

Parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão na semeadura em diferentes substratos

Porto, Tiago Brito¹; Vanessa Nogueira Soares^{1,2}; Bruna Barreto dos Reis¹; Andréia da Silva Almeida¹; Daniele Brandstetter Rodrigues¹; Lilian Madruga de Tunes¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Campus Capão do Leão s/nº, Capão do Leão, RS, Brasil, CEP 96160-000; ²vnsoares@gmail.com

Porto, Tiago Brito; Vanessa Nogueira Soares; Bruna Barreto dos Reis; Andréia da Silva Almeida; Daniele Brandstetter Rodrigues; Lilian Madruga de Tunes (2018) Parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão na semeadura em diferentes substratos. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 69-76.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes substratos nos parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão. Substratos estes oriundos de resíduo de pós-cultivo de cogumelo comestível, tais como: *Agaricus* sp. (Champignon) e *Pleurotus* sp. (Shimeji). As sementes de pimentão foram adquiridas da cultivar Dahra RX, do mesmo lote que foram semeadas em bandejas de 128 células previamente preenchidas com os substratos, avaliando as plantas aos 24 e 31 dias, provenientes do cultivo em diferentes substratos (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50% de solo e T8: 100% de solo). Foram avaliados os parâmetros de crescimento como: área foliar; taxa de crescimento relativo; taxa de crescimento absoluto; taxa de crescimento relativo foliar; taxa de crescimento absoluto foliar; taxa de assimilação líquida; razão área foliar; taxa de crescimento da cultura e índice de área foliar. Conclui-se que a associação do substrato com a presença do cogumelo *Agaricus* sp. promoveu o maior desenvolvimento na cultura do pimentão em bandeja, em relação ao substrato comercial utilizado. Os parâmetros de crescimento área foliar; taxa de crescimento absoluto; taxa de crescimento relativo e absoluto foliar; taxa de crescimento da cultura e índice de área foliar, variaram de acordo com os substratos analisados, relacionado com o crescimento das mudas segundo as respostas fisiológicas as condições de cultivo.

Palavras chave: *Capsicum annuum*; *Agaricus* sp.; *Pleurotus* sp.; crescimento vegetal; mudas

Porto, Tiago Brito; Vanessa Nogueira Soares; Bruna Barreto dos Reis; Andréia da Silva Almeida; Daniele Brandstetter Rodrigues; Lilian Madruga de Tunes (2018) Growth parameters of pepper seedlings at sowing on different substrates. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 69-76.

This study aimed to evaluate the use of different substrates on the parameters of growth of pepper seedling. Spent mushroom substrate- SMS- derived from *Agaricus* sp. (Champignon) and *Pleurotus* sp. (Shimeji). It were bought pepper seeds of Dahra RX cultivar of the same lot. Seeds were sown in trays prefilled with substrates and with 128 cells, evaluating the seedling at 24 and 31 days from sowing on different substrates (T1: 100 % commercial substrate, T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp. + 25% soil, T4: 50% *Pleurotus* sp. + 50% soil, T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% *Agaricus* sp. + 25% soil, T7: 50% *Agaricus* sp. + 50% soil and, T8: 100% soil). The growth parameters such as leaf area; relative growth rate; absolute growth rate; leaf relative growth rate; leaf absolute growth rate; liquid assimilation rate; leaf area ratio; the growth rate of the culture, and leaf area index were evaluated. We conclude that the substrate combined with the SMS derived from *Agaricus* sp. promoted greatest development in pepper seedlings in the tray when compared with commercial substrate. The growth parameters leaf area; absolute growth rate; relative growth rate and leaf growth absolute; the growth rate of the crop, and leaf area index varied according to the analyzed substrates being connected with the growth of seedlings under the physiological responses growing conditions.

Keywords: *Capsicum annuum*; *Agaricus* sp.; *Pleurotus* sp.; vegetal growth; seedlings

Recibido: 08/11/2016

Aceptado: 23/04/2018

Disponibile on line: 10/09/2018

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annum* var. *annum* (L.)), importante hortaliça na agricultura do Brasil (Silva et al., 2014), está entre as olerícolas mais consumidas pela população, cujos frutos podem ser utilizados tanto no estágio verde quanto maduro. Seu cultivo pode ser realizado em campo aberto ou ambiente protegido (Sediyama et al., 2014) por semeadura direta, com germinação das sementes e a emergência das plântulas frequentemente lentas, particularmente sob condições de baixa temperatura ou por transplante de mudas.

