

# Germinação e Crescimento Inicial de Mudanças de Maracujazeiro Azedo em Substrato Colonizado por Fungos Comestíveis

## Germination and Initial Growth of Sour Passion Fruit Seedlings in Substrate Colonized By Edible Fungi

Michele Santos de Jesus<sup>a</sup>; David Patrick Almeida Correia<sup>a</sup>; Leonel Bismarck Belo Pereira<sup>a</sup>; Regina Helena Marino<sup>\*a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica, Laboratório de Microbiologia, SE, Brasil.

\*E-mail: rehmarino@hotmail.com

### Resumo

No cultivo de mudas, o substrato de cultivo pode influenciar no desenvolvimento e na sobrevivência das plantas. Os objetivos deste trabalho foram avaliar a germinação e o crescimento inicial das mudas do maracujazeiro azedo em substrato colonizado pelos cogumelos *Lentinula edodes* (LED AJU1, LED CHI, LED 96/18), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS SP1) e *P. ostreatus* (POS W). A germinação das sementes foi avaliada no delineamento inteiramente casualizado com oito tratamentos (T1–papel de filtro; T2– pó de coco (PC); T3– PC+30% de farelo de trigo (FT); e PC+30%FT colonizado por: T4–LED AJU1, T5–LED CHI, T6–LED 96/18, T7–POS SP1 e T8–POS W). O crescimento das mudas foi avaliado no delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos (T1–solo:PC; T2–solo:PC+30%FT; e em solo:PC+30%FT colonizado por: T3–LED AJU1, T4–LED CHI, T5–LED 96/18, T6–POS SP1 e T7–POS W). O substrato colonizado não inibe a germinação, mas interfere no desenvolvimento das plântulas do maracujazeiro azedo. A mistura de solo:PC+30%FT colonizado por LED AJU1 e LED 96/18 favorece o crescimento da muda; enquanto POS SP1 e POS W favorecem o aumento do teor de nitrogênio e de fósforo na biomassa do maracujazeiro azedo.

**Palavras-chave:** Nutrição de Plantas. Substrato Orgânicos. Agroecologia.

### Abstract

*In the seedlings cultivation, the cultivation substrate can influence the plants' development and survival. The objectives of this work were to evaluate the germination and initial growth of sour passion fruit seedlings in substrate colonized by the mushrooms *Lentinula edodes* (LED AJU1, LED CHI, LED 96/18), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS SP1) and *P. ostreatus* (POS W). Seed germination was evaluated in a completely randomized experimental design with eight treatments (T1–filter paper; T2–coconut powder (CP); T3–PC+30% wheat bran (WB); and PC+30%WB colonized by: T4–LED AJU1, T5–LED CHI, T6–LED 96/18, T7–POS SP1 and T8–POS W). Seedling growth was evaluated in a completely randomized design with seven treatments (T1–soil:PC; T2–soil:PC+30%WB; and in soil:PC+30%WB colonized by: T3–LED AJU1, T4–LED CHI, T5–LED 96/18, T6–POS SP1 and T7–POS W). The colonized substrate does not inhibit germination, but interferes with the development of sour passion fruit seedlings. The mixture of soil:PC+30%WB colonized by LED AJU1 and LED 96/18 favors seedling growth; while POS SP1 and POS W favor the increase of disease and phosphorus content in the passion fruit biomass.*

**Keywords:** Plant Nutrition. Organic Substrate. Agroecology.

## 1 Introdução

O maracujazeiro azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) é uma planta que possui fácil adaptação nos países com climas tropicais e subtropicais, bem como apresenta importância social e econômica (Faleiro; Junqueira, 2016). Entretanto, um dos principais problemas durante o cultivo desta frutífera é a obtenção de mudas de qualidade do maracujazeiro (Farias *et al.*, 2019), pois esta pode interferir na taxa de sobrevivência e no desenvolvimento das plantas em condições de campo (Dias *et al.*, 2022; Siqueira *et al.*, 2020).

A produção de mudas, com diferentes substratos comerciais, tem sido utilizada na fruticultura, mas de forma alternativa e ecológica, o substrato colonizado por fungos comestíveis tem resultado em mudas de hortaliças e de frutíferas de qualidade (Correia *et al.*, 2021; Marino *et al.*,

2019; Matos *et al.*, 2017).

Entre os fatores que podem garantir mudas de qualidade produzidas em substrato colonizado por fungos comestíveis pode-se citar o aumento do teor de nutrientes, em função da liberação de enzimas oxidativas (Oliveira *et al.*, 2018; Petri *et al.*, 2015). O aumento da disponibilidade de nutrientes também pode ser favorecida pela suplementação do substrato de cultivo, uma vez que Correia *et al.* (2021) verificaram que a adição de farelo de trigo em níveis crescentes ao substrato de cultivo do cogumelo *Pycnoporus sanguineus* favoreceu o incremento do teor de nitrogênio e de fósforo no substrato colonizado pelo fungo. Segundo estes autores, o uso da mistura de solo arenoso com o substrato suplementado e colonizado pelo *P. sanguineus* na proporção de 2:1 estimulou o crescimento das mudas do tomateiro “Santa Clara i-5300” (Correia *et al.*, 2021).

Da mesma forma, Matos *et al.* (2017) verificaram que a mistura de solo arenoso com substrato à base de pó de coco suplementado com 20% de farelo de trigo, colonizado pelo isolado EF58 de *Pleurotus ostreatus* ao solo na proporção 2:1 favoreceu o crescimento do tomateiro cereja. Marino *et al.* (2019) relataram que a mistura de solo: substrato de produção do cogumelo *Pleurotus* spp. à base de pó de coco com 40% de farelo de trigo na proporção de 2:1 promoveu o crescimento do maracujazeiro azedo, em função do aumento do teor de nitrogênio e de fósforo na biomassa da parte aérea.

