

Crescimento de Mudanças de Tomateiro Cereja em Substrato Colonizado por Fungos Comestíveis

Growth of Cherry Tomato Seedlings in Substrate Colonized by Edible Fungi

Mariana Pereira de Santana^a; Michele Santos de Jesus^a; Marcos Cabral de Vasconcellos Barretto^a; Pedro Roberto Almeida Viégas^a; Francisco Sandro Rodrigues Holanda^a; Andréa Verônica Gobbi Barbosa^a; Regina Helena Marino^{*a}

^aUniversidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica, SE, Brasil.

*E-mail: rehmarino@hotmail.com

Resumo

Na literatura pouco se discute a influência do substrato da fungicultura na produção de mudas de hortaliças, o qual pode ser uma alternativa ecológica e econômica na horticultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da mistura de solo com o substrato à base do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) suplementado com farelo de trigo colonizado por isolados de fungos comestíveis no crescimento das mudas do tomateiro cereja, em estufa agrícola. Os isolados fúngicos testados foram: *Lentinula edodes* (LED-AJU1; LED-CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 6 x 2 x 2 correspondente ao uso do substrato à base da mistura de solo: substrato de cultivo de fungos comestíveis à base de bagaço de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo em seis tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica); e cinco tratamentos com substrato colonizado pelos isolados fúngicos (LED AJU1, LED CHI, POS SP1, POS W e PS); dois tipos de substrato (úmido e seco) e duas proporções de solo: substrato (1:1 e 2:1) com quatro repetições. A sobrevivência das plântulas depende da proporção da mistura solo: substrato, do tipo de tratamento do substrato (seco ou úmido) e do isolado fúngico. A secagem do substrato colonizado pelos fungos comestíveis reduz o crescimento das mudas do tomateiro cereja, a depender do isolado. A mistura solo: substrato úmido na proporção de 1:1 favorece o incremento de massa seca total das mudas do tomateiro cereja.

Palavras-chave: Horticultura. Nutrição Vegetal. Fungos de Podridão Branca.

Abstract

*In the literature, little is discussed about the influence of fungiculture substrate on the production of vegetable seedlings, which can be an ecological and economical alternative in horticulture. The objective of this work was to evaluate the influence of mixing soil with a substrate based on sugarcane bagasse (*Saccharum officinarum* L.) supplemented with wheat bran colonized by isolates of cultivable fungi on the growth of cherry tomato seedlings, in agricultural greenhouse. The fungal isolates tested were *Lentinula edodes* (LED-AJU1; LED-CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) and *Pycnoporus sanguineus* (PS). The experimental design used was completely randomized in 6 x 2 x 2 factorial scheme corresponding to the use of soil: substrate for cultivating edible fungi based on sugarcane bagasse supplemented with 30% of wheat bran in six treatments: control (substrate without fungal inoculation); and five treatments with substrate colonized by fungal isolates (LED AJU1, LED CHI, POS SP1, POS W and PS); two types of substrate (wet and dry) and two proportions of soil: substrate (1:1 and 2:1) with four replications. Seedling survival depends on the proportion of soil: substrate mixture, the type of substrate treatment (dry or moist) and the fungal isolate. Drying the substrate colonized by edible fungi reduces the growth of cherry tomato seedlings, depending on the isolate. The soil: moist substrate mixture in a ratio of 1:1 favors an increase in the total dry mass of cherry tomato seedlings.*

Keywords: Horticulture. Plant Nutrition. White Rot Fungi.

1 Introdução

O tomateiro é uma planta de importância econômica, cujo fruto destaca-se pelo alto valor agregado e pela aplicação industrial. Dentre as cultivares destinadas ao consumo, o tomateiro cereja (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*) pode ser caracterizado por apresentar frutos pequenos, em pencas de 12 a 18 frutos de formato periforme, coloração vermelha a amarela, com elevados teores de sólidos solúveis e com maior atividade antioxidante que as demais variedades desta hortaliça (Monteiro; Monteiro; Silva, 2019; Rubin *et al.*, 2019).

No cultivo do tomateiro, a produção de mudas de qualidade é essencial para garantir a sobrevivência das plantas após o transplante no campo, bem como pode ser um fator determinante

na precocidade na floração, na produção e na produtividade desta hortaliça (Costa *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2018).

Dentre os fatores que podem interferir na obtenção de mudas de qualidade destaca-se o tipo de substrato, pois este deve ser responsável pelo fornecimento de nutrientes, pela manutenção da umidade adequada ao desenvolvimento das plantas e permitir a ocorrência de trocas gasosas, sem que favoreça a incidência de pragas e patógenos (Sobrinho *et al.*, 2022).

Outro fator importante, é a facilidade de obtenção do material orgânico a ser utilizado na formulação do substrato de produção das mudas, o qual deve ser economicamente viável, sem gerar dependência do produtor em relação à aquisição de insumos (Gomes *et al.*, 2018).

Na horticultura podem ser utilizadas diferentes formulações de substratos sintéticos ou orgânicos, puros ou em misturas. Dentre estes, o emprego de compostos orgânicos se destaca por reduzir o custo de produção, além de promover a redução do acúmulo de resíduos agroindustriais no ambiente, o que torna uma alternativa ecológica e econômica (Fontana *et al.*, 2018; Frazão *et al.*, 2018).