Assim, para se obter uma emergência uniforme das plântulas de pimentão, o sistema de produção de mudas mais indicado é o de bandejas, com maior economia de água e redução de danos às raízes no momento do transplante (Moreira et al., 2008). Outras vantagens como a maior facilidade de manuseio, transporte e limpeza; redução dos gastos com mão-de-obra e sementes são fatores levados em conta pelos produtores. Para a obtenção de mudas de boa qualidade, é preciso ter boas sementes, de substratos e recipientes adequados (Santos et al., 2013). Para o sucesso da produção de mudas, o substrato deve garantir, por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular e estabilidade da planta (Kampf, 2006). Assim como, deve-se ressaltar a importância da mistura de diferentes componentes para a composição de um substrato estável e adaptado à obtenção de mudas das espécies olerícolas de boa qualidade em curto período de tempo (Silva et al., 2008).

A análise de crescimento é um método que descreve as condições morfofisiológicas das plantas em intervalos de tempo e propõe acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, mediante o acúmulo de matéria seca (Teófilo et al., 2009). Nesta análise são coletados dados em intervalos de tempos preestabelecidos em função do ciclo da cultura em questão. Com os dados de massa seca de partes ou da planta toda são realizados diferentes cálculos que permitem fazer uma estimativa do crescimento. A partir dos dados de crescimento pode-se inferir a atividade fisiológica, isto é, estimar-se, de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes, como o uso de diversos substratos (Pedó et al., 2014).

Dentre os materiais usados como substratos podem ser citados os resíduos orgânicos a base de cogumelos como o *Agaricus bisporus*, que é preparado a partir de uma mistura de materiais sujeitos ao processo de compostagem para torná-lo apropriado ao seu crescimento (Colak, 2004; Donini et al., 2006 e Minotto et al., 2014) e o *Pleurotus* spp. que são cultivados tradicionalmente em bagaço de cana-de-açúcar após uma compostagem rápida, seguida de um processo de pasteurização (Oliveira & Urben, 2001). Um substrato comercial bastante utilizado na produção de mudas de hortaliças é o Bioplant, oriundo de mistura de casca de pinus e fibra de coco. Cada cultura, por sua vez, possui diferentes necessidades quanto à aeração, porosidade e capacidade de retenção de água de um substrato. Os produtores comumente usam determinado substrato

para todas as hortaliças, nem sempre obtendo o resultado esperado.

Em função desses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso de diferentes substratos nos parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão.

MATERIAL E MÉTODOS

O local do experimento foi a Chácara São José, localizada no Distrito Federal, cidade satélite de Sobradinho, no entorno de Brasília-Brasil. A condução foi sob telado, utilizando sombrite com a malha de 75% de sombreamento. Foram utilizadas sementes de pimentão da cultivar Dabra RX, com germinação inicial de 91%, avaliada pelo Laboratório Quality, de acordo com a metodologia proposta pelas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). A semeadura foi em bandejas de poliestireno rígido com 128 células previamente preenchidas com os substratos dos oito tratamentos (Tabela 1). Após a semeadura, as sementes foram cobertas com o substrato referente a cada tratamento, utilizando-se uma camada em torno de um (01) cm acima da semente. A semeadura foi feita com 3-5 sementes por célula, para garantir o estabelecimento da cultura, e depois da estabilização da emergência, fez-se o raleio de todos os tratamentos deixando apenas uma plântula por célula.

| Tratamentos | Substratos |
|-------------|---|
| T1 | 100% Substrato Comercial (BioPlant) |
| T2 | 100% <i>Pleurotus</i> sp. |
| T3 | 75% <i>Pleurotus</i> sp. + 25% de solo |
| T4 | 50% <i>Pleurotus</i> sp. + 50% de solo |
| T5 | 100% <i>Agaricus</i> sp. |
| T6 | 75% de <i>Agaricus</i> sp. + 25% de solo |
| T7 | 50% de <i>Agaricus</i> sp. + 50 % de solo |
| T8 | 100% de solo |

Os substratos foram selecionados a partir da disponibilidade dos resíduos pós-cultivo dos cogumelos: *P. ostreatus* e *Agaricus* sp., e submetidos a uma trituração em equipamento TR200 TRAPP, por duas vezes e a peneira de malha 3 mm para adquirir granulometria compatível com o tamanho das células de bandeja. Totalizando oito tratamentos descritos na Tabela 1.

A condução da irrigação foi realizada manualmente conforme a necessidade hídrica das plantas, buscando manter a umidade próxima à capacidade de campo. Após a estabilização da emergência foi realizado o raleio, deixando apenas uma plântula por célula da bandeja. Cada tratamento foi submetido às avaliações, aos 24 e 31 dias após a semeadura, retirando 10 plântulas aleatoriamente, com objetivo de avaliar os seguintes parâmetros de crescimento:

Área foliar (AF): determinou-se a área foliar de todas as plântulas consideradas úteis na parcela utilizando-se a equação:

$$AF = K + L + C \text{ [cm}^2\text{]}$$

Onde:

K: coeficiente de correlação de valor 0,60 recomendado por Tivelli (1998);

L: largura da folha;

C: comprimento (Reis et al., 2013 e Araújo et al., 2009).

