (Maia, 1998; Matos et al., 2017; Machado, 2019; Marino et al., 2019).

Neste contexto, os fungos comestíveis e/ou filamentosos, ao colonizarem os resíduos lignocelulósicos secretam enzimas oxidativas como as lacases (Gao et al., 2018), as quais são estimuladas por suplementos nitrogenados como os farelos (Amorim, 2017) e aumentam a disponibilidade de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, conforme observado após o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Fontalvo et al., 2013; Carvalho et al., 2014; Teixeira et al., 2017). Entretanto, não foram encontrados relatos sobre o efeito do cultivo de *Pycnoporus sanguineus* em resíduos lignocelulósico na disponibilidade de nutrientes e sua influência na produção de mudas de plantas de interesse econômico, apesar desta espécie ser capaz de colonizar resíduos lignocelulósicos como a serragem de *Pinus* (Gambato et al., 2016) e em pó de coco suplementado com farelo de trigo (Teixeira et al., 2018).

Dentre as hortaliças de importância econômica no Estado de Sergipe, o tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ se destaca por apresentar resistência aos fungos *Verticillium* e *Fusarium* causadores da murcha do tomateiro (ISLA, 2020), uma das principais doenças em propriedades orgânicas no município de Areia Branca – Sergipe.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ em substrato do inoculante de *P. sanguineus* produzido em pó de coco suplementado com níveis de farelo de trigo e na mistura solo: inoculante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, localizada no município de São Cristóvão (SE, Brasil).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 2 x 6, correspondente à produção das mudas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ em dois substratos [inoculante fúngico (I) e mistura de solo: inoculante (S:I)] na proporção 2:1 (v:v) e seis níveis de farelo de trigo (0% – testemunha, sem colonização fúngica e 0, 5, 10, 20 e 30% com colonização fúngica) e quatro plantas por tratamento repetições.

O isolado fúngico PS de *Pycnoporus sanguineus* foi previamente multiplicado em meio de cultivo batata-dextrose-ágar (BDA comercial: 39 g L⁻¹) em incubadora BOD a 28 ± 1 °C com fotoperíodo de oito horas durante sete dias.

O inoculante fúngico de *P. sanguineus* foi obtido em pó de coco comercial suplementado com farelo de trigo. Para tanto, o pó de coco foi peneirado (malha de < 1 mm), adicionado 0, 5, 10, 20 e 30% de farelo de trigo conforme o tratamento, acondicionado em frascos de 500 mL, autoclavado a 121 °C e 1 atm por 1 h e repetido uma vez após 24 h. Em condições de câmara asséptica, um disco micelial de 6 mm de diâmetro do *P. sanguineus* foi transferido com auxílio de uma alça de platina para o substrato resfriado. A colonização do substrato pelo isolado fúngico foi em incubadora BOD a 28 ± 1 °C com fotoperíodo de 8 h de luz até a completa colonização dos mesmos.

Na produção das mudas foram utilizados dois substratos: o inoculante fúngico e a mistura de solo: inoculante fúngico na proporção de 2:1 (v:v).

Nos tratamentos com o inoculante fúngico com 0 a 30% de farelo, após a completa colonização fúngica, o substrato foi destorroado. Na mistura solo: inoculante, o solo utilizado foi um Neossolo quartizarênico com pH em água de 6,9, 4,7 g Kg⁻¹ de matéria orgânica, 8,0 mg Kg⁻¹ de potássio, 8,0 mg Kg⁻¹ de fósforo, 1,3 cmolc dm⁻³ de CTC e 76,5% de V. No laboratório, o solo foi autoclavado a 121 °C e 1 atm durante 1 h e repetido após 24 h. Depois do resfriamento, o solo foi umedecido e homogeneizado com o inoculante fúngico previamente destorroado após a completa colonização, conforme o tratamento. Na testemunha foi utilizado solo arenoso autoclavado e substrato inoculante, mas sem a colonização fúngica (2:1).

Todos os tratamentos foram transferidos para bandeja de isopor de 128 células e adicionadas três sementes



do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ (Isla Ltda) por repetição. O cultivo foi realizado em estufa agrícola com irrigação por microaspersão e após 14 dias da sementeira foi realizada a adubação de cobertura e o desbaste, sendo conduzida apenas uma planta por célula e quatro plantas por tratamento. Para a adubação de cobertura foram adicionados 3 mL por planta da solução à base da formulação 15-00-14 [N (%) – P – K (%)], diluída na proporção de 6 g L⁻¹ do produto comercial em água destilada, em todos os tratamentos.

No inoculante fúngico, as variáveis analisadas foram: o período de colonização, a densidade micelial e a composição química do inoculante fúngico. Na produção das mudas foram avaliados: a sanidade das sementes do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’, o período e a porcentagem de germinação, a altura da planta, o comprimento da raiz, o número de folhas, a massa seca da parte aérea e da raiz

e o incremento na massa seca da parte aérea e da raiz após vinte e dois dias da sementeira.

O período da colonização do inoculante fúngico foi avaliado pelo número de dias necessários até a completa colonização do substrato. A densidade micelial do *P. sanguineus* no inoculante foi analisada diariamente até a completa colonização do substrato através de uma escala subjetiva de notas para o grau de adensamento do micélio, onde: 1 = pouco adensado, 2 = mediamente adensado e 3 = fortemente adensado.