De forma alternativa aos substratos comerciais, o substrato colonizado por fungos comestíveis vem sendo utilizado na produção de mudas de hortaliças, espécies frutíferas e flores (Maia, 1998; Fontalvo *et al.*, 2013; Marino *et al.*, 2020; Correia *et al.*, 2021; Jesus *et al.*, 2024). Todavia, o uso do substrato colonizado por fungos comestíveis pode influenciar na taxa de germinação das sementes e na taxa de sobrevivência das mudas, a depender da interação com espécie vegetal e a quantidade do substrato (Maia, 1998).

Fontalvo *et al.* (2013) e Correia *et al.* (2021) avaliaram a produção de mudas do tomateiro de mesa em substrato colonizado por basidiomicetos. No entanto, não foram encontrados relatos até o presente sobre o emprego dos resíduos agroindustriais colonizados por fungos comestíveis na produção de mudas do tomateiro cereja.

No substrato, os fungos comestíveis podem aumentar o teor de nitrogênio, de fósforo e de potássio através da liberação de diversas enzimas oxidativas responsáveis pela degradação do resíduo orgânico durante a fase de colonização do substrato (Petri *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2018; Correia *et al.*, 2021; Santana-Santos *et al.*, 2023).

Na fase de colonização dos substratos de cultivo, os fungos comestíveis também podem liberar compostos bioativos capazes de inibir o crescimento de agentes nocivos como fungos, bactérias, insetos e fitonematoides (Kaur *et al.*, 2016; Sabotić; Ohm; Künzler, 2016; Assi *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2019; Santana-Santos *et al.*, 2022), o que representa uma alternativa ecológica de controle de fitopatógenos durante a fase de produção de mudas.

Desta forma, com o intuito de avaliar o potencial uso de substratos alternativos e que possam produzir mudas de qualidade, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da mistura de solo com o substrato à base do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) suplementado com farelo de trigo colonizado por isolados de fungos cultiváveis no crescimento das mudas do tomateiro cereja, em estufa agrícola.

2 Material e Métodos

2.1 Isolados fúngicos

Os isolados fúngicos testados foram: *Lentinula edodes* (LED-AJU1; LED-CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS). A multiplicação dos isolados fúngicos foi realizada em meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar (BDA comercial 39 g L⁻¹) e incubados a 25 ± 1 °C com fotoperíodo de 8 h de luz durante sete dias. O meio de cultura colonizado pelos isolados fúngicos foi

utilizado como inoculante fúngico.

2.2 Crescimento das mudas do tomateiro cereja em substrato colonizado por fungos comestíveis e solo

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial de 6 x 2 x 2, correspondente ao emprego da mistura de solo: substrato de cultivo de fungos comestíveis em seis tratamentos: testemunha (substrato sem inoculação fúngica); e cinco tratamentos com substrato colonizado pelos isolados fúngicos (LED AJU1, LED CHI, POS SP1, POS W e PS); dois tipos de substrato (úmido e seco) e duas proporções de solo: substrato (1:1 e 2:1; v/v) com quatro repetições.

O substrato de cultivo dos isolados fúngicos utilizado foi o bagaço de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo umedecido a 60-70% com água destilada, acondicionado em vasilhas plásticas de 1000 mL contendo um tampão de algodão e submetido à autoclavagem a 121 °C e 1 atm durante 1 h e repetido após 24 h. Após o resfriamento, um disco micelial de 6 mm de diâmetro do inoculante fúngico foi transferido para o substrato, conforme o tratamento. No tratamento testemunha não foi realizada a inoculação do substrato. A incubação foi realizada a 25 ± 1 °C com fotoperíodo de 8 h de luz durante 50 dias. Após este período, no tratamento seco, o substrato foi submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 48 h.

Na produção da muda foi utilizada a mistura de substrato e solo, na proporção 1:1 e 2:1. O solo utilizado foi o Neossolo Quartzarênico coletado no Espaço Vivência Agroecológica (EVA) pertencente à Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil. O solo, coletado de 0 a 20 cm de profundidade foi caracterizado quimicamente por Gois *et al.* (2019) com pH = 6,9; 4,7 g Kg⁻¹ de matéria orgânica, 8,0 mg Kg⁻¹ de potássio, 8,0 mg Kg⁻¹ de fósforo e 0,75 g Kg⁻¹ de nitrogênio total. O solo foi autoclavado a 121 °C durante 1 h e repetido após 24 h.

Após o resfriamento do solo, os substratos colonizados pelos isolados fúngicos destorroados foram homogeneizados com o solo autoclavado, conforme o tratamento e transferido para tubetes de capacidade de 50 mL com 12 cm de altura. Em seguida, foram semeadas duas sementes de tomateiro cereja comercial produzidas por Isla Ltda, sem tratamento químico.

Os tubetes foram distribuídos ao acaso em estufa agrícola, cuja umidade foi mantida pela irrigação por aspersão. Após sete dias da germinação das sementes foi realizado o desbaste e conduzida apenas uma plântula por tubete até a finalização do ensaio, aos 26 dias após a semeadura.