Taxa de crescimento relativo (TCR): este parâmetro foi calculado através da razão entre o logaritmo neperiano da massa seca total de duas amostragens sucessivas (P2 e P1) e o intervalo de tempo (t2 e t1) entre essas duas amostragens:

$$TCR = \ln P2 - \ln P1 / t2 - t1 = [\text{g.g}^{-1}\text{dia}^{-1}]$$

Onde:

\ln = logaritmo neperiano;

P1 = massa seca total no tempo t1;

P2 = massa seca total no tempo t2.

Taxa de crescimento absoluto (TCA): obtida pelo uso da equação:

$$TCA = (P2 - P1) / (t2 - t1) = [\text{g.dia}^{-1}] \text{ ou semana}$$

Onde:

P1 e P2 são as variações da massa da matéria seca em duas amostras consecutivas tomadas nos tempos t1 e t2.

Taxa de crescimento relativo foliar (TCRF): calculada pela fórmula:

$$TCRF = \ln A2 - \ln A1 / t2 - t1 \text{ [cm}^2\text{.cm}^{-2}\text{.dia}^{-1}\text{]}$$

Onde:

$\ln A1$ = logaritmo neperiano da área foliar no tempo t1;

$\ln A2$ = logaritmo neperiano da área foliar no tempo t2.

Taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF): calculada pela fórmula:

$$TCAF = A2 - A1 / t2 - t1 \text{ [cm}^2\text{.dia}^{-1}\text{]}$$

Onde:

A1 = é a área foliar por planta no tempo t1;

A2 = área foliar no tempo t2.

Taxa de assimilação líquida (TAL): calculada pela fórmula:

$$TAL = (W2 - W1)(\ln L2 - \ln L1) / (L2 - L1)(t2 - t1) \text{ [g cm}^{-2}\text{ dia}^{-1}\text{ x } 10^{-4}\text{]}$$

Onde:

W1 = matéria seca no tempo t1;

$\ln L1$ = logaritmo neperiano de L1;

L1 = unidade de área foliar no tempo t1;

W2 = matéria seca no tempo t2;

$\ln L2$ = logaritmo neperiano de L2;

L2 = unidade de área foliar no tempo t2.

Taxa de crescimento da cultura (TCC): obtida através da equação:

$$TCC = (W2 - W1) / S / (t2 - t1) \text{ [g. cm}^{-2}\text{ dia}^{-1}\text{]}$$

Onde:

W1 = matéria seca no tempo t1;

W2 = matéria seca no tempo t2;

S = a área ocupada pela cultura no substrato disponível.

Índice de área foliar (IAF): obtido pela fórmula:

$$IAF = AF / S$$

Onde:

AF = área foliar;

S = área do substrato.

Razão de área foliar (RAF): obtida pela equação:

$$RAF = AF / P \text{ [cm}^2\text{.g}^{-1}\text{]}$$

Onde:

AF = área da folha;

P = peso da planta

Matéria seca das plântulas: as plântulas foram colocadas em saco de papel e colocadas em estufa modelo – EL – 1.0 – OdontoBrás com temperatura controlada de 70 °C, até a estabilização do peso, verificado pelo uso de balança de precisão de 0,001g.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As médias obtidas nas análises das plantas de cada tratamento foram submetidas à análise de variância (Ferreira, 2000) e quando houve significância dos resultados, foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior área foliar (AF) foi verificada em plântulas de pimentão cultivadas em substratos contendo *Agaricus* sp. na sua composição (T4; T5 e T6) (Tabela 2). Houve comportamento semelhante entre os substratos com adição do fungo *Pleurotus* sp., independente do percentual de mistura com solo (T2; T3 e T4), proporcionando área foliar semelhante ao substrato comercial (T1) aos 24 e ao solo aos 31 dias após semeadura (Tabela 2). O mesmo foi verificado por Lopes et al. (2015) em experimento com substratos à base de *Agaricus* sp. e *Pleurotus* sp., destacando-se o primeiro na produção de mudas para tomateiro.

A área foliar é um índice importante em estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que determina a acumulação de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade da colheita (Pereira et al., 2010). Este tipo de substrato pode ser uma importante fonte de microrganismos promotores de crescimento e biocontroladores, de diferentes espécies, com o potencial para induzir resistência contra doenças. Além disso, a própria espécie de cogumelos produz indutores

de resistência bióticos, substâncias que provocam respostas de defesa da planta (Silva, 2013). Considerando o exposto anteriormente, o uso de misturas com esse substrato pode ter um potencial muito maior do que simplesmente um fertilizante ou recomposto de solo orgânico.