Outro aspecto positivo do uso do substrato colonizado por fungos comestíveis é que podem reduzir a incidência de doenças e o consumo de pesticidas no meio agrícola, pois os basidiomicetos apresentam a capacidade de sintetizar compostos bioativos como terpenoides, alcaloides e peptídeos, que são importantes antimicrobianos (Lin *et al.*, 2019).

Na agricultura orgânica, Santos *et al.* (2018) verificaram que o emprego do substrato colonizado pelos isolados do cogumelo “Shiitake” (*Lentinula edodes*) em associação com fungos micorrízicos arbusculares nativos reduziu o número de galhas do nematoide *Meloidogyne incognita* no quiabeiro. Assi *et al.* (2017) mencionaram que o uso do extrato solúvel de *P. sanguineus* reduziu a incidência da doença denominada de Pinta Preta no tomateiro, causada pelo fungo *Alternaria solani*.

Dessa maneira, o emprego do substrato colonizado por fungos comestíveis pode ser uma alternativa ecológica e sustentável de composto orgânico para produção de mudas, bem como auxiliar no controle de fitopatógenos, sem a necessidade do uso de pesticidas. Além de representar uma alternativa de reaproveitamento dos resíduos da fungicultura e geração de renda suplementar. Entretanto, Maia (1998) verificou que o extrato puro obtido a partir do substrato exaurido da produção do cogumelo comestível *Agaricus* sp. pode inibir a germinação de sementes a depender da espécie vegetal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a germinação das sementes e o crescimento inicial das mudas do maracujazeiro azedo em substrato colonizado por isolados de *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatoroseus* e de *Pleurotus ostreatus*, em estufa agrícola.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Inoculante fúngico

Os isolados de cogumelos comestíveis testados foram: *Lentinula edodes* (LED AJU1, LED CHI e LED 96/18), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS SP1) e *Pleurotus ostreatus* (POS W). O inoculante fúngico foi obtido pelo cultivo dos isolados em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA comercial, 39 g.L<sup>-1</sup>) e incubado em BOD a 25 ± 1 °C com fotoperíodo de 8 h de luz durante sete dias.

### 2.2 Germinação das sementes do maracujazeiro

Na avaliação da germinação das sementes do maracujazeiro azedo foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado correspondente à sementeira das sementes desta frutífera com oito tratamentos, sendo três testemunhas (T1 a T3) e quatro tratamentos com os isolados fúngicos (T4 a T8) e três repetições por tratamento (Quadro 1).

**Quadro 1** - Relação dos tratamentos para avaliação da germinação das sementes do maracujazeiro azedo em substrato colonizado por isolados de fungos comestíveis

Sigla	Tratamentos	Isolado Fúngico*
T1	Testemunha em papel de filtro (PF)	-
T2	Testemunha em pó de coco (PC)	-
T3	Testemunha em pó de coco + 30% farelo de trigo (FT)	-
T4	Pó de coco + 30% farelo de trigo	LED AJU1
T5	Pó de coco + 30% farelo de trigo	LED CHI
T6	Pó de coco + 30% farelo de trigo	LED 96/18
T7	Pó de coco + 30% farelo de trigo	POS SP1
T8	Pó de coco + 30% farelo de trigo	POS W

\*Isolados fúngicos: *Lentinula edodes* (LED AJU1, LED CHI e LED 96/18), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS SP1) e *Pleurotus ostreatus* (POS W).

Fonte: dados da pesquisa.

No T1, o papel de filtro foi acondicionado em placas de Petri e autoclavado a 121 °C e 1 atm durante 15 min. Nos tratamentos T2 a T8, o pó de coco (T2) e o farelo de trigo adicionado ao pó de coco (T3 a T8) foram umedecidos entre 60 a 70% com água destilada não autoclavada (pH = 7,7; condutividade elétrica = 2,8 μS.cm<sup>-1</sup>), cuja mistura foi adicionada em placas de Petri. O conjunto (placa de Petri + substrato úmido) foi 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 foi transferido para o centro da placa de Petri, conforme o tratamento. Nos tratamentos testemunhas (T1 a T3) não houve inoculação fúngica. A incubação foi realizada em BOD a 25 ± 1 °C sem fotoperíodo até total Colonização do substrato. Após este período, o substrato foi submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 50 °C durante 48 h, para cessar o crescimento micelial.

Em câmara asséptica, foram adicionados 5 mL de água destilada autoclavada e dez sementes do maracujazeiro azedo, por tratamento e repetição. As sementes selecionadas ao acaso foram previamente submetidas à desinfestação superficial pela imersão em álcool 70% por 1 min., seguido pela imersão em solução de hipoclorito de sódio a 0,2% por 1 min. E, posteriormente, realizada a triplíce lavagem em água destilada autoclavada por 1 min. A incubação foi realizada em BOD a 25 ± 1 °C com fotoperíodo de 8 h durante 16 dias após a sementeira.

As variáveis analisadas foram: a porcentagem de germinação, a sanidade das sementes e do substrato de cultivo, o pH do substrato de cultivo e da água destilada autoclavada

utilizada no umedecimento e o desenvolvimento das plântulas do maracujazeiro azedo.

A porcentagem de germinação (G) foi determinada pela equação:  $G = (NSG \times 100) / NTS$ , em que NSG = número de sementes germinadas e NTS = número total de sementes.

A sanidade das sementes e do substrato de cultivo foram avaliados quanto à presença de fungos filamentosos fitopatogênicos e endofíticos segundo Melo e Azevedo (1998) e Gois *et al.* (2019). A identificação do gênero fúngico foi realizada ao microscópio óptico com aumento de até 400x, com base na estrutura reprodutiva, segundo Barnett e Hunter (1998).