As variáveis analisadas foram: pH, teor de nitrogênio e de fósforo no substrato de cultivo dos isolados fúngicos, incremento do teor de nitrogênio e de fósforo no substrato, taxa de sobrevivência das mudas, altura das plantas, número de folhas, comprimento das raízes, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e incremento na massa seca total.

O pH e os teores de nitrogênio e de fósforo no substrato (úmido e seco) foram determinados segundo Silva (2009) e

comparado ao substrato comercial Bioplant® (Krause *et al.*, 2017). O incremento nos teores de nitrogênio (INC-N, em %) e de fósforo (INC-P, em %) no substrato colonizado foi determinado pela equação: $INC = [(T_f \times 100)/T_{test}] - 100$, em que: T_f = valor do teor de nitrogênio ou de fósforo no tratamento com o isolado fúngico e T_{test} = valor médio da variável analisada no tratamento testemunha (sem inoculação fúngica).

A taxa de sobrevivência das mudas (SM, em %) foi avaliada pela equação: $SM = (PC \times 100)/REP$, em que: PC = número de plantas colhidas e REP = número de repetições por tratamento.

A altura da planta (ALT, em cm) e o comprimento da raiz (CR, em cm) foram determinados com auxílio de uma régua milimétrica a partir do colo das plantas.

O número de folhas (NF) foi determinado pela contagem de folíolos e folhas.

A massa seca da parte aérea (MSPA, em mg) e da raiz (MSR, em mg) foram determinadas em balança analítica, após a secagem da massa fresca em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C durante 48 h.

O incremento na massa seca total (INC-MST, em %) nas mudas do tomateiro cereja foi avaliado pela equação: $INC-MST = [(MST_f \times 100)/MST_{test}] - 100$, em que: MST_f = valor da MST no tratamento com os isolados fúngicos e MST_{test} = valor médio da variável analisada no tratamento testemunha (sem inoculação fúngica). A massa seca total (MST, em mg) foi calculada pela somatória da massa seca da parte aérea com a massa seca da raiz, por tratamento.

2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância pelo Software SISVAR versão 5.8.

3 Resultados e Discussão

No tratamento testemunha (sem inoculação fúngica), o pH variou de 5,0 (substrato seco) a 5,5 (no substrato úmido) (Quadro 1). Os valores estão dentro da faixa de pH (5,0 a 7,5) recomendada para o tomateiro (Sobrinho *et al.*, 2022) e próximo do pH do substrato comercial Bioplant® (Krause *et al.*, 2017) utilizado na produção de mudas.

Quadro 2 - Teores de nitrogênio (N), de fósforo (P) e incremento (INC) desses teores em relação à testemunha, no substrato de cultivo de fungos à base de bagaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo após, a completa colonização pelos isolados fúngicos e do substrato comercial Bioplant®

Tratamentos ²	Nitrogênio (N)				Fósforo (P)			
	Teor (g Kg ⁻¹)		INC-N (%)		Teor (g Kg ⁻¹)		INC-P (%)	
	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido
Testemunha	8,8	13,4	-	-	1,5	1,4	-	-
LED AJU1	12,4	13,8	40,9 ³	3,0	2,4	2,2	60,0	57,1
LED CHI	17,2	14,3	95,5	6,7	2,1	2,5	40,0	78,6
POS SP1	11,1	12,6	26,1	-6,0	5,0	4,8	233,3	242,9
POS W	12,5	12,5	42,1	-6,7	2,1	2,2	40,0	57,1
PS	11,3	12,3	28,4	-8,2	2,4	1,7	60,0	21,4
Bioplant®*	6,2				15,5			

Quadro 1 - pH do substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo após, a completa colonização pelos isolados fúngicos e do substrato comercial Bioplant®¹

Tratamento ²	pH do substrato de cultivo	
	Seco	Úmido
Testemunha	5,0	5,5
LED AJU1	4,2 (16,0%) ³	4,4 (20,0%)
LED CHI	4,2 (16,0%)	4,1 (25,5%)
POS SP1	4,8 (4,0%)	4,8 (12,7%)
POS W	4,7 (6,0%)	4,7 (14,5%)
PS	4,5 (10,0%)	4,5 (18,2%)
Bioplant®	5,2	

²Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); e ³Valores entre parênteses representam a redução da variável, em porcentagem, em relação ao tratamento testemunha.

Fonte: Krause *et al.* (2017).

O cultivo do isolado PS de *Pycnoporus sanguineus* reduziu o pH do substrato à base de pó de coco e níveis crescentes de farelo de trigo após 37 dias (Correia *et al.*, 2021). Enquanto os isolados LED AJU1, LED CHI, LED 96/18 e POS W em substrato à base de pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo, não influenciaram no pH após 16 dias de cultivo (Jesus *et al.*, 2024). Neste estudo, todos os isolados fúngicos testados reduziram o pH do substrato seco de 4,0 a 16,0% e de 12,7 a 25,5% no substrato úmido, quando comparado à testemunha, após 50 dias de cultivo (Quadro 1).

A redução do pH após o cultivo de isolados fúngicos tem sido relatada como resultado da liberação de enzimas oxidativas durante a fase de colonização, a qual promove a mineralização do substrato e a acidificação do meio devido a produção de amônio (Kanagaraj; Senthilvelan; Panda, 2015; Petri *et al.*, 2015; Oliveira *et al.*, 2018). Da mesma forma, a liberação de metabólitos secundários durante a colonização fúngica pode também reduzir o pH do meio (Chen *et al.*, 2016).