Tabela 2. Área foliar de plântulas (AF) de pimentão aos 24 e 31 dias após semeadura, provenientes do cultivo em diferentes substratos. * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8: 100% de solo).

| Substratos | Área Foliar (AF) (cm ²) | |
|------------|-------------------------------------|---------|
| | 24 dias | 31 dias |
| T1 | 2,92c | 3,01c |
| T2 | 2,86c | 3,58b |
| T3 | 2,23c | 3,71b |
| T4 | 2,96c | 3,27b |
| T5 | 4,40a | 5,79a |
| T6 | 4,46a | 5,43a |
| T7 | 4,59a | 5,62a |
| T8 | 3,59b | 3,74b |
| CV (%) | 3,09 | 5,48 |

Não houve efeito dos tratamentos, tipos de substrato, na taxa de crescimento relativo (TCR), que não diferiu no desenvolvimento inicial de plantas de pimentão, independentemente do tipo de substrato utilizado (Tabela 3). A TCR varia ao longo do ciclo da cultura, dependendo de dois outros fatores do crescimento como a razão de área foliar (RAF) e a taxa assimilatória líquida (TAL). A TCR expressa o incremento na massa de matéria seca, por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo (Reis & Muller, 1978). Nos substratos que proporcionam plantas mais produtivas, que geralmente desenvolvem mais rapidamente o seu índice de área foliar (IAF), os valores de TCR são maiores. Portanto, a TCR exerce maior influência na fase de desenvolvimento da área foliar, assim, a planta ao alcançar um IAF relativamente elevado, a correlação entre TCR e produtividade econômica, se reduz (Marafon, 2012).

Para a taxa de crescimento absoluto (TCA), que expressa a velocidade de crescimento das plantas ao longo do ciclo, observou-se incremento no cultivo de todos os substratos com adição de *Agaricus* sp. (T5; T6 e T7) em função do tempo (Tabela 3). Esse comportamento deve-se à liberação rápida na área de cultivo de compostos minerais como potássio e de uma grande quantidade de íons assimiláveis pelas plantas, resultando em incremento de matéria seca em um curto espaço de tempo (Ribeiro et al., 1999). A análise da

composição de cogumelos do gênero *Agaricus* spp. (*A. bisporus*, *A. portobello* e *A. brasiliensis*) realizada por Helm et al. (2009) revelou que esse cogumelo é rico em carboidratos (variando de 25,71 a 37,21%) e proteínas (de 26,84 a 38,91%). Essa amplitude de variação nos valores dos nutrientes é atribuída, pelos autores, a fatores genéticos, ambientais, características intrínsecas, condições de cultivo, armazenamento, pós-colheita, entre outros. Segundo Monteiro et al. (2005), esse cogumelo é abundante em minerais como potássio, apresentando valores médios de 2,16g de K por 100g de amostra seca, outros minerais presentes são Fe (6,03 mg.100g⁻¹), zinco (10,58 mg.100g⁻¹) e fósforo (0,56g.100g⁻¹). Magnésio, manganês, cálcio, cobre e zinco também fazem parte da composição de *Agaricus* sp. (Helm et al., 2009).

Tabela 3. Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de crescimento absoluto (TCA) de plântulas de pimentão aos 24 e 31 dias após semeadura, provenientes do cultivo em diferentes substratos. * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ** ns = não significativo. T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8:100% de solo).

| Substratos | Taxa de crescimento relativo (TCR) [g.g ⁻¹ .dia ⁻¹] | Taxa de crescimento absoluto (TCA) [g.dia ⁻¹] |
|------------|---|--|
| T1 | 0,1238 | 0,0107b |
| T2 | 0,1491 | 0,0111b |
| T3 | 0,1209 | 0,0103b |
| T4 | 0,1367 | 0,0145b |
| T5 | 0,1524 | 0,0542a |
| T6 | 0,1474 | 0,0587a |
| T7 | 0,1877 | 0,0636a |
| T8 | 0,1473 | 0,0249b |
| Média | 0,146** | 0,0314 |
| C.V. (%) | 18,65 | 16,44 |

Nessa composição destaca-se o alto teor de proteínas (fonte de N) e a presença de P e K que são macronutrientes primários, além dos macronutrientes secundários Ca e Mg, e dos micronutrientes Cu, Mn e Zn. O nitrogênio é essencial para a formação de proteínas e compostos como clorofila e os alcalóides, bem como enzimas e hormônios vegetais. O fósforo age na respiração e na produção de energia, na divisão das células (intensificando-a), favorece os processos de floração, frutificação, o desenvolvimento do sistema radicular e a resistência de plantas às moléstias. O potássio é indispensável para a formação e o amadurecimento de frutos, bem como favorece o desenvolvimento do sistema radicular. A presença de cálcio estimula a absorção de outros íons e mantém a

estrutura e o funcionamento normal das membranas celulares, enquanto o magnésio entra na composição da clorofila, protoclórofila, da pectina e fitina. Os micronutrientes presentes nesse cogumelo atuam na ativação de várias enzimas dentro das plantas (cobre), formação da clorofila, absorção de nitrogênio e processos enzimáticos (ferro e manganês), e no crescimento das plantas pela sua participação na formação do ácido indolacético (zinco).