A composição química (pH, teor de nitrogênio total e teor de fósforo) do inoculante fúngico e da mistura (solo: inoculante) foi avaliado segundo Silva (2009), com e sem colonização fúngica e os resultados obtidos foram comparados aos dados mencionados nos substratos comerciais Bioplant e Plantmax® (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química dos substratos comerciais Bioplant e Plantmax® utilizados na produção de mudas

Substrato	Referência	pH	Nitrogênio total	Fósforo
Bioplant	Krause et al. (2017)	5,6	6,2 g.kg ⁻¹	15,5 g.kg ⁻¹
Plantmax®	Medeiros et al. (2013)	4,7	8,1 g.kg ⁻¹	1047,0 g.kg ⁻¹
Plantmax® HÁ	Costa et al. (2013)	5,1	-	298,3 mg.kg ⁻¹
Plantmax® HT	Costa et al. (2013)	5,9	-	680,0 mg.kg ⁻¹

Na avaliação da sanidade das sementes do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ foram selecionadas 100 sementes ao acaso, imersas em uma solução de álcool 70% por 1 min., 0,1% de hipoclorito de sódio por 1 min e seguida pela tríplex lavagem em água destilada autoclavada por 1 min cada (Alfenas & Mafia, 2007). As sementes desinfestadas foram transferidas individualmente para caixas Gerbox contendo papel de filtro umedecido com água destilada autoclavada e incubadas a 25 ± 1 °C sem fotoperíodo durante sete dias. Os fungos observados nas sementes foram identificados com base nas estruturas reprodutivas segundo Barnett & Hunter (1998).

O período e a porcentagem de germinação das sementes do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ foram avaliados diariamente até o sétimo dia após a sementeira nos substratos para produção de mudas conforme os tratamentos. A porcentagem de germinação (G) foi calculada pela equação: $G (\%) = (NSG \times 100) / NTS$, onde NSG = número de sementes germinadas e NTS = número total de sementes semeadas.

A altura das mudas e o comprimento da raiz foram determinados com auxílio de uma régua milimétrica, cujas medições foram realizadas a partir do colo. O número de folhas definitivas e folíolos foi obtido por contagem direta no dia da colheita do experimento. As massas seca da parte aérea e da raiz foram determinadas em balança semi-analítica após a secagem da matéria fresca em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C até massa constante.

O incremento (INC) na massa seca da parte aérea e massa seca da raiz foi calculado em relação ao tratamento testemunha (0% farelo e sem inoculação fúngica) pela equação: $INC (\%) = [(Vf \times 100) / Vc] - 100$, em que: Vf = valor da variável no tratamento com o fungo e Vc = valor da variável analisada no tratamento testemunha (0% de farelo de trigo e sem inoculação fúngica).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, no caso em que houve diferença significativa, foi aplicado o Teste de Tukey a 5% de significância para comparação das médias. Na análise de regressão das variáveis analisadas foi aplicado o Teste t a 1 e a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Período de colonização e densidade micelial no inoculante fúngico

A adição de 5 a 30% de farelo de trigo ao substrato inoculante do *P. sanguineus* à base de pó de coco reduziu significativamente o período de colonização

em relação ao tratamento sem farelo de trigo, cujos dados foram ajustados à regressão quadrática (Tabela 2). Da mesma forma, o bagaço de cana-de-açúcar ou de sabugo de milho suplementados com farelos reduziu o período de colonização pelo fungo comestível *P. ostreatus* (Almeida et al., 2018).

Tabela 2 - Período de colonização (dias) e densidade micelial (notas) do inoculante de *Pycnoporus sanguineus* obtido em pó de coco suplementado 0 a 30% de farelo de trigo após 37 dias de cultivo^{1,2,3}

Variáveis	Farelo de trigo (%)					Regressão	R ²
	0	5	10	20	30		
Período de colonização	37,0 a	15,2 b	14,8 b	15,8 b	15,8 b	Quadrática	0,77**
Densidade micelial	1,0 c	2,0 b	2,8 a	3,0 a	3,0 a	Linear	0,69**

¹ Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² Densidade micelial (notas): 1 – pouco adensado, 2 – mediamente adensado e 3 – fortemente adensado;

³ ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

No substrato inoculante, o emprego de 5 a 30% de farelo de trigo contribuiu para o aumento do adensamento micelial do *P. sanguineus* em pó de coco, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Tabela 2). O mesmo comportamento na densidade micelial foi observado durante o cultivo do fungo *Panus strigellus* em serragem de *Simarouba amara* com farelo de trigo (Vargas et al., 2012).

A ocorrência de micélio fortemente adensado demonstra um isolado fisiologicamente melhor adaptado ao substrato e pode estar correlacionado à sua capacidade em aproveitar os nutrientes presentes no meio. Neste contexto, é importante considerar que a suplementação do substrato de cultivo com farelos estimula a síntese de enzimas fúngicas lignocelolíticas (Amorim, 2017), as quais promovem a degradação do substrato e aumentam a disponibilidade de nutrientes importantes ao metabolismo microbiano, como de nitrogênio e de fósforo, conforme observado após o cultivo do fungo comestível *P. ostreatus* (Fontalvo et al., 2013; Carvalho et al., 2014).