Em relação ao teor de nitrogênio, o substrato seco e úmido à base de cana-de-açúcar suplementado com 30% farelo de trigo apresentou teor de 8,8 a 17,2 g Kg⁻¹, valores estes superiores aos 6,2 g Kg⁻¹ mencionados para o substrato comercial Bioplant® (Krause *et al.*, 2017) (Quadro 2).

²Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); e ³Valores positivos = aumento do teor de nitrogênio ou de fósforo e valores negativo = redução do teor de nitrogênio.

Fonte: Krause *et al.* (2017).

Neste resultado deve-se considerar que a secagem do substrato colonizado por todos os isolados fúngicos testados promoveu aumento do teor de nitrogênio de 26,1 a 95,5%, a depender do tratamento, quando comparado à testemunha. Enquanto no substrato úmido, apenas os isolados LED AJU1 e LED CHI aumentaram o teor de nitrogênio em 3,0 e 6,7%, respectivamente (Quadro 2).

Segundo Fontalvo *et al.* (2013), o cultivo do fungo *Pleurotus ostreatus* em resíduos agroflorestais também aumentou o teor de nitrogênio, o que difere do obtido no substrato de cana-de-açúcar e farelo de trigo colonizado pelos isolados POS SP1 (*Pleurotus ostreatoroseus*), POS W (*Pleurotus ostreatus*) e PS (*Pycnoporus sanguineus*), uma vez que, estes isolados reduziram de 6,0 a 8,2% o teor de nitrogênio quando comparado à testemunha (Quadro 2).

O teor de fósforo no substrato (seco e úmido) à base de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo variou de 1,5 a 5,0 g Kg⁻¹, cujos valores foram inferiores aos 15 g Kg⁻¹ mencionados por Krause *et al.* (2017) no substrato comercial. Por outro lado, o cultivo dos isolados fúngicos testados aumentou o teor de fósforo de 21,4 a 242,9%, em relação à testemunha.

O aumento do teor de fósforo no substrato de cultivo de fungos comestíveis em substrato de pó de coco e farelo de trigo também foi observado para os isolados PS de *Pycnoporus sanguineus* (Correia *et al.*, 2021; Santana-Santos *et al.*, 2023), POS W de *Pleurotus ostreatus* e POS SP1 de *Pleurotus ostreatoroseus* (Marino *et al.*, 2019). Segundo Santana-Santos *et al.* (2023) e Correia *et al.* (2021), o aumento da concentração de farelo de trigo favoreceu o incremento no teor de fósforo durante o cultivo do isolado PS de *Pycnoporus sanguineus*, o que pode também ter ocorrido no presente trabalho.

Além disso, deve-se considerar que o aumento do teor de nutrientes no substrato após a colonização fúngica ocorre devido a mineralização dos resíduos lignocelulósicos através das enzimas oxidativas (Petri *et al.*, 2015; Haneef *et al.*, 2017; Oliveira *et al.*, 2018).

De forma geral, a colonização fúngica do bagaço de cana-de-açúcar e farelo de trigo aumentou o teor de nitrogênio e de fósforo, dois elementos essenciais na formação da biomassa vegetal e no potencial para a resistência contra patógenos (Taiz; Zeiger, 2016; Zambolim; Ventura; Zanão Júnior, 2012).

3.2 Crescimento das mudas do tomateiro cereja em substrato colonizado por fungos comestíveis e solo

Segundo Maia (1998), a colonização do substrato de cultivo pelo fungo comestível *Agaricus* sp. reduziu a taxa de germinação das sementes de eucalipto, alface e alpiste, mas

não interferiu nas sementes de pepino. Por sua vez, Fontalvo *et al.* (2013) relataram que na mistura de solo com a casca de arroz colonizada pelo fungo comestível *Pleurotus ostreatus* promoveu redução da taxa de germinação das sementes e as plântulas de tomateiro não sobreviveram nesse substrato. Neste estudo, apenas a mistura 2:1 de solo: substrato úmido no tratamento LED CHI não favoreceu a sobrevivência da plântula do tomateiro cereja (Quadro 3).

Quadro 3 - Sobrevivência (%) das plantas do tomateiro cereja em solo: substrato de fungos de fungos (seco e úmido), nas proporções de 1:1 e 2:1, após 26 dias da semeadura

Tratamentos ¹	Solo: substrato (1:1)		Solo: substrato (2:1)	
	Seco	Úmido	Seco	Úmido
Testemunha	100a ²	100a	50ab	100a
LED AJU1	100a	100a	25b	75a
LED CHI	100a	100a	100a	0b
POS SP1	100a	100a	100a	100a
POS W	100a	100a	100a	100a
PS	100a	100a	100a	75a
CV ³	30,3%			

¹Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); ²Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; ³CV = coeficiente de variação.

Fonte: dados da pesquisa.