O pH verificado em *Agaricus* sp. situa-se entre 6,55 e 6,70 (Shibata & Demiate, 2003), ideal para a disponibilidade adequada de nutrientes, na faixa de 6,0 a 7,0 (Kampf, 2000; Schmitz et al., 2002). Para a maioria dos substratos orgânicos, esse valor varia de 5,2 a 5,5, sendo ideal a faixa de pH de 5,5 a 6,5 (Waldemar, 2000), valores esses muito semelhantes aos encontrados nesse cogumelo. A escolha do substrato utilizado na produção de mudas deve levar em consideração os valores de pH, uma vez que o pH, além de influenciar a disponibilidade de nutrientes, está relacionado a desequilíbrios fisiológicos da planta.

A redução da taxa de crescimento absoluto nos demais substratos (Tabela 3) pode estar relacionada a menor absorção de nutrientes, ou seja, dificuldade de liberação de minerais e conseqüentemente, ao menor investimento da planta na produção de folhas (Freitas, 2007). Os fungos do gênero *Pleurotus* spp. apresentam algumas desvantagens de cultivo em relação ao gênero *Agaricus* spp. e outros cogumelos, pois são pouco exigentes em relação ao substrato e tem um melhor desenvolvimento em condições estressantes e rústicas (Schmidt et al., 2003) e apresentam um ciclo produtivo reduzido, características indesejáveis na viabilidade técnica e econômica de um cultivo de plantas (Chang & Quimio, 1982). Como vantagens, são mais agressivos na competição com outros minerais e organismos, têm capacidade de crescimento numa grande amplitude térmica, podendo ser cultivados em todo o território nacional, por tolerarem temperaturas elevadas. Estes fungos, também requerem uma tecnologia de produção menos complexa (Chang & Hayes, 1978).

A taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) avalia o crescimento relativo da planta, em termos de matéria seca formada na parte aérea, mais precisamente nas folhas (área foliar) em função do peso inicial. Os tratamentos com o cogumelo *Agaricus* sp. obtiveram os melhores resultados, seguido no tratamento com solo e o substrato com menor percentual do cogumelo *Pleurotus* sp. (Tabela 4). As maiores concentrações deste cogumelo e o substrato comercial (utilizado como controle) foram os que obtiveram os menores resultados em relação à massa seca formada até 31 dias após semeadura.

Para a variável taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF) que avalia a área foliar por planta no tempo, os melhores substratos também foram verificados nos substratos à base de *Agaricus* sp., elegendo os tratamentos T5 (100% *Agaricus* sp.); T6 (75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo) e T7 (50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo) semelhantes no ganho de área foliar, seguido daquele com menor percentual de *Pleurotus* sp., T4 (50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo); na seqüência os tratamentos T3 (75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo) e T8 (100% solo) com similaridade e por último

o substrato comercial T1 (100% BioPlant) equivalente ao T2 (100% *Pleurotus* sp.) (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) e taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF) de plântulas de pimentão aos 24 e 31 dias após semeadura, provenientes do cultivo em diferentes substratos. *Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8:100% de solo).

| Substratos | Taxa de crescimento relativo foliar (TCRF) [cm ² .cm ⁻² .dia] | Taxa de crescimento absoluto foliar (TCAF) [cm ² .dia ⁻¹] |
|------------|---|--|
| T1 | 0,0148c | 0,014d |
| T2 | 0,0106c | 0,007d |
| T3 | 0,0266c | 0,030c |
| T4 | 0,0796b | 0,080b |
| T5 | 0,1991a | 0,199a |
| T6 | 0,1994a | 0,189a |
| T7 | 0,1869a | 0,197a |
| T8 | 0,0517b | 0,025c |
| C.V. (%) | 13,87 | 16,21 |

