

USO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS L.*)

Cleber Nunes Correa¹, Matheus Miranda Caniato², Francisco Pereira de Brito Junior³, Ana Suzette da Silva Cavalcante Alves⁴, João Soares de Araújo⁵ e Nailson Celso da Silva Nina⁶

RESUMO

A utilização de mudas de alta qualidade é fator chave para o sucesso da produção de hortaliças. Este trabalho avaliou a hipótese de que substratos formados por vermicomposto e composto orgânico pudessem ser superiores ao substrato comercial Tropstrato[®] na produção de mudas de pepino. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos (T1 = Tropstrato[®]; T2 = Vermicomposto; T3 = Composto Orgânico; e T4 = 50% de Tropstrato[®] + 50% de Composto Orgânico) e cinco repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta, comprimento do sistema radicular, número de folhas, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência e estabilidade do torrão. Os resultados obtidos mostram que os três substratos alternativos proporcionaram desenvolvimento semelhante ou superior ao Tropstrato[®] para todas as variáveis avaliadas. Em relação ao número de folhas, o T3 e o T4 não diferiram significativamente do substrato comercial Tropstrato[®] (T1). Quanto ao diâmetro do caule e altura da planta, o T2 (Vermicomposto) proporcionou a maior média, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Quanto à variável comprimento do sistema radicular, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em relação à massa seca da parte aérea, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram os melhores resultados. Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à massa seca do sistema radicular. Para a variável porcentagem de emergência não houve diferença significativa entre os tratamentos. No que se refere ao

1 Graduado em Agronomia. UFAM. E-mail: nunescorreacleber@gmail.com.

2 Professor EBTT – IFAM/CMZL. E-mail: matheus.caniato@ifam.edu.br.

3 TAE – IFAM/CMZL. E-mail: britojnior@gmail.com.

4 Professora EBTT – IFAM/CMZL. E-mail: ana.alves@ifam.edu.br.

5 Professor EBTT – IFAM/CMZL. E-mail: joao.araujo@ifam.edu.br.

6 Professor EBTT – IFAM/CMZL. E-mail: nailson.nina@ifam.edu.br.

índice de velocidade de emergência, o substrato à base de vermicomposto (T2) influenciou de forma negativa o desenvolvimento inicial das plântulas. Quanto à estabilidade do torrão, todos os substratos receberam nota três. Dessa forma, o produtor pode utilizar esses substratos em substituição ao substrato comercial, reduzindo os custos de produção.

Palavras-Chave: Substrato; Mudas; *Cucurbitaceae*

USE OF ALTERNATIVE SUBSTRATES IN THE PRODUCTION OF CUCUMBER SEEDLINGS (*CUCUMIS SATIVUS* L.)

ABSTRACT

The use of high-quality seedlings is a determining factor in the success of vegetable production. This study evaluated the hypothesis that substrates made from vermicompost and organic compost could be superior to the commercial substrate Tropstrato® for the production of cucumber seedlings. The experimental design used was entirely randomized with four treatments (T1 = Tropstrato®; T2 = Vermicompost; T3 = Organic Compost; and T4 = 50% Tropstrato® + 50% Organic Compost) and five replications. The following variables were assessed: plant height, root system length, number of leaves, stem diameter, aerial part dry mass, root system dry mass, emergence percentage, emergence speed index, and root ball stability. The results show that the three alternative substrates provided similar or better growth than Tropstrato® for all the variables evaluated. With regard to the number of leaves, T3 and T4 did not differ significantly from the commercial substrate Tropstrato® (T1). Regarding stem diameter and plant height, T2 (vermicompost) had the highest mean, significantly differing from the other treatments. There was no significant difference between the treatments when it came to the length of the root system. Regarding the dry mass of the aerial part, treatments T2, T3 and T4 showed the best results. There was no significant difference between the treatments in terms of the dry mass of the root system. There was no significant difference between the treatments in terms of emergence percentage. With regard to the speed of emergence index, the vermicompost-based substrate (T2) had a negative influence on the early seedlings development. All the substrates received a score of three for root ball stability. Therefore, growers can use these substrates as a substitute for the commercial substrates to reduce production costs.