Correia *et al.* (2021) mencionaram que o emprego da mistura de 1:1 de solo: substrato à base de pó de coco e suplementado com 5 a 30% de farelo de trigo colonizado pelo isolado PS de *Pycnoporus sanguineus* favoreceu o crescimento das mudas do tomateiro ‘Santa Clara i-5300’. No tomateiro cereja, a mistura de solo: substrato (bagaço de cana-de-açúcar e 30% de farelo) seco e úmido (1:1) resultou em 100% de sobrevivência das plântulas do tomateiro cereja, em todos os tratamentos (com e sem inoculação fúngica). Da mesma forma, o uso de solo: substrato seco na proporção de 2:1 com LED CHI, POS SP1, POS W e PS proporcionou 100% de sobrevivência das plântulas.

Maia (1998) também observou que a inibição da germinação das sementes depende da quantidade do substrato colonizado pelo fungo comestível e da espécie vegetal. Neste contexto, o aumento da quantidade de solo de 2:1, na mistura com o substrato colonizado pelos isolados, em relação à mistura de 1:1, não alterou a taxa de sobrevivência das mudas do tomateiro cereja de 100% nos tratamentos LED CHI, POS SP1, POS W e PS.

Por outro lado, a taxa de sobrevivência das mudas na mistura de 2:1 de solo: substrato seco foi de 50% e 25% nos tratamentos testemunha e LED AJU1, respectivamente, valores estes inferiores aos 100% obtidos com a mistura 1:1 (solo: substrato). Da mesma forma, a taxa de sobrevivência das plântulas de 75% na mistura de 2:1 do solo: substrato úmido nos tratamentos LED AJU1 e PS foi menor que a observada na mistura de 1:1 substrato úmido (Quadro 3).

Neste resultado, deve-se considerar que na mistura solo: substrato colonizado pelos isolados fúngicos deve ter ocorrido redução da disponibilidade de nutrientes importantes na sobrevivência das plântulas, como o nitrogênio e o fósforo, tal como observado por Correia *et al.* (2021) no substrato de pó de coco e farelo trigo quando comparado à mistura do solo e substrato, na proporção 1:1. Desta forma, a taxa de sobrevivência das plântulas do tomateiro cereja dependeu da proporção de solo: substrato colonizado pelo isolado fúngico, do tipo de tratamento do substrato (seco ou úmido) e do isolado fúngico.

Não foram encontrados trabalhos sobre a influência da secagem do substrato colonizado na produção e no crescimento das mudas de hortaliças. Para as plantas do tomateiro cereja obtidas com a mistura de solo:substrato úmido houve aumento na altura da planta, no número de folhas, na massa seca da parte aérea e da raiz em relação ao emprego da mistura de solo:substrato seco (Quadro 4). Entretanto, não houve diferença entre o uso do substrato seco e úmido no comprimento da raiz das plantas do tomateiro cereja. Assim como, não houve diferença entre a mistura de solo:substrato nas proporções de 1:1 e 2:1, nas variáveis analisadas de crescimento.

Quadro 4 - Altura da planta (ALT), do número de folhas (NF), do comprimento da raiz (CR), da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca da raiz (MSR) das mudas de tomateiro cereja conforme o tratamento, após 26 dias da semeadura

Tratamentos ¹	ALT (cm)	NF	CR (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)
Tipo de substrato					
Seco	7,4b ²	12,1b	11,0a	33,0b	18,3b
Úmido	9,4a	15,6a	12,9a	78,4a	31,9a
Proporção de solo: substrato colonizado					
1:1	8,3a	13,5a	12,7a	51,8a	22,0a
2:1	8,3a	13,9a	10,9a	58,9a	28,6a
CV ³	23,6%	29,8%	46,2%	1,8%	1,0%

¹Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); ²Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; e ³CV = coeficiente de variação.

Fonte: dados da pesquisa.

Segundo Fontalvo *et al.* (2013), a mistura de 1:1 de solo:serragem colonizada pelo *Pleurotus ostreatus* favoreceu o crescimento em altura da planta, comprimento da raiz, massa seca e úmida das plântulas do tomateiro, após 30 dias da semeadura. Por sua vez, Correia *et al.* (2021) obtiveram o mesmo comportamento com o tomateiro ‘Santa Clara i-5300’ na mistura de 1:1 de solo:substrato de pó de coco suplementado com concentrações crescentes de farelo de trigo e colonizado pelo isolado PS de *P. sanguineus*.

No tomateiro cereja, a mistura 1:1 de solo:substrato seco promoveu o aumento da altura das plantas apenas no tratamento POS W, bem como os tratamentos LED AJU1 e POS W aumentaram o número de folhas. Nesta mistura, não houve influência do substrato colonizado pelos isolados fúngicos no comprimento da raiz, na massa seca da parte aérea e da raiz (Quadro 5, Figura 1).