Para a taxa de assimilação líquida (TAL) até aos 31 dias após semeadura, houve diferença entre os tratamentos em relação aos diferentes substratos (Tabela 5). Os maiores valores de TAL foram nos tratamentos com 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo e 50% de *Agaricus* sp. + 50% de solo (T6 e T7) e as piores taxas foram verificadas no cultivo com os demais substratos (substrato comercial, presença de *Pleurotus* sp. e solo); estando de acordo Lima et al. (2007) estudando índices fisiológicos em plântulas de mamoeiro. A TAL reflete a capacidade da planta em aumentar sua fitomassa em função de sua superfície assimilatória em determinado intervalo de tempo (Peixoto, 1998). Assim como, a redução dos valores em determinados substratos, provavelmente ocorre devido a menor área foliar, reduzindo, assim, a sua eficiência fotossintética.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) é o parâmetro mais importante em fisiologia da produção e empregado em comunidades vegetais, e, representa a quantidade total de matéria seca acumulada por unidade de área de substrato em um determinado período de tempo. Verificou-se que, os substratos nos quais consta a presença de *Agaricus* sp. foram os que proporcionaram valores mais expressivos de TCC (Tabela 6). Em relação aos demais substratos, o comportamento foi similar ao da TAL discutido anteriormente, ou seja, as plantas puderam interceptar maiores quantidades da radiação luminosa,

aumentando a taxa fotossintética e compensando a respiração (Lima et al., 2007).

*Tabela 5. Valores médios de taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento da cultura (TCC) de plântulas de pimentão aos 24 e 31 dias, provenientes do cultivo em diferentes substratos. * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp. + 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp. + 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp. + 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8: 100% de solo).*

| Substratos | Taxa de assimilação líquida (TAL) [g.cm ⁻² dia ⁻¹] x10 ⁻⁴ | Taxa de crescimento da cultura (TCC) [g. cm ⁻² dia ⁻¹] |
|------------|--|--|
| T1 | 0,0035b | 0,0030b |
| T2 | 0,0039b | 0,0036b |
| T3 | 0,0030b | 0,0033b |
| T4 | 0,0045b | 0,0041b |
| T5 | 0,0117b | 0,0138a |
| T6 | 0,0199a | 0,0165a |
| T7 | 0,0154a | 0,0177a |
| T8 | 0,0101b | 0,0071b |
| C.V. (%) | 9,04 | 12,93 |

O índice de área foliar (IAF) aos 24 e 31 dias após semeadura foi superior nas plântulas de pimentão cultivadas em substratos contendo *Agaricus* sp. na sua composição (Tabela 6). Os mais baixos índices de área foliar nos dois períodos de avaliação (24 e 31 dias) foram verificados nas plântulas de pimentão cultivadas em substrato comercial ou com adição do cogumelo *Pleurotus* sp. O IAF expressa a relação entre a superfície de folha e a área de solo ocupada pela cultura. Resultados condizentes quanto ao índice de área foliar foram obtidos para o rabanete por Pisco e Arenas (2006) ao estudarem o potencial de uso, na agricultura, de produtos orgânicos gerados pelo tratamento de águas. Esse parâmetro funciona como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz, podendo variar com a velocidade de emergência, com a distribuição, população de plantas e variedades de uma mesma espécie (Pedó et al., 2014). Segundo Severino et al., (2004), o IAF é uma variável que permite ao pesquisador, obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados, e lidar com uma variável que se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação da luz. Quanto à razão de área foliar (RAF), que expressa a área foliar para a fotossíntese, sendo um componente morfofisiológico da análise de crescimento, observou-se uma maior RAF aos 24 dias nos tratamentos T1; T2 e T3; assim como, aos 31 dias os valores mais altos foram observados nos tratamentos T1; T2; T3 e T4, fato observado e inverso a todos os outros parâmetros de crescimentos discutidos anteriormente. No entanto, os resultados são condizentes com área foliar, taxa de

crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo e absoluto foliar, taxa de crescimento da cultura e índice de área foliar (Tabelas 3 – 7); pois se a razão da área diminui, indica que a quantidade de assimilados destinados às folhas decresce, permitindo detectar a translocação e a partição de assimilados para as folhas em relação à massa seca de toda a planta (Dartora et al., 2014).

*Tabela 6. Índice de área foliar (IAF) de plântulas de pimentão aos 24 e 31 dias após semeadura, provenientes do cultivo em diferentes substratos. * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp. + 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp. + 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp. + 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8: 100% de solo).*

| Substratos | Índice de área foliar (IAF) | Índice de área foliar (IAF) |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 24 dias | 31 dias |
| T1 | 0,8484c | 0,793c |
| T2 | 0,8039c | 0,817c |
| T3 | 0,9073c | 1,042b |
| T4 | 0,8315c | 0,924c |
| T5 | 1,2360a | 1,628a |
| T6 | 1,2517a | 1,526a |
| T7 | 1,2893a | 1,578a |
| T8 | 1,0079b | 1,051b |
| C.V. (%) | 4,08 | 5,48 |

Os parâmetros de crescimento auxiliam em pesquisas científicas com o intuito de explicar as diferenças no crescimento, resultante de modificações no ambiente, e no caso da cultura do pimentão é uma ferramenta com a funcionalidade de avaliar a semeadura em diferentes substratos e seus efeitos no desenvolvimento de plântulas em bandeja.