O pH do substrato colonizado pelos isolados fúngicos e da água destilada utilizada no umedecimento foi determinado segundo Silva (2009).

O desenvolvimento da plântula foi analisado com base na presença de radícula e de folíolos.

### 2.3 Crescimento inicial das mudas de maracujazeiro

O crescimento inicial das mudas do maracujazeiro azedo foi analisado pelo delineamento experimental inteiramente casualizado composto por sete tratamentos, sendo duas testemunhas (T1 e T2) e cinco tratamentos com os isolados fúngicos (T3 ao T7) com cinco repetições (Quadro 2).

**Quadro 2** - Relação dos tratamentos para avaliação do crescimento inicial das mudas do maracujazeiro azedo em mistura de solo: substrato colonizado por isolados de fungos comestíveis

Siglas	Tratamentos	Isolado Fúngico*
T1	Testemunha solo : pó de coco	-
T2	Testemunha solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	-
T3	Solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	LED AJU1
T4	Solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	LED CHI
T5	Solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	LED 96/18
T6	Solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	POS SP1
T7	Solo: pó de coco + 30% farelo de trigo	POS W

\*Isolados fúngicos: *Lentinula edodes* (LED AJU1, LED CHI e LED 96/18), *Pleurotus ostreatoroseus* (POS SP1) e *Pleurotus ostreatus* (POS W)

Fonte: dados da pesquisa.

O pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo foi umedecido com água destilada não autoclavada, acondicionado em frascos de vidro de 500 mL, autoclavado a 121 °C e 1 atm durante 1 h e repetido após 24 h. A inoculação fúngica foi realizada após o resfriamento do substrato pela transferência de um disco micelial de 6 mm de diâmetro do inoculante fúngico por tratamento (T3 ao T7). Nos tratamentos testemunhas (T1 e T2) não foi realizada a inoculação fúngica. A incubação foi realizada à temperatura ambiente até a completa colonização. O substrato colonizado completamente foi submetido à secagem a 60 °C em estufa com circulação forçada de ar durante 48 h.

Na produção das mudas do maracujazeiro azedo foi utilizada uma mistura de solo Neossolo Quartzarênico

autoclavado e substrato à base de pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo e colonizado pelos isolados fúngicos, conforme o tratamento, na proporção de 1:1.

O solo foi coletado a uma profundidade de 0 - 20 cm em uma área de cultivo orgânico e caracterizado por Gois *et al.* (2019) com pH 6,9, 4,7 g.Kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, 8,0 mg.Kg<sup>-1</sup> de potássio, 8,0 mg.Kg<sup>-1</sup> de fósforo e 0,75 g.Kg<sup>-1</sup> de nitrogênio total. O solo foi autoclavado a 121 °C e 1 atm durante 1 h e repetido após 24 h. Após o resfriamento, o solo foi homogeneizado ao pó de coco + farelo de trigo, conforme o tratamento. A mistura foi umedecida com água e acondicionada em tubetes de 19,2 cm de altura e 253 mL de volume, seguida pela semeadura de quatro sementes do maracujazeiro azedo por tubete. Os tratamentos foram distribuídos ao acaso na estufa agrícola, cuja umidade foi mantida por irrigação por microaspersão. Após 15 dias da germinação foi realizado o desbaste, sendo conduzida apenas uma plântula por tubete.

As variáveis analisadas foram: a altura da planta, o número de folhas, o comprimento da raiz, a massa seca da parte aérea, a massa seca da raiz, o teor de nitrogênio e de fósforo na biomassa vegetal e o incremento nas variáveis analisadas após 46 dias da semeadura.

A altura da planta e o comprimento da raiz foram determinados a partir da região do colo até o ápice com régua milimetrada. O número de folhas foi avaliado por contagem direta. Para determinação da massa seca da parte aérea e da raiz, a biomassa vegetal foi acondicionada em sacos de papel e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C durante 24 h e, em seguida, determinada a massa em balança semianalítica. Os teores de nitrogênio e de fósforo na massa seca da parte aérea foram determinados segundo Silva (2009).

O incremento (INC) das variáveis analisadas (altura da planta, comprimento da raiz, número de folhas, massa seca da parte aérea e da raiz) nos tratamentos com inoculação fúngica foi determinado em relação ao T2 (testemunha em PC + 30% de farelo de trigo) pela equação:  $INC (\%) = [(Vva \times 100) / VT1] - 100$ , em que Vva = valor da variável analisada no tratamento fúngico e VT1 = valor médio da variável no tratamento T2. E para avaliação da adição do farelo de trigo no crescimento inicial das mudas foi realizada a análise do incremento nas variáveis analisadas no tratamento T2 (PC com 30% de farelo e sem inoculação fúngica) em relação ao tratamento T1 (PC).