Quadro 5 - Altura da planta (ALT), número de folhas (NF), comprimento da raiz (CR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) das mudas do tomateiro cereja cultivadas em solo: substrato (seco e úmido) nas proporções de 1:1 e 2:1, após 26 dias da semeadura

Variáveis analisadas	Tratamentos ¹	Solo:substrato (1:1)		Solo:substrato úmido (2:1)	
		Seco	Úmido	Seco	Úmido
ALT (cm)	Testemunha	5,0b ²	4,9c	5,2a	7,1b
	LED AJU1	8,1ab	9,5ab	7,7a	5,0b
	LED CHI	6,1b	7,0bc	7,2a	-
	POS SP1	7,8ab	11,7a	8,1a	12,4a
	POS W	10,3a	12,3a	7,4a	14,8a
	PS	6,9ab	11,6a	7,8a	7,7b
NF	Testemunha	4,3b	6,3b	7,0a	10,0bc
	LED AJU1	14,0a	16,5ab	13,0a	7,3c
	LED CHI	12,0ab	13,0a	14,5a	-
	POS SP1	11,3ab	18,7a	12,5a	18,8b
	POS W	17,8a	18,3a	13,5a	27,0a
	PS	10,5ab	20,8a	13,5a	13,7b
CR (cm)	Testemunha	10,8a	11,1ab	12,7a	11,3a
	LED AJU1	13,4a	10,3ab	11,4a	5,9a
	LED CHI	17,3a	7,1b	7,5a	-
	POS SP1	11,0a	15,3ab	9,9a	15,1a
	POS W	12,1a	15,3ab	10,7a	15,7a
	PS	7,7a	21,5a	9,2a	12,8a
MSPA (mg)	Testemunha	8,0a	11,0c	13,0a	28,0c
	LED AJU1	4,0a	60,0abc	22,0a	13,0c
	LED CHI	19,0a	25,0bc	31,0a	-
	POS SP1	31,0a	121,0a	31,0a	140,0b
	POS W	78,0a	103,0ab	40,0a	231,0a
	PS	25,0a	118,0a	38,0a	38,0c
MSR (mg)	Testemunha	3,4a	5,0a	6,9a	10,4bc
	LED AJU1	24,8a	28,1a	7,4a	6,0c
	LED CHI	10,5a	13,0a	13,9a	-
	POS SP1	12,6a	44,8a	45,9a	55,9b
	POS W	38,5a	43,8a	19,5a	104,0a
	PS	8,9a	36,8a	14,1a	13,4bc

¹Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); e ²Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

Figura 1 - Mudanças do tomateiro cereja cultivadas em solo: substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo úmido na proporção 1:1 (A), úmido 2:1 (B), seco 1:1 (C) e seco 2:1 (D), após 26 dias da semeadura (barra = 1 cm)*



*Tratamentos: T1 – testemunha (substrato sem inoculação fúngica); e substrato colonizado pelos isolados fúngicos: T2 – LED AJU1 (*Lentinula edodes*), T3 – LED CHI (*Lentinula edodes*), T4 – POS SP1 (*Pleurotus ostreatoroseus*), T5 – POS W (*P. ostreatus*) e T6 – PS (*Pycnoporus sanguineus*).

Fonte: os autores.

No crescimento do tomateiro cereja, o emprego do substrato à base de cana-de-açúcar e 30% de farelo de trigo, na mistura de solo:substrato úmido (1:1) nos tratamentos LED AJU1, POS SP1, POS W e PS estimulou o crescimento em altura da planta em comparação à testemunha. Nesta mistura, os isolados LED CHI, POS SP1, POS W e o PS também promoveram o aumento do número de folhas, mas não influenciaram o comprimento da raiz e a massa seca da raiz em relação à testemunha. Enquanto, os tratamentos POS SP1, POS W e PS aumentaram a massa seca da parte aérea das mudas em comparação à testemunha.

Jesus *et al.* (2024) também observaram que a mistura de solo: substrato à base de pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo (1:1) colonizado pelos isolados LED AJU1, LED CHI, LED 96/18, POS SP1 e POS W não influenciou no comprimento da raiz do maracujazeiro, mas aumentou a

massa seca da parte aérea nos tratamentos LED AJU1 e LED 96/18; e na massa seca da raiz apenas no LED AJU1, em relação à testemunha.

O emprego da mistura de solo:substrato seco (2:1) não influenciou nas variáveis analisadas de crescimento das mudas do tomateiro cereja. No solo:substrato úmido (2:1), todas as plantas cultivadas pelo fungo LED CHI não sobreviveram, mas o substrato colonizado pelos isolados POS SP1 e o POS W estimulou o crescimento em altura da planta; e o POS W favoreceu o aumento do número de folhas, de massa seca da parte aérea e da raiz em relação aos demais tratamentos. No comprimento da raiz, não houve diferença entre os tratamentos na mistura solo:substrato 2:1 úmido.

Em relação à testemunha, a massa seca total das mudas do tomateiro cereja apresentou maior incremento com o uso da mistura de solo:substrato úmido, quando comparado ao solo:substrato seco. E o incremento na massa seca total foi maior com o uso da mistura de solo:substrato na proporção de 1:1, quando comparado à mistura de 2:1 (Quadro 6).

Quadro 6 - Incremento na massa seca total (INC-MST, %) nas mudas do tomateiro cereja cultivadas em solo: substrato (seco e úmido) nas proporções de 1:1 e 2:1 após 26 dias da semeadura

Tratamentos	Substrato
Seco	299,4b ¹
Úmido	494,3a
	Proporção solo: substrato
1:1	510,5a
2:1	232,9b
CV ²	79,2%

¹Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; e ²CV = coeficiente de variação.

Fonte: dados da pesquisa.