Keywords: Substrates; Seedlings; Cucurbitaceae

INTRODUÇÃO

O pepino (*Cucumis sativus* L.) é uma hortaliça-fruto que segundo Carvalho *et al.* (2013) tem grande importância econômica e social no contexto do agronegócio de olerícolas no Brasil. Segundo o último Censo Agropecuário, realizado em 2017, o Amazonas ocupa o 5º lugar no ranking de produção nacional dessa hortaliça, com aproximadamente 12.651 toneladas (IBGE, 2023).

Sabe-se que a utilização de mudas de alta qualidade é fator chave para o sucesso da produção (NASCIMENTO e PEREIRA, 2016; SCARPE FILHO, 1994), sendo possível com essa prática, conforme Minami e Puchala (2000) assegurar 60% do sucesso da cultura. Nesse sentido, para a produção de mudas de alta qualidade, capazes de expressar todo o seu potencial produtivo em campo, é essencial a escolha do substrato adequado (ANTUNES *et al.*, 2019; JORGE *et al.*, 2020), com boas características químicas, físicas e biológicas (COSTA e CAMARGO, 2009; FERREIRA *et al.*, 2014).

Os substratos para produção de mudas podem ser constituídos por diversos materiais, dentre eles o composto orgânico e o vermicomposto (húmus de minhoca), os quais, dependendo da qualidade, apresentam inúmeras características físicas (aeração e retenção de água, por exemplo), químicas (CTC, pH e teor de nutrientes, por exemplo) e biológicas (diversidade microbiana) que podem proporcionar o desenvolvimento adequado das mudas sem necessidade de adição de fertilizantes químicos na composição do substrato (PRIMO *et al.*, 2011; COTTA *et al.* 2015; ANTUNES *et al.*, 2016; WATTHIER *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2018).

Segundo Kiehl (2004), o composto orgânico é preparado a partir de restos vegetais e animais por meio de um processo denominado compostagem, o qual é controlado pela decomposição microbiana, com

oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica (MO) no estado sólido e úmido. De acordo com Kiehl (1998) esse processo ocorre em três fases: fermentação (composto cru ou imaturo), semicura ou bioestabilização e, por fim, cura e humificação, que é acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. O produto final (composto) é um material homogêneo e relativamente estável (PEIXOTO *et al.*, 1989).

A vermicompostagem, por sua vez, se caracteriza por ser um processo realizado por minhocas (FELÍCIO *et al.*, 2018), as quais digerem a matéria orgânica transformando-a em vermicomposto (húmus de alta qualidade), produto dessa digestão (OTHMAN *et al.*, 2012). Essa transformação ocorre com auxílio dos microrganismos que habitam seus intestinos (ALBANELL *et al.*, 1988). Conforme mencionado por Cotta *et al.* (2015), a vermicompostagem e a compostagem são alternativas que merecem destaque, pois permitem o enriquecimento da MO, ou seja, processo de decomposição da matéria orgânica que disponibiliza nutrientes para os sistemas produtivos com viés ecológico e econômico.

Cabe destacar que no mercado estão disponíveis diversos tipos de substratos formulados à base de material orgânico e/ou mineral. Porém, dentre os principais entraves ao uso de substratos comerciais estão o alto custo e/ou a baixa eficiência de algumas marcas, não sendo, muitas vezes, vantajosa sua utilização no que diz respeito ao custo-benefício. Nesse contexto, diversos autores mencionam que os substratos produzidos *in loco* pelo próprio agricultor possam ser uma alternativa de baixo custo à utilização de substratos comerciais (MEDEIROS *et al.*, 2007; ARAÚJO NETO *et al.*, 2009; CANIATO *et al.*, 2018).

Assim, este trabalho avaliou a hipótese de que substratos formados por vermicomposto e composto orgânico, materiais estes que podem ser

produzidos pelo próprio agricultor, pudessem ser superiores ao substrato comercial Tropstrato® na produção de mudas de pepino.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Zona/Leste (IFAM/CMZL), localizado no município de Manaus-AM, no período de setembro a outubro de 2017. As coordenadas geográficas da área experimental são 3°04'43,55" S e 59°56,04'20" W e o clima, conforme mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil, é caracterizado como Tropical sem estação seca (Af) (ALVARES *et al.*, 2014).

O vermicomposto e o composto orgânico foram obtidos junto ao Centro de Referência em Agroecologia do IFAM-CMZL. Na Tabela 1 são mostradas as características químicas dos substratos utilizados, conforme resultado da análise realizada na Embrapa Amazônia Ocidental, localizada em Manaus, AM.