### 2.4 Análise estatística

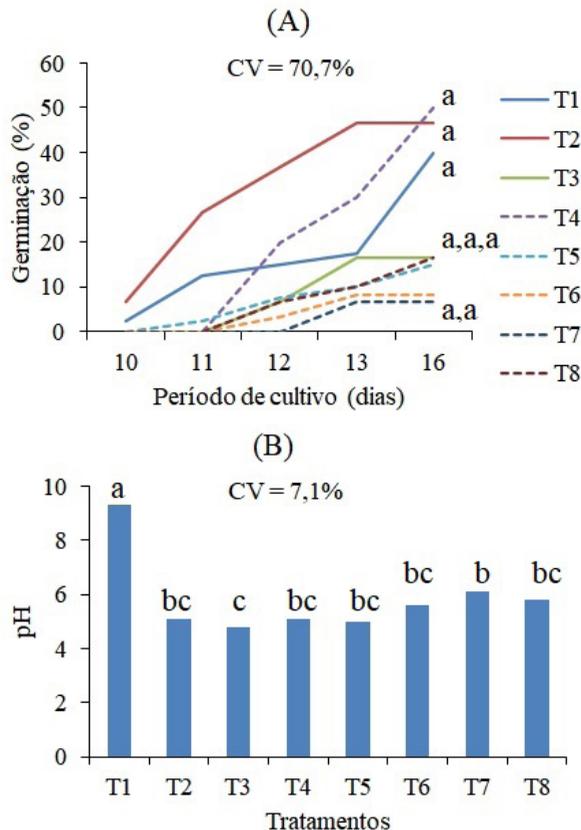
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e nos casos em que houve diferença significativa foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise de correlação entre as variáveis analisadas foi aplicado o teste F a 1 a 5% de probabilidade pelo software Sisvar 5.8.

### 3 Resultados e Discussão

#### 3.1 Germinação das sementes do maracujazeiro azedo

A taxa de germinação das sementes do maracujazeiro azedo variou de 6,7 a 50%, sem diferença significativa entre os tratamentos após 16 dias da semeadura (Figura 1A).

**Figura 1** - Germinação (%) das sementes de maracujazeiro azedo (A) e pH da água e dos substratos à base de pó de coco por tratamento (B), após 16 dias da semeadura<sup>1,2</sup>



<sup>1</sup> Tratamentos: T1 = testemunha em papel de filtro; T2 = testemunha em PC; T3 = testemunha em PC + 30% FT; e PC + 30% FT colonizado por isolados fúngicos: T4 = LED AJU1; T5 = LED CHI; T6 = LED 96/18; T7 = POS SP1; e T8 = POS W; e <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: dados da pesquisa.

Entre os fatores que podem ter influenciado na germinação das sementes do maracujazeiro azedo se pode citar o estágio fisiológico do maracujá no momento da extração das sementes e o tempo de armazenamento (Negreiros *et al.*, 2006). Neste trabalho, as sementes utilizadas foram comerciais, cujo prazo de validade amplo pode ter interferido na germinação, responsável pelo elevado coeficiente de variação e na ausência de diferença significativa entre os tratamentos após 16 dias da semeadura (Figura 1A).

A presença de micro-organismos vinculados às sementes também é outro fator capaz de influenciar na germinação, pois uma bactéria ou um fungo pode ser fitopatogênico ou endofítico promotor de crescimento da planta, a depender da interação microbiana (Melo; Azevedo, 1998; Yan *et al.*, 2015). Nesse contexto, no tratamento realizado em papel de

filtro (T1), 30% das sementes foram colonizadas pelos fungos *Rhizoctonia*, *Penicillium* sp. e *Aspergillus* sp. No T2, 23,3% das sementes estavam contaminadas pelo fungo *Penicillium* sp. No T3, 63% das sementes continham o fungo *Aspergillus* sp. e duas espécies de fungos não identificadas em função da ausência de estrutura reprodutiva. Da mesma maneira, no T4, 33% das sementes apresentaram fungos, mas não foi possível a identificação do fungo. No T5, não houve contaminação por fungos e/ou bactérias. No T6, 50% das sementes estavam contaminadas apenas pelo fungo *A. niger*. No T7, 33% das sementes apresentaram o fungo *Curvularia*. E no T8, somente 3,3% das sementes estavam contaminadas pelo fungo *A. niger*.

Segundo Cerqueira *et al.* (2019), os fungos *Penicillium* e *Aspergillus* são micro-organismos comumente encontrados durante a fase de armazenamento, os quais podem ser fitopatogênicos nas sementes e contribuir para baixa taxa de germinação do maracujazeiro.

A ausência de contaminantes no T5 (LED CHI) pode estar correlacionada ao fato de que os basidiomicetos, como o isolado LED CHI, serem capazes de produzir metabólitos antimicrobianos (Lin *et al.*, 2019). Ressalta-se que o isolado LED CHI também reduziu o número de galhas do nematoide *Meloidogyne incognita* no quiabeiro em condições de campo (Santos *et al.*, 2018), o que demonstra o potencial deste isolado na agricultura.

Outro fator que pode influenciar na germinação das sementes é o pH do meio de cultivo. Nesse sentido, Wagner Jr. *et al.* (2007) observaram que a taxa máxima de germinação das sementes do maracujazeiro ocorreu em pH 6,1 e a mínima em pH 3,8. E neste trabalho, o pH da água destilada autoclavada utilizada no umedecimento do papel de filtro (T1) foi de 9,3 significativamente superior aos valores obtidos em substrato à base de pó de coco com ou sem suplementação de farelo de trigo, nos tratamentos testemunhas (T2 e T3) e nos tratamentos com os isolados fúngicos (T4 a T8) (Figura 1B). Neste resultado se deve considerar que a autoclavagem aumentou o pH de 7,7 da água destilada para 9,3.

No T3, a adição de 30% de farelo de trigo ao pó de coco não apresentou diferença significativa do pH em relação ao T2, sem a adição da suplementação (Figura 1B). Este resultado difere do mencionado por Correia *et al.* (2021), em que observaram o aumento do pH de 4,8 até 5,8 com níveis crescentes de farelo de trigo no pó de coco e sem inoculação fúngica. Por outro lado, o cultivo do cogumelo *P. sanguineus* em pó de coco com 30% de farelo de trigo reduziu significativamente o pH do substrato de 5,8 (sem inoculação fúngica) para 5,2 (Correia *et al.*, 2021).