Na mistura solo:substrato seco (1:1), o tratamento POS W resultou no incremento de 905,6% na massa seca total do tomateiro cereja, em comparação aos tratamentos LED CHI, POS SP1 e PS. E na mistura solo:substrato úmido (1:1), os tratamentos POS SP1, POS W e PS promoveram incremento de 820,0 a 939,6% superior ao obtido com o tratamento LED CHI com 136,8% (Quadro 7).

Quadro 7 - Incremento na massa seca total (INC-MST, %) das mudas do tomateiro cereja após o cultivo em substrato solo: substrato nas proporções de 1:1 e 2:1, seco e úmido, colonizado por fungos comestíveis em relação à testemunha (sem inoculação)

Tratamentos ¹	Solo: Substrato (1:1)		Solo: Substrato (2:1)	
	Seco	Úmido	Seco	Úmido
LED AJU1	470,6ab ²	453,3ab	47,5a	-50,7d
LED CHI	149,7b	136,8b	124,4a	-
POS SP1	276,6b	939,6a	283,5a	406,9b
POS W	905,6a	820,0a	196,8a	767,6a
PS	190,1b	870,1a	160,9a	32,9c

¹Tratamentos: Testemunha (substrato sem inoculação fúngica) e substrato colonizado pelos isolados fúngicos de *Lentinula edodes* (LED AJU1; LED CHI), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS-SP1), *P. ostreatus* (POS-W) e *Pycnoporus sanguineus* (PS); e ²Médias seguidas de mesma letra (coluna) não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Fonte: dados da pesquisa.

A mistura de 2:1 de solo:substrato seco colonizado pelos isolados fúngicos não influenciou no incremento da massa total seca das mudas do tomateiro cereja. Entretanto, na mistura de solo:substrato (2:1) úmido colonizado pelo POS W promoveu incremento de 767,6% na massa seca total, valor este superior aos demais tratamentos. Nesta mistura solo:substrato, o tratamento LED AJU1 foi o único que resultou na redução de 50,7% na massa seca total das mudas do tomateiro cereja. No tratamento LED CHI não houve incremento na massa seca total, devido a mortalidade das plantas na mistura solo:substrato úmido (2:1).

Dentre os fatores que pode ter contribuído para o incremento na massa seca total das mudas do tomateiro cereja tem-se o aumento do teor de nitrogênio e de fósforo no substrato (Quadros 2 e 7), tal como observado nas mudas de maracujazeiro (Marino *et al.*, 2019; Correia *et al.*, 2021; Santanta-Santos *et al.*, 2023; Jesus *et al.*, 2024), uma vez que, o nitrogênio e o fósforo são elementos essenciais ao metabolismo vegetal (Taiz; Zeiger, 2016; Zambolim; Ventura; Zanão Jr., 2012).

Correia *et al.* (2021) observaram que a mistura do solo:substrato de pó de coco e farelo de trigo colonizado pelo PS de *P. sanguineus* apresentou redução dos teores de nitrogênio e de fósforo, quando comparado aos valores obtidos no substrato sem solo, o que pode justificar maior crescimento na mistura 1:1 (solo:substrato) em relação ao uso de 2:1 de solo:substrato, na produção das mudas do tomateiro cereja.

De forma geral, a mistura solo:substrato à base de bagaço de cana-de-açúcar suplementado com 30% de farelo de trigo e colonizado pelos isolados de fungos comestíveis testados representou uma alternativa de substrato para produção das mudas do tomateiro cereja.

Deve-se ressaltar que no substrato úmido, o isolado fúngico continua ativo e, portanto, capaz de sintetizar metabólitos secundários importantes no controle de biológico de fitopatógenos e de pragas (Kaur *et al.*, 2016; Assi *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2019; Santana-Santos *et al.*, 2022). Desta forma, o emprego da mistura solo:substrato representa uma forma de cultivo agroecológica ainda pouco explorado.

4 Conclusão

A sobrevivência das plântulas do tomateiro cereja depende da proporção de solo:substrato colonizado pelo isolado fúngico, do tipo de tratamento do substrato (seco ou úmido) e do isolado fúngico.

A secagem do substrato colonizado pelos fungos comestíveis reduz o crescimento das mudas do tomateiro cereja, a depender do isolado.

A mistura solo:substrato úmido na proporção de 1:1 favorece o incremento de massa seca total das mudas do tomateiro cereja.

O incremento na massa seca total das mudas se destaca como um indicador de crescimento das plantas, quando comparado às demais variáveis analisadas.