A cultivar de pepino utilizada foi a AODAI e as mudas foram produzidas em bandejas de isopor (128 células), nas quais foi semeada 1 (uma) semente por célula. Antes do enchimento das bandejas, os substratos foram umedecidos levemente para evitar que passassem pelos furos das células.

O experimento foi disposto em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com quatro tratamentos representados pelos substratos Tropstrato® (testemunha), vermicomposto, composto orgânico e 50% Tropstrato® + 50% composto orgânico e cinco repetições, sendo cada repetição constituída de uma bandeja, totalizando 20 parcelas.

As avaliações foram realizadas aos vinte e quatro dias após a

semeadura. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de emergência (E%), índice de velocidade de emergência (IVE), altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), comprimento do sistema radicular (CSR), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e estabilidade do torrão (ET). Para mensuração dos parâmetros AP, DC, NF, CSR, MSPA, MSSR e estabilidade do torrão foram retiradas, ao acaso, 10 plântulas de cada bandeja. Para avaliação da E% e IVE foram contabilizadas 100 plântulas em cada bandeja.

Tabela 1 - Resultado da análise da composição química dos substratos utilizados na produção de mudas de pepino (*C. sativus* L.) cultivar Aodai. Manaus, AM. 2017.

Substratos		Composto	Vermicomposto	TC 50%	Trosptrato®
		pH	5,97	7,75	6,39
C	g Kg ⁻¹	67,23	180,15	89,99	253,17
M.O.		115,64	309,86	154,62	435,44
N		5,85	23,37	5,15	4,16
P	mg dm ⁻³	152	1.850	181	136
K		320	14.040	39	41
Na		9	1.220	22	25
Ca	cmol _c cm ⁻³	11,17	4,62	10,38	8,18
Mg		3,36	8,16	2,84	5,36
Al		0	0	0	0
H+Al	%	2,19	0	4,27	7,54
SB		17,39	53,99	13,42	13,75
t		17,39	53,99	13,42	13,75
T	%	19,58	53,99	17,69	21,29
V		88,79	100	75,84	65,59
m		0	0	0	0
Fe	mg dm ⁻³	40	28	254	491
Zn		15,27	58,40	11	5,61
Mn		20,80	49,77	29,68	53,65
Cu		0,10	1,10	0,21	0,29

Fonte – Autor/ Autores

A porcentagem de emergência foi avaliada pela contagem do número de sementes emergidas que se apresentavam bem formadas e com os

cotilédones abertos. Enquanto o índice de velocidade de emergência (IVE) foi obtido por meio da fórmula proposta por Maguire (1962), sendo $IVE = (G_1/N_1) + (G_2/N_2) + \dots + (G_n/N_n)$, em que: G = número de plântulas normais computadas nas contagens; N = número de dias da semeadura à 1^a, 2^a ... enésima avaliação.

A altura da planta foi mensurada por meio da medição desde o colo até a gema apical da plântula, utilizando uma régua milimetrada. O comprimento do sistema radicular foi medido desde o colo até a parte distal da raiz, utilizando uma régua milimetrada. O diâmetro do caule foi avaliado pela medição da região do colo da plântula utilizando um paquímetro digital.

A MSPA e MSSR foram avaliadas por meio da secagem de 10 plântulas em estufa a 65°C por 48h. Antes da secagem, a parte aérea foi separada do sistema radicular. Após a secagem, foi realizada a pesagem e posteriormente dividiu-se a massa seca total pelo número de plântulas, para obtenção da massa seca por plântula.

A estabilidade do torrão, considerando a sua coesão ao retirar a plântula do recipiente, foi avaliada conforme escala de notas adaptada de Gruszynski (2002), onde 1 = mais de 50% do torrão ficou retido no recipiente; 2 = o torrão se destacou do recipiente, mas não permaneceu coeso e 3 = todo o torrão foi destacado do recipiente e mais de 90% dele permaneceu coeso.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e em seguida as médias comparadas pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, usando o programa para análises estatísticas ASSISTAT 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como pode ser observado na Tabela 2, a análise de variância (ANOVA) revelou efeito significativo entre os tratamentos somente para variáveis

AP ($p < 0,0001$), NF ($p < 0,0001$), DC ($p < 0,0001$), MSPA ($p < 0,0001$) e IVE ($p < 0,0001$).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis avaliadas em função do tipo de substrato utilizado na produção de mudas de pepino (*C. sativus*). Manaus, AM. 2017.