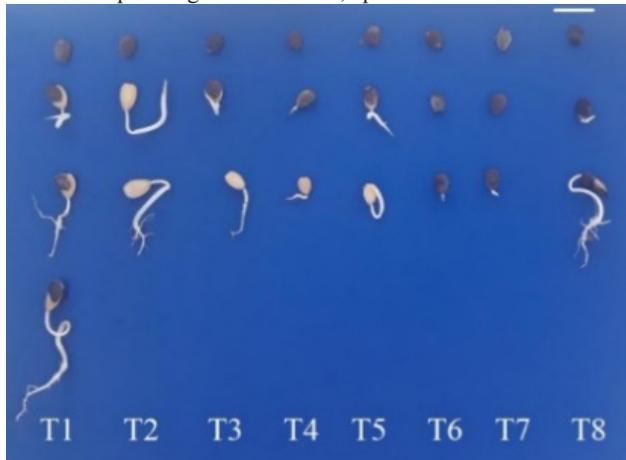
Cardoso e Andreote (2016) e Amorim (2017) mencionaram que a redução do pH do substrato de cultivo de fungos filamentosos pode ocorrer em função da liberação de metabólitos secundários ou pela mineralização do substrato durante a colonização fúngica. Todavia, os isolados fúngicos testados (T4 a T8) não influenciaram no pH do substrato de cultivo, exceto no T7 em que o *P. ostreatoroseus* (POS SP1)

aumentou significativamente o pH quando comparado ao tratamento testemunha T3. Dessa forma, os menores valores de pH nos tratamentos T2 ao T8 em comparação ao tratamento T1 (água destilada autoclavada), pode ter sido em função do uso do pó de coco juntamente com a adição do farelo de trigo e pela colonização fúngica.

Nos tratamentos testemunhas T1 e T2, os valores de pH da água destilada e do substrato de cultivo não foram correlacionados com a germinação ( $p>0,05$ ). Por outro lado, a taxa de germinação foi correlacionada com o pH do substrato nos tratamentos com os isolados fúngicos: T3 ( $r=0,99$ ;  $p<0,01$ ), T5 ( $r=0,99$ ;  $p<0,01$ ), T6 ( $r=1,00$ ;  $p<0,01$ ), T7 ( $r=0,99$ ;  $p<0,01$ ) e T8 ( $r=0,98$ ;  $p<0,01$ ), exceto no T4 ( $p>0,05$ ).

Em relação ao desenvolvimento das plântulas se observa que nos tratamentos T4 ao T8 houve inibição desta variável quando comparada às plântulas obtidas no T1 (papel de filtro), apesar de apresentar pH dentro da faixa recomendada para o maracujazeiro de 5,0 a 6,0 (Faleiro; Junqueira, 2016). O mesmo comportamento foi observado nas plântulas obtidas em substrato sem inoculação fúngica (T2 e T3) em relação a algumas sementes no T1 (Figura 2).

**Figura 2** - Sementes e plântulas do maracujazeiro azedo obtidas em substrato à base de pó de coco (PC) e/ou farelo de trigo (FT) colonizado por fungos comestíveis, após 16 dias da semeadura\*



\* Tratamentos: T1 = testemunha em papel de filtro; T2 = testemunha em PC; T3 = testemunha em PC + 30% de FT; e tratamentos em PC + 30% FT colonizado por isolados fúngicos: T4 = LED AJU1; T5 = LED CHI; T6 = LED 96/18; T7 = POS SP1; e T8 = POS W

Fonte: dados da pesquisa.

Segundo Oliveira *et al.* (2019), o pó de coco apresenta baixa condutividade elétrica e, portanto, baixa disponibilidade de nutrientes, o que pode ter interferido também no desenvolvimento das plântulas do maracujazeiro nos tratamentos T2 ao T8, em comparação ao T1, realizado em papel de filtro (Figura 2).

O substrato colonizado pelos isolados dos fúngicos testados à base de pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo, apesar de não ter inibido a germinação, não deve ser usado sozinho na produção das mudas do maracujazeiro azedo, pois influencia no desenvolvimento das plântulas e poderá comprometer a qualidade da muda, bem

como na sobrevivência da planta após o transplante, tal como mencionado por Maia (1998) com outras espécies de plantas e de fungos comestíveis.

### 3.2 Crescimento das mudas de maracujazeiro azedo

A adição de 30% de farelo de trigo no substrato do inoculante à base de pó de coco (T2) não influenciou no crescimento inicial das mudas do maracujazeiro nas variáveis de altura da planta, de comprimento da raiz, da massa seca da parte aérea e da massa seca da raiz, mas aumentou significativamente o número de folhas em comparação ao uso de pó de coco sem suplementação (T1) (Quadro 3).

**Quadro 3** - 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 de maracujazeiro azedo cultivadas em mistura de solo: pó de coco e farelo de trigo colonizado por fungos comestíveis, após 46 dias da semeadura

Tratamentos <sup>1</sup>	ALT (cm)	NF	CR (cm)	MSPA (mg)	MSR (mg)
T1	7,3 b <sup>2</sup>	5,3 c	24,0 a	97,5 b	55,0 c
T2	10,5 ab	8,0 ab	22,0 a	254,0 b	106,0 bc
T3	13,2 a	8,7 a	21,5 a	656,7 a	286,7 a
T4	7,8 b	6,0 bc	21,2 a	124,0 b	54,0 c
T5	13,7 a	8,2 ab	20,0 a	725,0 a	260,0 ab
T6	8,1 b	6,7 abc	23,1 a	126,7 b	56,7 c
T7	7,5 b	6,0 bc	20,6 a	90,0 b	43,3 c
CV (%)	10,5	14,1	11,6	45,6	51,7

<sup>1</sup> Tratamentos: T1 = testemunha solo: PC; T2 = testemunha solo: PC + 30% FT; e nos tratamentos solo: PC + 30% FT colonizado por isolados fúngicos: T3 = LED AJU1; T4 = LED CHI; T5 = LED 96/18; T6 = POS SP1; e T7 = POS W; e <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: dados da pesquisa.