A suplementação do pó de coco com níveis crescentes de farelo de trigo deve ter favorecido o incremento do nutrientes importantes ao metabolismo fúngico e contribuído para redução do período de colonização do substrato e aumento da densidade micelial do *P. sanguineus*. Todavia, para o *P. sanguineus* não é necessário o uso de níveis elevados de farelo para obter o micélio fortemente adensado, vez que o aumento do período de cultivo nos tratamentos com 10% de farelo de trigo estimulou o adensamento micelial (Tabela 2 e Figura

1), tal como observado com o fungo *Lentinula edodes* cultivado em pó de coco com farelo de trigo (Matos et al., 2019).

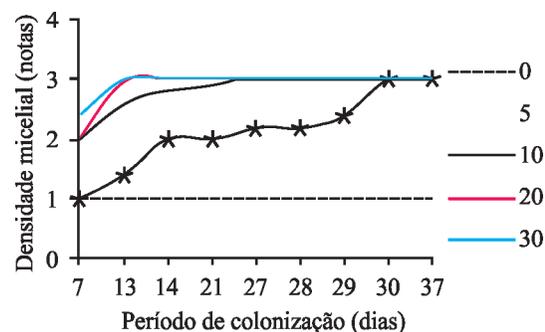


Figura 1 - Densidade micelial (notas)* de *Pycnoporus sanguineus* cultivado em pó de coco suplementado com níveis de farelo de trigo durante o período de colonização por 37 dias após a inoculação fúngica.

* Densidade micelial (notas): 1 – pouco adensado, 2 – mediamente adensado e 3 – fortemente adensado.

Composição química do substrato inoculante e da mistura solo: inoculante

O pH em água dos substratos testados variou entre 4,6 e 5,9 (Tabela 3), dentro da faixa de 4,7 a 5,9 dos substratos comerciais Bioplant e Plantmax[®] utilizados na produção de mudas (Tabela 1).



Tabela 3 - pH, teor de nitrogênio total (N) e teor de fósforo (P) do inoculante (I) de *Pycnoporus sanguineus* produzido em pó de coco com níveis de farelo de trigo e da mistura solo: inoculante (S:I) com e sem colonização fúngica^{1,2}

Variável	Trat.	Colonização Fúngica	Farelo de trigo (%)					Regressão	R ²
			0	5	10	20	30		
pH em água	I	Sem	4,8 b	4,9 b	5,2 a	5,5 a	5,8 a	Linear	0,99**
	I	Com	4,8 b	4,6 b	4,8 b	5,0 b	5,2 b	Linear	0,77**
	S:I	Sem	5,5 a	-	-	-	-	-	-
	S:I	Com	5,5 a	5,5 a	5,5 a	5,7 a	5,9 a	Linear	0,99**
N (g Kg ⁻¹)	I	Sem	3,1 a	5,1 b	6,8 b	10,1 b	13,5 b	Linear	1,00**
	I	Com	3,1 a	6,1 a	8,8 a	13,5 a	17,1 a	Linear	0,99**
	S:I	Sem	0,2 b	-	-	-	-	-	-
	S:I	Com	0,3 b	0,3 c	0,4 c	0,7 a	0,8 c	Linear	0,91*
P (g Kg ⁻¹)	I	Sem	0,04 b	0,35 b	0,68 b	1,48 b	1,74 a	Linear	0,97**
	I	Com	0,10 a	0,66 a	1,48 a	2,54 a	1,80 a	Linear	0,66**
	S:I	Sem	0,02 b	-	-	-	-	-	-
	S:I	Com	0,01 b	0,01 c	0,03 c	0,11 c	0,11 b	Linear	0,89*

¹ Médias seguidas de mesma letra, na coluna e por variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ² ** significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade pelo teste t.

Na mistura solo: inoculante, o pH foi significativamente superior aos valores obtidos nos tratamentos no substrato inoculante com e sem colonização fúngica, provavelmente devido ao pH de 6,9 do solo arenoso. No substrato inoculante com 0 e 5% de farelo de trigo, o cultivo do *P. sanguineus* não influenciou no pH quando comparado ao substrato sem colonização fúngica, mas nos tratamentos com 10 a 30% de suplementação houve redução significativa desta variável (Tabela 3).

A redução do pH do meio com o cultivo do *P. sanguineus* ocorreu provavelmente devido a liberação de enzimas e/ou metabólitos secundários, que podem ter sido estimulados pela adição do farelo de trigo e contribuído para mineralização do substrato, tal como observado após o cultivo fúngico (Cardoso & Andreote, 2016; Amorim, 2017).

O cultivo do *P. sanguineus* com 5 a 30% de farelo de trigo no substrato inoculante resultou no aumento significativo do teor de nitrogênio total em comparação ao tratamento sem colonização e à mistura solo: inoculante com colonização fúngica nos mesmos níveis de suplementação (Tabela 3).