FV	GL	QM	F	p
Número de Folhas (NF)				
Substratos	3	2,55	26,43**	< 0,0001
Resíduo	16	0,09	-	-
Total	19	-	-	-
Diâmetro do caule (DC)				
Substratos	3	1,04	19,42**	< 0,0001
Resíduo	16	0,05	-	-
Total	19	-	-	-
Altura da planta (AP)				
Substratos	3	0,16	13,27**	< 0,0001
Resíduo	16	0,01	-	-
Total	19	-	-	-
Comprimento do sistema radicular (CSR)				
Substratos	3	23,60	2,39 ^{ns}	0,1063
Resíduo	16	9,85	-	-
Total	19	-	-	-
Massa seca da parte aérea (MSPA)				
Substratos	3	0,002	20,29**	< 0,0001
Resíduo	16	0,0005	-	-
Total	19	-	-	-
Massa seca do sistema radicular (MSSR)				
Substratos	3	0,00004	1,55 ^{ns}	0,2396
Resíduo	16	0,00003	-	-
Total	19	-	-	-
Índice de velocidade de emergência (IVE)				
Substratos	3	5,88	12,37**	0,0001
Resíduo	16	0,47	-	-
Total	19	-	-	-
Porcentagem de Emergência				
Substratos	3	11,25	0,62 ^{ns}	0,6118
Resíduo	16	18,12	-	-
Total	19	-	-	-

^{ns} não significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Os resultados permitiram inferir que houve, dentre os tratamentos avaliados, um ou mais que se destacou, o que pôde ser avaliado com a aferição do teste de médias Scott-Knott ($p < 0,05$), sendo as médias obtidas para cada variável avaliada apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias das variáveis (AP, CSR, DC, NF, MSPA e MSSR) referentes ao desenvolvimento das plântulas de pepino. Manaus, AM. 2017.

Tratamentos	AP (cm)	CSR (cm)	DC (mm)	NF	MSPA (g)	MSSR (g)
Tropstrato	6,85 b	11,41 a	2,58 b	3,60a	0,154 b	0,017 a
Composto	9,23 b	11,75 a	2,77 b	3,58 a	0,192 a	0,023 a
Vermicomposto	17,68 a	16,08 a	3,63 a	2,20 b	0,208 a	0,023 a
TC50%	8,63 b	12,17 a	2,72 b	3,70 a	0,184 a	0,020 a
CV%	11,25	24,42	7,84	9,51	12,27	24,18

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$)

Em relação ao NF, o composto orgânico e o TC50% não diferiram significativamente do substrato comercial Tropstrato®. O vermicomposto proporcionou o menor valor médio (2,20 folhas planta⁻¹), diferindo significativamente dos demais tratamentos, os quais apresentaram médias variando entre 3,58 a 3,70 folhas planta⁻¹. O resultado verificado para essa variável neste trabalho, utilizando o vermicomposto, foi semelhante ao obtido por Duarte *et al.* (2003), os quais, avaliando a produção de mudas de pepino em substrato à base de vermicomposto, observaram que o substrato à base de húmus sem adição de vermiculita apresentou resultado inferior à testemunha (Plantmax®) para a variável NF. Por outro lado, Ferreira (2011), avaliando substratos para produção de mudas de melão (*Cucumis melo* L.), obteve resposta diferente, não havendo diferença estatística entre o tratamento a base de húmus de minhoca + solo e substrato comercial Basaplant® em relação ao NF.

O vermicomposto apresentou a maior média para a variável AP, diferindo estatisticamente da testemunha (Tropstrato®) e dos demais

tratamentos (composto orgânico e TC50% pelo teste Scott-Knott em 0,05 de significância. Entretanto, não foi observada diferença significativa entre a testemunha (substrato comercial) e os tratamentos com composto e TC50%. Resultado semelhante ao obtido neste trabalho para a variável AP foi observado também por Caniato *et al.* (2018), no qual substratos compostos por 100% vermicomposto e 50% vermicomposto + 50% composto promoveram maior altura de mudas de pepino quando comparados ao substrato comercial BASAPLANT®.