Na altura da planta, o T3 (LED AJU1) e o T5 (LED 96/18) favoreceram o crescimento das mudas do maracujazeiro azedo em relação aos demais tratamentos, exceto em relação ao T2 (sem inoculação fúngica) (Quadro 3, Figura 3).

**Figura 3** - Mudas de maracujazeiro azedo cultivadas em solo: pó de coco com ou sem adição de 30% de farelo de trigos, após 46 dias da semeadura\*



\* Tratamentos: T1 = testemunha solo: PC; T2 = testemunha solo: PC + 30% FT; e os tratamentos solo: PC + 30% FT colonizado por isolados fúngicos: T3 = LED AJU1; T4 = LED CHI; T5 = LED 96/18; T6 = POS SP1; e T7 = POS W; barra = 2 cm

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação à testemunha T2, o número de folhas das mudas do maracujazeiro azedo não apresentou diferença significativa com o uso do substrato colonizado pelos isolados fúngicos (T3 a T7). Todavia, os tratamentos T3 (LED AJU1) e o T5 (LED 96/18) favoreceram visivelmente o aumento da área foliar em relação aos demais tratamentos (Figura 3).

Marino *et al.* (2019) também observaram o aumento da área foliar e massa seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro com o emprego do substrato de pó de coco com 40% de farelo de trigo, mas colonizado pelo isolado POS SP1 do fungo *P. ostreatoroseus* em mistura de 2:1 de solo: substrato colonizado.

No comprimento da raiz não houve diferença significativa entre os tratamentos realizados com e sem inoculação fúngica (Tabela 3), tal como verificado em tomateiro cultivado em substrato colonizado por *Pleurotus ostreatus* por Matos *et al.* (2017). Este resultado pode estar correlacionado com a proporção de substrato utilizado e o espaço físico do recipiente para o desenvolvimento da muda, uma vez que o uso de bandejas na produção das mudas limita o espaço de desenvolvimento das raízes e da absorção de nutrientes pelas raízes.

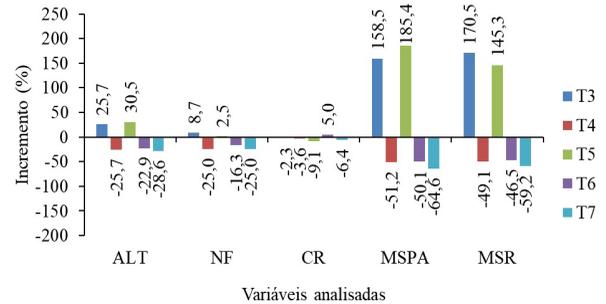
Na massa seca da parte aérea das mudas, os tratamentos T3 (LED AJU1) e T5 (LED 96/18) promoveram aumento significativo desta variável em comparação aos demais tratamentos, mas com alta variação entre as plantas por repetição (Tabela 3). Neste resultado se deve considerar que durante o teste de germinação foram observadas irregularidades no desenvolvimento das plântulas, o que pode ter influenciado no desenvolvimento da biomassa da parte aérea dos demais tratamentos.

Na massa seca da raiz das mudas, o T3 (LED AJU1) também se destacou em relação aos demais tratamentos, exceto em relação ao T5 (LED 96/18). Os tratamentos T2, T4, T6 e T7 que apresentaram valores significativamente inferiores ao T3, não diferiram do T1. Nesta variável, deve-se considerar que durante o processo de lavagem e secagem da biomassa houve perdas de fragmentos de raízes, o que pode justificar o alto coeficiente de variação (CV = 51,7%) (Quadro 3).

Em relação à testemunha T1, o cultivo do maracujazeiro azedo em substrato à base da mistura de solo: PC tem-se que a adição de 30% de farelo de trigo ao PC (T2) resultou no incremento em altura da planta (43,8%), no número de folhas (50,9%), na massa seca da parte aérea (160,5%) e na massa seca da raiz (92,7%), mas reduziu 8,3% no comprimento da raiz.

Em relação ao T2 (testemunha em solo: PC + 30% FT, sem inoculação fúngica), as mudas do maracujazeiro azedo cultivadas nos tratamentos T3 (LED AJU1) e T5 (LED 96/18) apresentaram incremento na altura da planta (25,7 a 30,5%), no número de folhas (2,5 a 8,7%), na massa seca da parte aérea (158,5 a 185,4%) e na massa seca da raiz (145,3 a 170,5%). Por outro lado, nos tratamentos T4 (LED CHI), T6 (POS SP1) e T7 (POS W) houve redução nas variáveis de altura da planta (22,9 a 28,6%), no número de folhas (16,3 a 25%), na massa seca da parte aérea (50,1 a 64,6%) e na massa seca da raiz (46,5% a 59,2%) em comparação ao T2 (solo: PC + 30% de farelo de trigo, sem inoculação fúngica). No comprimento da raiz houve incremento de 5,0% apenas no tratamento T6 (POS SP1), respectivamente em relação ao T2 (Figura 4).

**Figura 4** - Incremento em altura da planta (ALT), comprimento da raiz (CR), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) das mudas de maracujazeiro azedo cultivadas em mistura de solo: pó de coco + 30% de farelo de trigo e colonizado pelos isolados fúngicos em relação ao T2 (solo: pó de coco + 30 % de farelo de trigo e sem inoculação fúngica)\*



\* Tratamentos: T3 = LED AJU1; T4 = LED CHI; T5 = LED 96/18; T6 = POS SP1; e T7 = POS W

Fonte: dados da pesquisa.