No inoculante colonizado pelo *P. sanguineus*, o aumento do teor de nitrogênio total deve ter influenciado positivamente no adensamento micelial, por ser um elemento importante no desenvolvimento microbiano

(Cardoso & Andreote, 2016) e poderá favorecer o crescimento das plantas, vez que este elemento faz parte de ácidos nucleicos, de proteínas, de nucleotídeos e da molécula da clorofila (Taiz & Zeiger, 2016).

Em comparação aos substrato comerciais, os teores de nitrogênio total de 10,1 a 13,5 g Kg⁻¹ no inoculante com 20 e 30% de farelo de trigo e sem colonização fúngica e de 8,8 a 17,1 g Kg⁻¹ no inoculante com 10 a 30% de farelo de trigo colonizado pelo *P. sanguineus* foram superiores aos 6,2 g Kg⁻¹ do Bioplant (Krause et al., 2017) e aos 8,1% de N (8,1 g Kg⁻¹) do Plantmax® (Medeiros et al., 2013).

No tratamento sem farelo de trigo (0%), o teor de nitrogênio total no inoculante (com e sem colonização fúngica) de 3,1 g Kg⁻¹ foi significativamente superior aos 0,2 a 0,3 g Kg⁻¹ obtidos na mistura solo: inoculante (com e sem inoculação fúngica), mas sem influência da colonização pelo *P. sanguineus* (Tabela 3). Nestes tratamentos e na mistura solo: inoculante, o teor de nitrogênio total (0,2 a 0,8 g Kg⁻¹) foi inferior aos 6,2 g Kg⁻¹ do Bioplant (Krause et al., 2017) e aos 8,1 g Kg⁻¹ de N do Plantmax® (Medeiros et al., 2013), o qual poderá causar deficiência de nitrogênio nas plantas e sintomas como clorose e redução do crescimento das plantas (Filgueira, 2013).

O substrato inoculante com 0 a 30% de farelo de trigo e colonizado pelo *P. sanguineus* aumentou significativamente o teor de fósforo em relação aos demais

tratamentos, exceto em comparado ao tratamento com 30% de farelo sem colonização (Tabela 3). Da mesma forma, o cultivo do cogumelo *P. ostreatus* também aumentou o teor de fósforo no substrato (Carvalho et al., 2014; Oliveira et al., 2018).

Os teores de fósforo de 1,48 a 1,74 g Kg⁻¹ no substrato inoculante com 20 a 30% de farelo e sem colonização fúngica e de 1,48 a 1,80 g Kg⁻¹ no inoculante com 10 a 30% de farelo e colonizado pelo *P. sanguineus* foram superiores aos 298,3 a 680 mg Kg⁻¹ do Plantmax[®] HA e Plantmax[®] HT (Costa et al., 2013) (Tabela 3).

O substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* pode ser uma fonte de fósforo no solo, capaz de promover o crescimento das raízes e o engrossamento das hastes do tomateiro (Filgueira, 2013), tal como observado no maracujazeiro redondo amarelo cultivado com inoculante de *P. ostreatus* (Marino et al., 2019). Entretanto na mistura solo: inoculante, os teores de fósforo de 0,01 a 0,11 g Kg⁻¹ (Tabela 3) foram menores que 298,3 a 680 mg Kg⁻¹ do Plantmax[®] HA e Plantmax[®] HT (Costa et al., 2013), o que poderá influenciar no crescimento das plantas.

De forma geral, a suplementação do substrato inoculante e a mistura solo: inoculante com 0 a 30% de farelo de trigo, com e sem colonização pelo *P. sanguineus* aumentou significativamente o pH, o teor de N e de P em todos os substratos testados, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Tabela 3). Neste resultado, é importante considerar que o teor de nitrogênio total e de fósforo no inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* parte é devido à suplementação com o farelo de trigo e outra parte é resultado da mineralização do substrato.

Produção de mudas do tomateiro 'Santa clara i-5300'

A germinação das sementes do tomateiro 'Santa Clara i-5300' foi de 85% após seis dias da sementeira em papel de filtro, sem influência de micro-organismos endofíticos e/ou fitopatogênicos. Nas sementes não germinadas (15%) foi identificado o fungo *Rhizopus* sp., o qual pode ter interferido na germinação conforme observado nas sementes de *Cordia trichotoma* (louro-pardo) (Berghetti et al., 2015). Entretanto, a germinação do tomateiro também pode ter sido influenciada pelo tipo de substrato (Fontalvo et al., 2013; Figueiredo et al., 2019; Silva et al., 2020).

Nos substratos inoculantes e nas misturas de solo: inoculante, a taxa de germinação foi de 95,8% próximo aos 97% obtidos com o tomateiro 'Santa Clara' em uma mistura composta de 50% de substrato colonizado pelo cogumelo

Pleurotus ostreatus e 50% de cama de frango (Machado, 2019). O período de germinação no inoculante e na mistura solo: inoculantes foi, em média, de 4,6 dias, valor este dentro dos cinco dias recomendados pelo fabricante da semente (ISLA, 2020)

A taxa de germinação das sementes do tomateiro de 95,8% nos substratos inoculantes e misturas solo: inoculantes foi maior que os 85% observados em papel de filtro, provavelmente devido a maior retenção de água pelo pó de coco utilizado no substrato inoculante. Neste contexto, no tratamento testemunha do inoculante (pó de coco sem farelo e sem colonização fúngica) não interferiu no período de germinação do tomateiro 'Santa Clara i-5300' quando comparado ao uso da mistura solo: inoculante (testemunha) (Tabela 4).

O substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* atrasou significativamente o período de germinação do tomateiro em relação ao uso da mistura solo: inoculante, em todos os níveis de farelo de trigo, exceto em relação aos tratamentos testemunha (sem farelo de trigo e sem inoculação fúngica) e com 10% de suplementação (Tabela 4).

A precocidade na germinação das sementes do tomateiro na mistura solo: inoculante ocorreu provavelmente pela maior aeração e retenção da umidade com a adição do inoculante fúngico ao solo arenoso para produção das mudas, tal como observado com a incorporação do substrato colonizado pelo fungo *P. ostreatus* à cama de frango para produção das mudas do tomateiro 'Santa Clara' (Machado, 2019).

A mistura solo: inoculante também favoreceu a germinação do tomateiro por ter menor quantidade de substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus*, vez que o emprego puro (sem mistura) do substrato exaurido de produção do cogumelo *Agaricus* sp. inibiu a germinação do eucalipto, do alpiste e da alfaca, provavelmente por ser um resíduo alcalino (Maia, 1998).

Outro aspecto a ser considerado é que na mistura solo: inoculante, o pH de 5,5 a 5,9 está dentro da faixa de 5,5 a 6,5 mencionada para o tomateiro (Filgueira, 2013), o que também deve ter contribuído para germinação do tomateiro. Enquanto o pH do substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* foi de 4,6 a 5,2 e de 4,8 sem a colonização fúngica, valores estes abaixo do recomendado para esta hortaliça e que devem ter interferido no período de germinação em relação ao uso da mistura solo: inoculante (Tabelas 3 e 4).



Tabela 4 - Germinação (G), número de folhas (NF), altura da planta (ALT), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) de mudas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ cultivadas em substrato inoculante (I) à base de pó de coco (PC) com 0 a 30% de farelo de trigo e em mistura de solo: inoculante (S:I) colonizado por *Pycnoporus sanguineus* após 22 dias da semeadura ^{1,2}

Variável	Subst.	Test. ¹	Farelo de trigo (%)					Regressão	R ²
			0	5	10	20	30		
G (dias)	I	4,5 a ²	5,3 a	5,0 a	4,5 a	5,3 a	6,3 a	Linear	0,68**
	S:I	4,5 a	4,0 b	4,0 b	4,0 a	4,0 b	4,0 b	ns	ns
NF	I	8,3 a	3,8 a	6,0 a	8,5 a	13,5 a	11,7 a	Linear	0,76**
	S:I	4,3 b	4,3 a	4,3 a	5,0 b	7,5 b	9,3 a	Linear	0,96**
ALT (cm)	I	11,9 a	5,9 a	7,8 a	10,0 a	15,5 a	15,5 a	Linear	0,85**
	S:I	6,8 b	6,0 a	6,8 a	7,0 b	8,8 b	9,1 b	Linear	0,95**
CR (cm)	I	7,8 a	7,5 a	8,3 a	9,4 a	8,5 a	9,0 a	ns	ns
	S:I	6,6 a	6,3 a	9,0 a	7,3 a	6,8 a	7,6 a	ns	ns
MSPA (mg)	I	74,6 a	9,8 a	29,2 a	66,0 a	133,1 a	140,5 a	Linear	0,89**
	S:I	16,3 b	14,1 a	18,6 a	27,6 b	41,0 b	46,9 b	Linear	0,97**
MSR (mg)	I	13,8 a	2,7 a	7,8 a	14,4 a	28,0 a	37,1 a	Linear	0,97**
	S:I	2,6 b	2,8 a	4,2 a	4,4 b	7,3 b	9, b	Linear	0,98**

¹ Testemunha = sem farelo de trigo e sem colonização fúngica; ² Médias seguidas por mesma letra, por coluna e por variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ³ ns - não houve ajuste significativo dos dados em nenhum modelo de regressão e ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

No substrato inoculante, os níveis de farelo e o cultivo do isolado fúngico aumentaram o período necessário para germinação do tomateiro, cujos dados foram ajustados à regressão linear. Na mistura solo: inoculante, não houve influência da suplementação e da colonização fúngica no período de germinação, cujos dados não foram ajustados a nenhum modelo de regressão (Tabela 4).

Em comparação aos substratos comerciais utilizados na produção de mudas, o número médio de folhas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ de 7,2 foi superior aos 4,6 do tomateiro ‘Santa Clara’ em substrato comercial Bioplant (Krause et al., 2017). A altura média das mudas do tomateiro de 9,3 cm foi superior aos 8,8 cm do tomateiro ‘Santa Clara’ em substrato comercial Bioplant (Krause et al., 2017) e aos 8,8 cm do tomateiro ‘Santa Cruz’ em pó de coco sem suplementação (Oliveira et al., 2019). Em média, as mudas do tomateiro apresentaram 51,5 mg de massa seca da parte aérea, valor este próximo aos 49,7 mg do tomateiro ‘Santa Clara’ em substrato Bioplant (Krause et al., 2017). E a massa seca da raiz média de 11,2 mg foi similar ao obtido com o tomateiro ‘Santa Cruz’ em pó de coco com 20% de esterco (Oliveira et al., 2019).