Quanto à variável DC, o vermicomposto proporcionou a maior média, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Os tratamentos a base de composto e TC 50%, por sua vez, não diferiram da testemunha representada pelo substrato comercial Tropstrato®. Contudo, Silva *et al.* (2017) obtiveram resultados diferentes, com redução do diâmetro em função do aumento da concentração de vermicomposto, sendo que nos tratamentos contendo proporções de substrato comercial e vermicomposto o diâmetro do colo de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* L.) foi 17,8%, 8,2% e 4,3% maior com a adição de 20%, 40% e 60% de vermicomposto, respectivamente, quando comparados ao substrato comercial Plantmax®.

No que tange a ambas as variáveis AP e DC, De Franceschi *et al.* (2018) obtiveram resultados semelhantes ao obtidos neste trabalho, estudando a influência de diferentes teores de vermicomposto (VC) no substrato comercial Carolina Soil® (CS) (T1: 100% de CS, T2: 75% de CS e 25% de VC, T3: 50% de CS e 50% de VC, T4: 25% de CS e 75% de VC e T5: 100% de VC) para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*, os quais concluíram que adição de vermicomposto ao substrato comercial influenciou significativamente o incremento nas variáveis mencionadas, sendo que as maiores médias em DC foram obtidas em plantas oriundas do tratamento com a adição de 50% (6,13 mm) e 75% (5,0 mm) de vermicomposto ao

substrato. No caso da AP, as médias mais elevadas (32,3; 30,1 e 32,5 cm) foram observadas nos tratamentos com a adição de 50 %, 75 % e 100 % de vermicomposto, respectivamente.

Quanto a variável comprimento do sistema radicular, não houve diferença significativa entre os tratamentos (TROPSTRATO®, vermicomposto, composto e TC50%). Este resultado difere do obtido por Santos *et al.* (2010) em mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.), pois o substrato comercial foi superior aos demais tratamentos contendo esterco ovino.

Em relação à MSPA, os tratamentos à base de composto, vermicomposto e TC50% apresentaram os melhores resultados, diferindo significativamente do substrato comercial Tropstrato®, mas não entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Corroborando em parte com esses resultados, Caniato *et al.* (2018) observaram que os substratos formados por vermicomposto puro e TC50% proporcionaram os melhores resultados quando comparados ao composto e ao Basaplant® na produção de mudas de pepino em relação à MSPA. Por outro lado, Nascimento *et al.* (2022) avaliando a produção de mudas de pepino em diferentes substratos e volumes de recipientes não verificaram diferença significativa para a MSPA entre os tratamentos S1=esterco de aves + solo (1:1); S2= esterco bovino + solo (1:1); S3= substrato comercial; e S4= solo. Cerqueira *et al.* (2015), por sua vez, também não constataram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para massa seca da parte aérea (MSPA) entre os diferentes substratos (T1 -Húmus + Casca de arroz carbonizada, na proporção de 1:1; T2 - Germinar®; T3 - Casca de arroz carbonizada; T4 - Casca de arroz carbonizada + Germinar® + Orgânico, na proporção de 1:1:1; T5 - Casca de arroz carbonizada + Germinar® + Húmus, na proporção de 1:1:1; T6 - Casca de arroz carbonizada + Germinar® + Húmus +Orgânico,

na proporção de 1:1:1:1), quando a produção das mudas foi realizada em bandejas. No entanto, quando se realizou a produção de mudas em recipiente tipo copo, houve diferença significativo entre o substrato T3 e os demais substratos testados.

Não houve diferença significativa pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade entre os tratamentos (Vermicomposto, composto e TC50% e a testemunha para o parâmetro MSSR. Silva *et al.* (2017) obtiveram resposta diferente e observaram maior massa seca radicular das mudas de *Pinus elliottii* Engelm com a utilização de 100% de substrato comercial, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) dos demais tratamentos com diferentes proporções de vermicomposto.

Conforme apresentado na Tabela 4, a variável porcentagem de emergência não apresentou diferença significativa entre os tratamentos vermicomposto, composto e TC50% e a testemunha e entre si pelo teste Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Por outro lado, Lima *et al.* (2010), avaliando diferentes substratos para germinação de sementes de melão de caroá [*Sicana odorifera* (Vell.) Naudim] mencionam que, apesar do Plantmax® apresentar boas características físicas, foi o que proporcionou a menor germinação, provavelmente devido a compostos inibidores de germinação presentes na turfa quando comparado a substrato a base de areia + vermicomposto.