O aumento da biomassa vegetal com o emprego do substrato colonizado por fungos comestíveis pode ter ocorrido em função do incremento na disponibilidade de nutrientes resultantes da mineralização do substrato colonizado pelos isolados fúngicos (Teixeira *et al.*, 2016). Segundo estes autores, o cultivo de *P. ostreatus* e *P. ostreatoroseus* em folha de bananeira suplementada com 40% de farelo de trigo promoveu o incremento de 6,8 a 42,1 no teor de nitrogênio e de 42,3 a 62,2% no teor fósforo em relação controle (sem inoculação fúngica). Da mesma forma, Correia *et al.* (2021) mencionaram que o cultivo do cogumelo *P. sanguineus* em substrato à base de pó de coco suplementado com 5% a 30% de farelo de trigo aumentou significativamente o teor de nitrogênio total no substrato em comparação à testemunha (sem inoculação fúngica).

Na biomassa vegetal, a inoculação fúngica no T6 (POS SP1) e no T7 (POS W) apresentou teor de nitrogênio (N), significativamente, superior em relação aos demais tratamentos na massa seca da parte aérea, os quais correspondem a um incremento de 159,7% e 138,9% de N, respectivamente, na biomassa em relação ao T2 (Quadro 4).

**Quadro 4** - Teor de nitrogênio (N) e de fósforo (P) e incremento no teor de N e de P na massa seca da parte aérea das mudas do maracujazeiro azedo após 46 dias da semeadura

Tratamentos <sup>1</sup>	Teor de N (g.Kg <sup>-1</sup> )	Incremento no Teor de N (%)	Teor de P (g.K <sup>-1</sup> )	Incremento no Teor de P (%)
T1	0,69 b <sup>2</sup>		0,24 bc	
T2	0,72 b	4,3 <sup>3</sup>	0,34 bc	41,7 <sup>3</sup>
T3	0,51 b	-29,2 <sup>4</sup>	0,14 c	-58,8 <sup>4</sup>
T4	0,68 b	-5,6	0,24 bc	-29,4
T5	0,55 b	-23,6	0,15 c	-55,9
T6	1,87 a	159,7	0,59 a	73,5
T7	1,72 a	138,9	0,42 ab	23,5
CV (%)	18,22		25,12	

<sup>1</sup> Tratamentos: T1 = testemunha em solo: PC; T2 = testemunha em solo: PC + 30% FT; e tratamentos solo: PC + 30% FT colonizado por isolados fúngicos: T3 = LED AJU1; T4 = LED CHI; T5 = LED 96/18; T6 = POS SP1; e T7 = POS W; e <sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; e <sup>3</sup> Incremento do teor de N e de P em relação ao T1; <sup>4</sup> Incremento no teor de N e de P em relação ao T2 (sem inoculação).

Fonte: dados da pesquisa.

Deve-se considerar que a suplementação do substrato de pó de coco com 30% de farelo (T2, sem inoculação fúngica) apresentou incremento de 4,3% no teor de N na massa da parte aérea do maracujazeiro, o que demonstra que parte do incremento deste elemento na biomassa das mudas cultivadas nos tratamentos T6 e T7 foi também em decorrência do farelo de trigo (Quadro 4).

Por sua vez, Marino *et al.* (2019) obtiveram incremento de 52 a 95% no teor de N na massa seca da parte aérea do maracujazeiro azedo com o emprego do substrato de cultivo colonizado por POS SP1 e POS W de *Pleurotus* spp., cujo valor foi inferior ao obtido nos tratamentos T6 e T7, provavelmente, em função do tempo de cultivo e por serem isolados fúngicos distintos.

Em relação ao teor de fósforo (P) na massa seca da parte aérea do maracujazeiro, a adição de 30% de farelo de trigo no pó de coco (T2) não apresentou diferença significativa com o T1 (sem farelo de trigo) e demais tratamentos com substrato colonizado, exceto quando comparado ao T6 (POS SP1). Considerando o incremento do teor de P na biomassa da parte aérea do maracujazeiro azedo, as mudas nos tratamentos T6 (POS SP1) e T7 (POS W) apresentaram aumento de 73,5% e 23,5%, respectivamente, em relação ao T2 (Quadro 4). Comparativamente, Marino *et al.* (2019) observaram um incremento de teor de P de 65,5% na biomassa da parte aérea do maracujazeiro em substrato à base de pó de coco com 40% de farelo de trigo e colonizado por POS W após 45 dias.

No tratamento T2 (solo: pó de coco com 30% farelo de trigo e sem inoculação fúngica) houve incremento de 41,7% no teor de P em relação ao T1 (sem farelo de trigo), ou seja, parte do incremento do teor de P ocorre em função da suplementação no T2 ao T7, tal como discutido anteriormente para o nitrogênio (Quadro 4).

Os teores de N e de P na biomassa do maracujazeiro foram correlacionados positivamente com as variáveis analisadas de crescimento (altura da planta, número de folhas, massa seca da parte aérea, comprimento da raiz e massa seca da raiz) em todos os tratamentos ( $r=1,0$ ;  $p<0,01$ ). Neste resultado se ressalta que o nitrogênio é um elemento importante na formação da biomassa vegetal, por fazer parte de aminoácidos, ácidos nucléicos, proteínas, nucleotídeos, coenzimas e compõem a estrutura da molécula de clorofila. E o fósforo é essencial ao metabolismo vegetal por ser um constituinte do ácido ribonucleico (RNA) e exigido em vários processos bioquímicos e fisiológicos como na transferência de energia e no metabolismo de proteínas, cuja deficiência deste elemento reduz o desenvolvimento da planta, principalmente, em altura e em raízes (Taiz; Zeiger, 2013; Zambolim *et al.*, 2012). Ressalta-se que os valores negativos de incremento de N e de P na biomassa do maracujazeiro nos tratamentos T3 e T5, provavelmente, ocorreu em função do consumo destes elementos na produção de biomassa vegetal (Quadros 3 e 4).