No tratamento testemunha, o cultivo das mudas do tomateiro em substrato inoculante à base de pó de coco, sem adição de farelo de trigo e sem colonização fúngica, estimulou significativamente o aumento do número de folhas, da altura das plantas, da massa seca da parte aérea e da raiz em comparação ao emprego da mistura solo: inoculante, sem farelo e sem colonização fúngica (Tabela 4), o que demonstra a influência do pó de coco no crescimento das plantas.

O substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* com 0 e 5% de farelo de trigo não exibiu diferença significativa no número de folhas, na altura das plantas, na massa seca da parte aérea e massa seca da raiz do tomateiro em relação ao emprego da mistura solo: inoculante com os mesmos níveis de suplementação. Por outro lado, a altura das plantas, a massa seca da parte aérea e massa seca da raiz do tomateiro foram significativamente superiores no substrato inoculante com 10 a 30% de farelo de trigo quando comparado ao uso da mistura solo: inoculante com os mesmos níveis de farelo (Tabela 4), provavelmente devido ao maior teor de nitrogênio e de fósforo observado no substrato inoculante fúngico (Tabela 3).

No número de folhas, a adição de 10 e 20% de farelo aumentou esta variável nas mudas cultivadas no substrato inoculante em comparação à mistura solo: inoculante nestes níveis de suplementação (Tabela 4). Da mesma forma, as mudas do tomateiro cereja cultivadas em substrato à base de pó de coco com 20% de farelo de trigo colonizado por *P. ostreatus* apresentaram aumento no número de folhas, na altura das plantas e na massa seca da parte aérea em relação ao tratamento sem farelo de trigo em comparação ao uso do substrato colonizado e sem suplementação (Matos et al., 2017).

No tratamento com 30% de farelo de trigo, o número de folhas não apresentou diferença significativa entre os substratos testados (inoculante e mistura solo: inoculante). No comprimento da raiz, o cultivo do tomateiro no substrato inoculante e na mistura solo: inoculante com 0 a 30% de farelo também não influenciou

nesta variável. Entretanto, a adição de farelo de trigo e a colonização do substrato inoculante pelo *P. sanguineus* estimulou o crescimento do tomateiro nas variáveis de número de folhas, altura das plantas, massa seca da parte aérea e da raiz, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Tabela 4). Da mesma forma, o substrato colonizado pelo cogumelo *P. ostreatus* em mistura com cama de frango e/ou solo e brita estimulou o crescimento do tomateiro 'Santa Clara' (Machado, 2019).

Em relação ao tratamento testemunha (pó de coco sem farelo e sem colonização fúngica), o uso do substrato inoculante com 20 a 30% de farelo contribuiu para o incremento de 78,4 a 88,4% na massa seca da parte aérea. Enquanto o substrato inoculante com 10 a 30% de farelo resultou no incremento de 4,2 a 169,3% da massa seca da raiz do tomateiro (Figura 2).

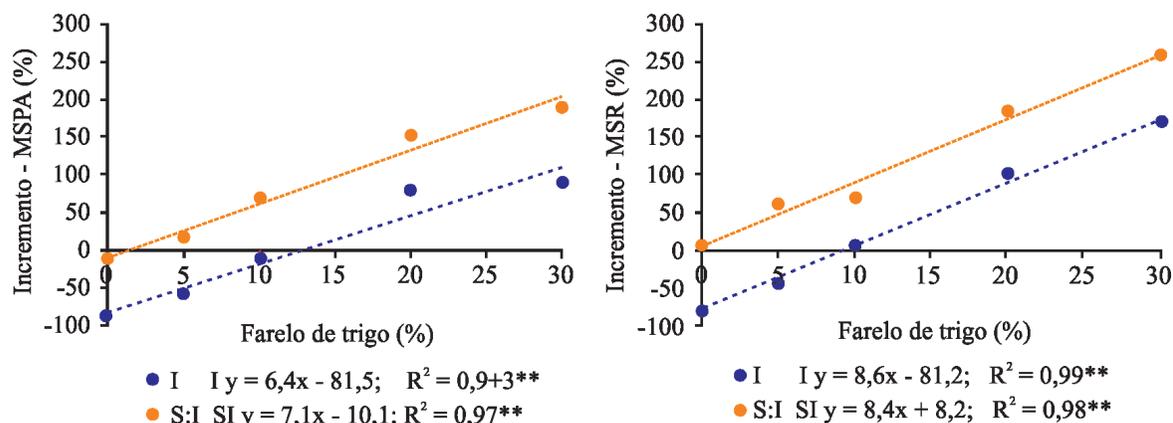


Figura 2 - Incremento na massa seca da parte aérea (MSPA) e na massa seca da raiz (MSR) das mudas do tomateiro cultivado no substrato inoculante (I) e na mistura solo: inoculante (S:I) com níveis de farelo de trigo e colonizados por *Pycnoporus sanguineus* em relação às respectivas testemunhas (sem farelo de trigo e sem inoculação fúngica).