Como a qualidade inicial das sementes de pimentão foi igual para todos os tratamentos, os elevados valores da taxa de crescimento da cultura e índice de área foliar obtidos neste trabalho comprovam que o substrato *Agaricus* sp. foi o que promoveu maior incremento na cultura do pimentão em relação ao substrato comercial avaliado.

CONCLUSÃO

A associação do solo com a presença do cogumelo *Agaricus* sp. promove maior crescimento inicial nas mudas de pimentão, cultivadas em bandeja, em relação ao substrato comercial.

Tabela 7. Razão de área foliar (IAF) de plântulas de pimentão aos 24 e 31 dias após semeadura, provenientes do cultivo em diferentes substratos. * Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). (T1: 100% substrato comercial; T2: 100% *Pleurotus* sp.; T3: 75% *Pleurotus* sp.+ 25% de solo; T4: 50% *Pleurotus* sp.+ 50% de solo; T5: 100% *Agaricus* sp.; T6: 75% de *Agaricus* sp.+ 25% de solo; T7: 50% de *Agaricus* sp. + 50 % de solo e T8: 100% de solo).

| Substratos | Razão de área foliar (RAF) | Razão de área foliar (RAF) |
|------------|----------------------------|----------------------------|
| | 24 dias | 31 dias |
| T1 | 56,40a | 24,09a |
| T2 | 60,66a | 23,73a |
| T3 | 60,32a | 28,42a |
| T4 | 25,24b | 23,21a |
| T5 | 24,91b | 11,28b |
| T6 | 20,07b | 8,74b |
| T7 | 29,15b | 9,35b |
| T8 | 27,65b | 12,48b |
| C.V. (%) | 11,63 | 9,05 |

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, J.S., A.P. Andrade, C.I. Ramalho & C.A.V. Azevedo. 2009. Cultivo do pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 13:559-565. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n5/v13n05a08.pdf>

Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília. 399pp.

Chang, S. T. & W. Hayes. 1980. A. The biology and cultivation of edible mushrooms. New York: Academic Press, 1978. 819 p. CHANG, S. T. Mushrooms as human food. Bioscience, 30:399-401.

Chang, S.T. & T.H. Quimio. 1982. Tropical mushrooms: Biological Nature and Cultivation Methods. The Chinese Press University. Hong Kong, 489pp.

Colak, M. 2004. Temperature profiles of *Agaricus bisporus* in composting stages and effects of diferent composts formulas and casing materials on yield. African Journal of Biotechnology, 3:456-462. <http://www.academicjournals.org/AJB>

Dartora, J., M.M. Echer, V.F. Guimarães, D. Marini & D.R. Pauletti. 2014. Crescimento e produção da couve-da-Malásia submetida a adubação nitrogenada. Scientia Agraria Paranaensis, 13:133-142. <http://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/7071>

Donini, L.P., E. Bernardi & J.S. Nascimento. 2006. Desenvolviemnto in vitro de *Agaricus brasiliensis* em meios suplementados com diferentes farelos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41:995-999. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000600015

Ferreira, D. F. 2000. Análises estatísticas por meio do SisVar para Windows versão 4.0. In: Reunião anual da

região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45. São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCAR, pp.255-258.

Freitas, S.S. 2007. Rizobactérias Promotoras do Crescimento de Plantas. In: SILVEIRA, A.P.D. & FREITAS, S.S. Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental. Campinas: Instituto Agrônômico, 312pp.

Helm, C. V., J. H. Coradin & D. R. Kestring. 2009. Avaliação da composição química dos cogumelos comestíveis *Agaricus bisporus*, *Agaricus brasiliensis*, *Agaricus bisporus Portobello*, *Lentinula edodes* e *Pleurotus ostreatus*. Comunicado Técnico 235, 7pp. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/578693/avaliacao-da-composicao-quimica-dos-cogumelos-comestiveis-agaricus-bisporus-agaricus-brasiliensis-agaricus-bisporus-portobello-lentinula-edodes-e-pleurotus-ostreatus>

Kampf, A.N. 2000. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Ed.). Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, pp.139-145.

Kampf, A.N. 2006. Floricultura: técnicas de preparo de substratos. Brasília: LK, 132 pp.

Lima, J. F., C. P. Peixoto & C. A. S. Ledo. 2007. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. Ciência & Agrotecnologia, 31:1358-1363. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542007000500013

Lopes, R.X., D.C. Zied, E.T. Martos, R.J. Souza, R. Silva & E.S. Dias. 2015. Application of spent *Agaricus substrufescens* compost in integrated production of seedlings and plants of tomato. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 4: 211-218.

Marafon, A.C. 2012. Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático. Documentos 168. Embrapa Tabuleiros Costeiros: EMBRAPA, 31pp.