## 4 Conclusão

O substrato colonizado pelos isolados fúngicos *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus* e *Pleurotus ostreatoroseus* não inibe a germinação das sementes de maracujazeiro azedo, mas reduz o desenvolvimento das plântulas.

A mistura de solo: substrato à base de pó de coco suplementado com 30% de farelo de trigo, na proporção de 1:1 e colonizados pelos isolados LED AJU1 e LED 96/18 de *Lentinula edodes*, favorece o crescimento da muda do maracujazeiro azedo.

Os substratos colonizados pelos isolados POS SP1 de *Pleurotus ostreatoroseus* e POS W de *Pleurotus ostreatus* favorecem o incremento do teor de nitrogênio e de fósforo na biomassa da parte aérea do maracujazeiro.

De forma geral, o emprego de solo: pó de coco + 30% de farelo de trigo colonizados pelos isolados de *L. edodes* e de *Pleurotus* spp. representam uma alternativa de substrato na produção de mudas do maracujazeiro azedo, bem como uma forma de reduzir a contaminação do ambiente gerado pelo descarte inadequado dos resíduos lignocelulósicos da agroindústria. Todavia, é importante testar com outras espécies de interesse econômico, pois a depender da planta pode estimular ou inibir o crescimento da muda.

## Referências

- AMORIM, C.C. Liquefação de farelo de trigo para produção de xilanases por cultivo submerso de *Aspergillus niger*. Campinas: Unicamp, 2017.
- ASSI, L. *et al.* Controle de *Alternaria solani* e de *Xanthomonas vesicatoria* em tomate por extrato formulado de *Pycnoporus sanguineus*. *Sci. Agrar. Paran.*, v.16, n.3, p.314-320, 2017. doi: 10.18188/1983-1471/sap.v16n3p314-320
- BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. Illustrated genera of imperfect fungi. Ohio: Amer Phytopathological Society, 1998.
- CARDOSO, E.J.B.N.; ANDREOTE, F.D. Microbiologia do solo. Piracicaba: ESALQ, 2016.
- CERQUEIRA, A.E.S. *et al.* Prospecção de fungos associados a sementes de maracujá amarelo no Estado da Bahia. *Bol. Pesq. Desenvol.*, n.101, 2019.
- CORREIA, D.P.A. *et al.* Produção de mudas de tomateiro em inoculante fúngico. *RBAS*, v.11, n.1, p.118-127, 2021. doi:10.21206/rbas.v11i1.11196
- DIAS, D.R. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato. *Pesq. Agrár. Amb.*, v.10, n.1, p.102-108, 2022. doi: 10.31413/nativa.v10i1.12330
- FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. *Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: Embrapa Cerrados, 2016.
- FARIAS, G. A. *et al.* Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos contendo resíduos vegetais. *Colloquium Agrar.*, v.15, n.1, p.141-148, 2019.
- GOIS, L.S. *et al.* Endophytic microorganisms and nitrogen levels on rice plant growth. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.43, e001519, 2019. doi:10.1590/1413-7054201943001519
- LIN, H.C. *et al.* Biosynthesis of bioactive natural products from

- Basidiomycota. *Org. & Biomol. Chem.*, v.17, n.5, p.1027-1036, 2019. doi:10.1039/C8OB02774A
- MAIA, C.M.B.F. Efeito do resíduo exaurido do cultivo de cogumelos sobre a germinação de sementes de *Eucalyptus dunnii*. *Bol. Pesq. Florestal*, 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, p.e8971, 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, 20, Petrolina, 2017. Anais. Petrolina: UNIVASF, 2017. p. 2331-2335.
- MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. Ecologia microbiana. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1998.
- NEGUEIROS, J.R.S. *et al.* Influência do estágio de maturação e do armazenamento pós-colheita na germinação e desenvolvimento inicial do maracujazeiro amarelo. *Rev Bras. Fruticul.*, v.28, n.1, p.21-24, 2006. doi: 10.1590/S0100-29452006000100009
- 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, 2018.
- OLIVEIRA, M.C. *et al.* Mudas de tomateiro produzidas à base de pó de coco e esterco bovino curtido. *Rev. Bras. Agropec. Sust.*, v.9, n.3, p.87-95, 2019. doi: 10.21206/rbas.v9i3.8660
- 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. doi: 10.1590/1519-6984.03214
- 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. doi: 10.14808/sci.plena.2018.113101
- SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- SIQUEIRA, R.H.S. *et al.* Seleção de substratos para produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em Roraima. *Rev Ciênc. Agrar.*, v. 63, p.1-9, 2020.
- TAIZ L.; ZEIGER E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed. 2013.
- TEIXEIRA, J.L. *et al.* Teor de nitrogênio e de fósforo em resíduo de substrato de produção de cogumelos comestíveis. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIAS DE SOLO, 2, Aracaju, 2016. Anais... Aracaju: UNIT, 2016, p.1-4.
- WAGNER JÚNIOR, A. *et al.* Efeito do pH da água de embebição e do trincamento das sementes de maracujazeiro amarelo na germinação e desenvolvimento inicial. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.31, n.4, p.1014-1019, 2007.
- 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.
- YAN, J.F. *et al.* Do endophytic fungi grow through their hosts systemically? *Fungal Ecol.*, v.13, n.1, p.53-59, 2015. doi: 10.1016/j.funeco.2014.07.005