No que se refere ao índice de velocidade de emergência (Tabela 4), o substrato a base de vermicomposto influenciou de forma negativa o desenvolvimento inicial das plântulas de pepino, diferindo significativamente dos demais tratamentos os quais não diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Resultado semelhante foi encontrado por Santos *et al.* (2010), em trabalho avaliando substratos a base de vermicomposto para produção de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*), no qual o

substrato a base de 100% de vermicomposto obteve um IVE de 4,35, sendo este estatisticamente inferior ao substrato comercial Plantmax® (5,41). Cerqueira et al. (2017) obtiveram resultados diferentes no desenvolvimento de mudas de alface americana, não sendo observada diferenças significativas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$) entres os tratamentos com substratos orgânicos (húmus de minhoca, composto orgânico, casca de arroz carbonizada e casca de arroz carbonizada + húmus de minhoca na proporção de 1:1) e o substrato comercial (Germinar®).

O baixo IVE pode ser explicado pelo fato do vermicomposto não ter proporcionado estrutura física adequada, pois foi observada a baixa infiltração de água no substrato e, conseqüentemente, escoamento superficial, os quais, segundo Santos *et al.* (2010), podem ser explicados pela reduzida quantidade de macroporos presentes no substrato contendo 100% de vermicomposto. Da mesma forma, Ferreira *et al.* (2021) verificaram que o substrato com 15% de vermicomposto e 85% de fibra de coco apresentaram grande porosidade total, e este parâmetro decresceu com o aumento da quantidade de vermicomposto. Em contrapartida, Real *et al.* (2023) mencionam que o vermicomposto é um substrato poroso, o que não foi observado pelos autores supracitados, demonstrando a necessidade de mais pesquisas com diferentes formulações e doses de vermicomposto.

Quanto à estabilidade do torrão, todos os substratos apresentaram alta coesão e receberam nota 3 (três). Da mesma forma, Caniato *et al.* (2018) e Ferreira (2011) não obtiveram diferença entre os tratamentos com diferentes substratos para esta variável na produção de mudas pepino e melão (*Cucumis melo*), respectivamente. Vale salientar que este parâmetro é de fundamental importância na produção de mudas, pois o fato do substrato não se desprender das raízes permite um maior índice de sobrevivência em campo.

Tabela 4. Médias de porcentagem de emergência (E%) e índice de velocidade de emergência (IVE) de mudas de pepino após a semeadura em diferentes substratos. IFAM/CMZL, Manaus-AM, 2017.

Tratamentos	E (%)	IVE
Tropstrato	99 a	5,92 a
Composto	98 a	5,89 a
Vermicomposto	96 a	3,80 b
TC50%	96 a	6,09 a
CV%	10,23	12,71

*Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Conforme pode ser observado na Tabela 1, o vermicomposto, quando comparado aos demais, apresenta os maiores teores de nitrogênio, fósforo e potássio, os quais estão diretamente relacionados ao crescimento e desenvolvimento adequado das plântulas, e conforme mencionado por Heuer *et al.* (2017), dos vários nutrientes essenciais para as plantas, esses são necessários em maiores quantidades, e a deficiência de qualquer um desses limita severamente o rendimento das culturas.

Cabe destacar o teor de N do vermicomposto ($23,37 \text{ g Kg}^{-1}$), o qual se mostrou bastante superior ao do substrato comercial Tropstrato® ($4,16 \text{ g Kg}^{-1}$) e do composto ($5,85 \text{ g Kg}^{-1}$), sendo que esse elemento é responsável por estimular a divisão celular (SALES *et al.*, 2014), além de compor estruturalmente a molécula de clorofila, juntamente com o magnésio (RIBEIRO e PEREIRA, 2011), participando da regulação da fotossíntese (TIAN *et al.*, 2022).

No que tange ao fósforo, o teor de 1.850 mg dm^{-3} no vermicomposto também foi muito mais elevado do que nos demais substratos, e se sabe que esse é um importante macronutriente essencial para o crescimento

e desenvolvimento das culturas (LI *et al.*, 2021; LI *et al.* 2023; ROYCHOWDHURY, 2023) e está envolvido na conservação de ácidos nucleicos (DNA e RNA), produção de adenosina trifosfato (ATP) e produção de metabólitos fosforilados (LAMBERS e PLAXTON, 2015), contribuindo com aproximadamente 0,2% do peso seco das plantas (SULIEMAN e TRAN, 2017) e apresenta, assim como o nitrogênio, contribuição na fotossíntese, sendo que o aumento da taxa fotossintética está relacionado ao adequado fornecimento desse nutriente (CHEN *et al.*, 2019; WANG *et al.*, 2022).