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Na mistura solo: inoculante, o incremento da massa seca da parte aérea foi de 14,3% a 188,8% com a adição de 5 a 30% de farelo de trigo no inoculante. E na massa seca da raiz houve incremento de 8,8% a 258,8% com o cultivo do tomateiro na mistura solo: inoculante com 0 a 30% de farelo de trigo (Figura 2).

De forma geral, o cultivo fúngico e a adição dos níveis crescentes de farelo estimularam o incremento da massa seca da parte aérea e da raiz do tomateiro no substrato inoculante e na mistura solo: inoculante, cujos dados foram ajustados à regressão linear (Figura 2). Neste resultado deve-se considerar que a suplementação com

farelo de trigo e a colonização do substrato inoculante pelo *P. sanguineus* aumentou o pH, os teores de nitrogênio total e de fósforo (Tabela 3), os quais devem ter favorecido o desenvolvimento do tomateiro.

Ressalta-se que o uso de substrato colonizado por cogumelos pode favorecer o desenvolvimento de raízes pela menor compactação do solo, aumentar a estabilidade da matéria orgânica, reduzir a formação de torrões, aumentar a infiltração de água no solo e reduzir as variações de temperatura no solo (Machado, 2019).

Especificamente, o *P. sanguineus* ao colonizar o substrato poderá também reduzir a incidência de doenças,



por sintetizar poliporinas, cinabarinas e fenoxacina considerados compostos antimicrobianos, capazes de inibir o crescimento micelial e a esporulação fúngica (Muñoz et al., 2015; Baldo et al., 2011), bem como excretar enzimas como as peroxidases, que podem induzir a resistência a determinados patógenos (Assi et al., 2017).

Desta forma, o inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* representa um substrato alternativo de produção de mudas, similar aos substratos comerciais com a vantagem de poder controlar alguns fitopatógenos principalmente na agricultura agroecológica, mas é importante testar com outras de plantas de interesse econômico.

CONCLUSÕES

A adição de farelo de trigo reduz o período de colonização do substrato inoculante e aumenta a densidade micelial do *Pycnoporus sanguineus*.

A suplementação com níveis crescentes de farelo de trigo e a colonização do substrato inoculante colonizado pelo *P. sanguineus* aumenta o pH, o teor de nitrogênio e de fósforo no substrato, mas atrasa o período de germinação do tomateiro.

O substrato inoculante e a mistura solo: inoculante colonizados pelo *P. sanguineus* com níveis crescentes de farelo apresentam potencial para produção de mudas.

LITERATURA CITADA

ALFENAS, A.C.; MAFIA, R.G. *Métodos em fitopatologia*. Viçosa: Editora UFV, 2007. 382p.

ALMEIDA, A.C.P.S.; SILVA, L.M.M.M.; BRITO NETO, J.S. et al. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v.3, n.1, e6651, 2018.

AMORIM, C.C. *Liquefação de farelo de trigo para produção de xilanases por cultivo submerso de Aspergillus niger*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Campinas, SP: UNICAMP, 2017. 67p.

ASSI, L.; MEINERZ, C.C.; STANGARLIN, J.R. et al. Controle de *Alternaria solani* e de *Xanthomonas vesicatoria* em tomateiro por extrato formulado de *Pycnoporus sanguineus*. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.16, n.3, p.314-320, 2017.

BALDO, M.; STANGARLIN, J.R.; FRANZENER, G. et al. Detecção *in situ* de espécies reativas de oxigênio em feijoeiro tratado com extratos de *Pycnoporus sanguineus*

e inoculado com *Colletotrichum lindemuthianum*. *Summa Phytopathologica*, v.37, n.4, p.174-179, 2011.

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Ohio: Amer Phytopathological Society, 1998. 234p.

BERGHETTI, A.L.P.; ARAUJO, M.M.; BOVOLINI, M.P. et al. Morfologia de plântulas e controle de patógenos em sementes de *Cordia trichotoma*. *Floresta e Ambiente*, v.22, n.1, p.99-106, 2015.

CARDOSO, E.J.B.N.; ANDREOTE, F.D. *Microbiologia do solo*. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221p.

CARVALHO, C.S.M.; SALES-CAMPOS, C.; AGUIAR, L.V.B. et al. Composição mineral de substratos à base de resíduos de bananeira durante o cultivo de *Pleurotus ostreatus*. *Arquivos do Instituto Biológico*, v.81, n.3, p.272-281, 2014.

COSTA, L.A.M.; COSTA, M.S.S.M.; PEREIRA, D.C. et al. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. *Revista Ceres*, v.60, n.5, p. 675-682, 2013.

FIGUEIREDO, J.C.; DAVID, A.M.S.S.; SILVA, C.D. et al. Substratos e temperaturas para germinação e vigor de sementes de tomate. *Colloquium Agrariae*, v.15, n.6, p.80-87, 2019.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: Editora UFV, 2013. 421p.