Minotto, E., E. Bernardi, C.N. Wille & J.S. Nascimento. 2014. Crescimento micelial de *Agaricus bisporus* em meios de cultivo e substratos alternativos. Revista de la Facultad de Agronomía, 113:66-72. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/42072/Documento_completo.pdf?sequence=1

Monteiro, C.S., V. Kalluf, P.T.P.S. Penteado, N. Waszczykyj, R.J.S. Freitas & S.C. Stertz. 2005. Caracterização química do cogumelo *Agaricus blazei* Murril. Visão Acadêmica, 6:7-13.

Moreira, M. A., F. M. Dantas, C. A. P. Santos, L. M. Oliveira & L. C. Moura. 2008. Produção de mudas de pimentão com o uso de pó de coco. Revista da Fapese, 4:19-26.

Oliveira, H. C. B. & A. F. Urben. 2001. Cultivo de *Pleurotus* sp. utilizando a técnica "Junção". In: URBEN, A.F. Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 151pp.

Pedó, T., T.Z. Aumonde, E.G. Martinazzo, F.A. Villela, N.F. Lopes & C.R. Mauch. 2014. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. Bioscience Journal, 30:1-7. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13888>

- Peixoto, C.P.** 1998. Análise de crescimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura de três densidades de plantas. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil, 151pp.
- Pereira, K.S., C. H. B. Santos, W.A. Nascimento, C. Armond, F. Silva & J. Casa.** 2010. Crescimento de rabanete (*Raphanus sativus* L.) em resposta a adubação orgânica e biofertilizantes em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, 29: 414-420. http://www.abhorticultura.com.br/eventos/trabalhos/ev5/A4066_T6235_Comp.pdf
- Pisco, R.R. & M.I.P. Arenas.** 2006. Evaluacion del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rabano rojo (*Raphanus sativus* L.). Revista Facultad Nacional de Agronomía 59(2):3543-3556.
- Reis, G.G. & M.W. Muller.** 1978. Análise de crescimento de plantas: mensuração do crescimento. Belém, CPATU, 35p.
- Reis, L. S., C. A. V. Azevedo, A. W. Albuquerque & J. S. F. Junior.** 2013. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17:386–391. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a05v17n4.pdf>
- Ribeiro, A.C., P.T.G. Guimarães & V.H. Alvarez.** 1999. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 395pp.
- Santos, P. A., M. C. M. M. Ludke, J. V. Ludke, M. J. B. Santos, A. G. S. Melo, A. C. Oliveira, & A. S. A. Cavalcanti.** 2013. Farelo de mamona na alimentação de não ruminantes. Revista Eletrônica Nutritime, 10:2814–2827. http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/Artigo_217.pdf
- Sediyama, M. A. N., M. R. dos Santos, S. M. Vidigal, C. L. de O. Pinto & L. L. Jacob.** 2014. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 18:588-594. <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n6/v18n6a04.pdf>
- Severino, L. S., G. D. Cardoso, L. S. dos Vale & J. W. dos Santos.** 2004. Método para determinação da área foliar da mamoneira. Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas, 8:753-762.
- Shibata, C.K.R. & I.M. Demiate.** 2003. Cultivation and chemical analysis of the Sun mushroom (*Agaricus blazei* Murril). Publicatio UEPG Ciências. Biologia da Saúde, 9:21-32. <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/biologica/article/view/361/369>
- Silva, L.C.** 2013. Determinação da composição química e de compostos bioativos em cogumelos comestíveis. Mestre (Dissertação em Engenharia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil, 74pp.
- Silva, E.A. Da, V. Mendonça, M. Da S. Tosta, A.C. De Oliveira, L.L. dos Reis & D.M. Bardivieso.** 2008. Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, 29:245- 254. <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2810/2390>
- Silva, M.S., F.C.Q. Carvalho, J.R.D. Silva, S.R.D.O. Lins & S.M.A.D. Oliveira.** 2014. Use of antagonist and alternative products to manage post-harvest soft rot in pepper. Revista Ciência Agronômica, 45:718-725. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902014000400009
- Schmitz, J. A. K., P. V. D. Souza & A. N. Kämpf.** 2002. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. Ciência Rural, 32:937-944. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000600005
- Schmidt, J., I. S. Evans & J. Brinkmann.** 2003. Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. International Journal of Geographical Information Science, 17:797-814. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13658810310001596058?journalCode=tgis20>
- Teófilo, T. M. S., F. C. L. Freitas, M. Z. Negreiros, W. A. R. Lopes & S. S. Vieira.** 2009. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. Revista Caatinga, 22:168-174. <http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/402>
- Tivelli, S.W.** 1998. A cultura do pimentão. In: GOTTO, R.; TIVELLI, S.W. Produção de hortaliças. São Paulo: UNESP, pp. 225-256.
- Waldemar, C.C.** 2000. A experiência do DMLU como fornecedor de resíduos úteis na composição de substratos para plantas. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M. H. (Ed.) Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, pp. 171-176.