Referências

- ASSI, L. et al. Controle de *Alternaria solani* e de *Xanthomonas vesicatoria* em tomate por extrato formulado de *Pycnoporus sanguineus*. *Sci. Agr. Paranaensis*, v.16, n.3, p.314-320, 2017.
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. Illustrated genera of imperfect fungi. Ohio: Amer Phytopathological Society, 1998.
- CHEN, L. et al. Genome sequence of the edible cultivated mushroom *Lentinula edodes* (Shiitake) reveals insights into lignocellulose degradation. *Plos one*, v.1, n.8, e0160336, 2016.
- CORREIA, D.P.A. et al. Produção de mudas de tomateiro em inoculante fúngico. *Rev. Bras. de Agrop. Sust.*, v.11, n.1, p.118-127, 2021.
- COSTA, E. et al. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. *Hortic. Bras.*, v.33, n.1, p.110-118, 2015.
- FONTALVO, J.A.L. et al. Efecto de residuos Agroforestales parcialmente biodegradados por *Pleurotus ostreatus* (*Pleurotaceae*) sobre el desarrollo de plântulas de tomate. *Acta Biol. Colomb.*, v.18, n.2, p.365-374, 2013.
- FONTANA, L.C.F. et al. Resíduo da produção de insetos em larga escala como substrato para a produção de mudas de hortaliças. *Cad. Public. Univag*, n.8, p.50-59, 2018.
- FRAZÃO, T.R. et al. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos orgânicos. *Cad. Agroecol.*, v.13, n.1, p.1-6, 2018.
- GARCIA, C. et al. Atividade antimicrobiana de *Agaricus brasiliensis* sobre o crescimento micelial e esporulação de *Pseudocercospora vitis*. *Sci. Agr. Paranaensis*, v.18, n.1, p.48-52, 2019.
- GOIS, L.S. et al. Endophytic microorganisms and nitrogen levels on rice plant growth. *Ciênc. Agrotec.*, v.43, e001519, 2018.
- GOMES, R.B. et al. Produção de mudas de tomate “Roquesso” com substratos orgânicos. *Cad. Agroecol.*, v.13, n.1, p.1-6, 2018.
- HANEEF, M. et al. Advanced materials from fungal mycelium: fabrication and tuning of physical properties. *Sci. Rep.*, v.7, 41282, 2017.
- JESUS, M.S. et al. Germinação e crescimento inicial de mudas de maracujazeiro azedo em substrato colonizado por fungos comestíveis. *Ens. Ciênc.*, v.28, n.1, p.44-51, 2024. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2024v28n1p44-51>
- KANAGARAJ, J.; SENTHILVELAN, T.; PANDA, R. Degradation of azo dyes by laccase: biological method to reduce pollution load in dye wastewater. *Clean Technol. Environ. Poll.*, v.17, n.6, p.1443-1456, 2015. doi: <http://dx.doi.org/10.1007%2Fs10098-014-0869-6>
- KAUR, H. et al. Assessment of the antimicrobial activity of *Lentinula edodes* against *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Crop Protec.*, v.89, n.1, p.284-288, 2016.
- KRAUSE, M.R. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas na composição de substratos para produção de mudas de tomateiro. *Hortic. Bras.*, v.35, n.2, p.305-310, 2017.
- MACHADO, T.M. et al. Volume de substrato na produção de mudas influencia desempenho de tomateiro no campo. *Rev. Terra & Cultura*, v.34, p-373-386, 2018.
- MAIA, C.M.F. Efeito do resíduo exaurido do cultivo de cogumelos sobre a germinação de sementes de *Eucalyptus dunii*. *Boletim de Pesq. Flor.*, n.36, p.81-87, 1998.
- MARINO, R.H. et al. Crescimento de mudas de maracujazeiro em compósitos fúngicos à base de pó de coco. *Rev. Craibeiras*

Agroecol., v.4, e8971, 2020.

MONTEIRO, S.S.; MONTEIRO, S.S.; SILVA, E.A. Análise dos compostos bioativos e características físico-químicas de berinjela e tomate cereja em produção agroecológica. *Caderno Verde de Agroecol. Des. Sust.*, v.9, n.7, e-6927, 2019.

OLIVEIRA, B.B. et al. Desenvolvimento de um composto a partir de resíduos da agricultura do estado de Alagoas, para produção de cogumelos comestíveis. *Rev. Craibeiras Agroecol.*, v.3, n.1, e6595, 2018.

PETRI, Z.C. et al. Influence of nitrogen sources on the enzymatic activity and grown by *Lentinula edodes* in biomass *Eucalyptus benthamii*. *Braz. J. Biol.*, v. 75 n. 4, p. 940-947, 2015.

RUBIN, C.A. et al. Tomate: análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense. v.21, Brasília: Conab, 2019.

SABOTIČ, J.; OHM, R.A.; KÜNZLER, M. Entomotoxic and nematotoxic lectins and protease inhibitors from fungal fruiting bodies. *Applied Microb. Biotec.*, v,100, n,1, p.91-111, 2016.

SANTANA-SANTOS, I.V. et al. Crescimento de mudas

de maracujazeiro azedo em substrato à base de pó de coco suplementado com farelo de trigo. *Ciênc.Foco*, v.9, p.86-97, 2023.

SANTANTA-SANTOS, I.V. et al. Fungos comestíveis e microbiota nativa no controle do nematoide formador de galhas. *Rev. em Agr. Meio Amb.*, v.15, n.2, e9301, 2022.

SANTOS, J.F.S. et al. Interação microbiana e fertilizante Protector® NM no controle de *Meloidogyne incognita*. *Rev. Sci. Plena*, v.14, n.11, p.1-9, 2018.

SILVA, F.C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.

SOBRINHO, O.P.L. et al. General aspects of tomato crops and phosphorus fertilizer application: a review. *Comunicata Sci.*, v.13, e3369, 2022.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: Artmed; 2016.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J.A.; ZANÃO JÚNIOR, L.A. Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2012.