FONTALVO, J.A.L.; LÓPEZ, L.S.C.; PERTUZ, K.I.G. et al. Efecto de residuos Agroforestales parcialmente biodegradados por *Pleurotus ostreatus* (Pleurotaceae) sobre el desarrollo de plântulas de tomate. *Acta Biológica Colombiana*, v.18, n.2, p.365-374, 2013.

GAMBATO, G.; TODESCATO, K.; PAVÃO, E.M. et al. Evaluation of productivity and antioxidant profile of solid-state cultivated macrofungi *Pleurotus albidus* and *Pycnoporus sanguineus*. *Bioresource Technology*, v.207, n.1, p.46-51, 2016.

GAO, N.; LIU, C.X.; XU, Q.M. et al. Simultaneous removal of ciprofloxacin, norfloxacin, sulfamethoxazole by co-producing oxidatives enzymes system of *Phanerochaete chrysosporium* and *Pycnoporus sanguineus*. *Chemosphere*, v.195, n.1, p.146-155, 2018.

ISLA - Tomate Santa Clara i-5300. 2020. In: <https://isla.com.br/produto/tomate-santa-clara-i-5300/273> (acessado em 08 de setembro de 2020).

KAUR, H.; NYOCHEMBENG, L.M.; MENTREDDY, S.R. et al. Assessment of the antimicrobial activity of

- Lentinula edodes* against *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Crop Protection*, v.89, n.1, p.284-288, 2016.
- KRAUSE, M.R.; MONACO, P.A.V.L.; HADDADE, I.R. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.35, n.2, p.305-310, 2017.
- MACHADO, A.E.V. Cultivo integrado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e tomate. Dissertação (Mestrado acadêmico em Biotecnologia). Gurupi, Tocantis: UFT, 2019. 77p.
- MAIA, C. M. F. Efeito do resíduo exaurido do cultivo de cogumelos sobre a germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii*. *Boletim de Pesquisa Florestal*, n.36, p.81-87, 1998.
- MARINO, R.H; MATOS, M.P.; SANTOS, I.V.S. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro em compósitos fúngicos à base de pó de coco. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v.4, suplemento, p.e.8971, 2019.
- MATOS, M.P.; TEIXEIRA, J.L.; NASCIMENTO, B.L. et al. Production of biocomposites from the reuse of coconut poder colonized by Shiitake mushroom. *Ciência e Agrotecnologia*, v.43, p.e003819, 2019.
- MATOS, M.P.; TEIXEIRA, J.L.; MARINO, R.H. Crescimento do tomateiro cereja em substrato colonizado pelo fungo comestível Shimeji. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2017. *Anais...* Petrolina: UNIVASF, 2017. p.2331-2335.
- MEDEIROS, D.C.; AZEVEDO, C.M.S.B.; MARQUES, L.F. et al. Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluente de piscicultura. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, n.2, p.170-175, 2013.
- MUÑOZ, R.C.; PIÑA-GUZMÁN, A.B.; YÁÑEZ-FERNÁNDEZ, J. et al. Producción de pigmentos de *Pycnoporus sanguineus* en medio de cultivo sólido. *Agrociência*, v.49, n.4, p.347-359, 2015.
- OLIVEIRA, B.B.; SILVA, L.M.M.M.; MONTALDO, Y.C. et al. Desenvolvimento de um composto a partir de resíduos da agricultura do estado de Alagoas, para produção de cogumelos comestíveis. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v.3, n.1, e6595, 2018.
- OLIVEIRA, M.C.; SANTOS, J.R.; COSTA, D.F. et al. Mudas de tomateiro produzidas à base de pó de coco e esterco bovino curtido. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.9, n.3, p.87-95, 2019.
- SABOTIČ, J.; OHM, R.A.; KÜNZLER, M. Entomotoxic and nematotoxic lectins and protease inhibitors from fungal fruiting bodies. *Applied Microbiology Biotechnology*, v.100, n.1, p.91-111, 2016.
- SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Revista e ampliada, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- SILVA, L.F.T.; LIRA, T.P.S.; ARAÚJO, V.P.A. et al. Índice de germinação (IG) e índice de velocidade de germinação (IVG) do tomate cereja (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*, *solanaceae*) cultivadas em vasos sob diferentes substratos. *Diversitas Journal*, v.5, n.1, p.50-56, 2020.
- TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2016. 888p.
- TEIXEIRA, J.L.; MATOS, M.P.; GOIS, L.S. et al. Compuesto orgánico a base de sustrato de producción de setas comestibles. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE MICOLOGIA, 2017. *Anais...* Lima: ALMYC-PERU, 2017. p.537
- TEIXEIRA, J.L.; MATOS, M.P.; NASCIMENTO, B.L. et al. Production and mechanical evaluation of biodegradable composites by white rot fungi. *Ciência e Agrotecnologia*, v.42, n.6, p.676-684, 2018.
- VARGAS-ISLA, R.; HANADA, R.E.; ISHIKAWA, N.K. Sawdust and fruit residues of central Amazonian for *Panus stringellus* spawn's production. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.32, n.70, p.123-128, 2012.

Recebido para publicação em 29/09/2020, aprovado em 06/05/2021 e publicado em 11/05/2021.