O potássio (K) por sua vez foi o nutriente que apresentou a maior discrepância nos substratos avaliados. O vermicomposto apresentou valor bastante elevado para esse elemento ($14.040 \text{ mg dm}^{-3}$), enquanto o composto, o TC50% e o substrato comercial: $320, 39 \text{ mg dm}^{-3}$ e 41 mg dm^{-3} , respectivamente. Dentre as principais funções do K, pode-se mencionar a manutenção do potencial osmótico (BEZERRA NETO *et al.*, 2016) e regulação estomática (BEZERRA NETO *et al.*, 2016; XU *et al.*, 2020), ambas muito importantes para manutenção da turgidez celular nas horas mais quentes do dia, principalmente, segundo Bossolani *et al.* (2018), em regiões onde a transpiração é alta e as chuvas não são uniformes. Além disso, Xu *et al.* (2020) relatam que níveis ótimos de K podem aumentar a eficiência no uso do nitrogênio, afetando a morfologia e atividade da raiz, além da atividade de enzimas envolvidas no metabolismo de carbono e nitrogênio, genes de absorção de nitrato e transporte de nitrato.

Assim, esses nutrientes conjuntamente podem ter proporcionado a maior formação de tecido vegetal, resultando em um valor mais elevado para DC e AP no tratamento com vermicomposto. Da mesma forma, Silva *et al.* (2020), avaliando diferentes substratos (nove combinações a base de solo - Latossolo amarelo, vermicomposto e substrato comercial) e tamanhos de recipientes, concluíram que o uso de tubetes de 125 cm^3 contendo 100%

de vermicomposto permitiram maior crescimento e qualidade das mudas de *Peltophorum dubium* em comparação aos demais substratos. Igualmente, Silva *et al.* (2017), a partir da mistura ao substrato comercial de 20% e 40% de vermicomposto, produzido com resíduo de carne suína e esterco de bovino nas proporções 40% e 60%, obtiveram desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* equivalentes à utilização de 100% de substrato comercial Plantmax®.

Nesse contexto, Carneiro (1995) sugere que as duas características mais importantes para avaliar a qualidade de mudas são altura e diâmetro do caule, sendo que ambas foram influenciadas de forma positiva pelo vermicomposto, o qual foi superior aos demais substratos para estas características. Cargnelutti Filho *et al.* (2018) mencionam que o diâmetro do colo é capaz de explicar 70% a 80% das diferenças na matéria seca das mudas.

Pelo exposto, pode-se sugerir que a utilização de substratos produzidos a partir de composto orgânico e vermicomposto é uma boa alternativa ao uso de substratos comerciais, pois estes substratos se mostraram superiores ou semelhantes à testemunha (TROPSTRATO®) na maioria dos parâmetros avaliados e relacionados ao crescimento e desenvolvimento adequado das plântulas. Igualmente, Massad *et al.* (2022) verificaram que os substratos 75% Rohrbacher®+ 25% Bagaço de Cana (75R+25BC) e 50% Rohrbacher®+50% Bagaço de cana (50R+50BC) não diferiram estatisticamente do tratamento composto por 100% do substrato comercial Rohrbacher®, mostrando ser uma alternativa na produção de mudas de carne de vaca (*Pterogyne nitens*), pelo fato de proporcionar as condições necessárias para o crescimento das plantas, economia no processo de produção e reaproveitamento do resíduo de bagaço de cana. Da mesma forma, Cerqueira *et al.* (2017) mencionam em seu trabalho que o substrato orgânico é uma alternativa para substituição ao

substrato comercial Germinar® na produção de mudas de alface, reduzindo assim os custos de produção, além de favorecer a reciclagem de resíduos vegetais. Nesse contexto, Menezes Júnior *et al.* (2000) sugerem que pode ser vantajosa a formulação do substrato pelo próprio agricultor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os substratos vermicomposto, composto e TC50% asseguram a produção de mudas de pepino com qualidade igual ou superior à proporcionada pelo substrato comercial Tropstrato®. Dessa forma, o produtor pode utilizar esses substratos em substituição ao substrato comercial, reduzindo os custos de produção e mantendo a qualidade das mudas.

REFERÊNCIAS

ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia foetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology and Fertility of Soils**, v.6, p.266- 269, 1988.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, V. 22, N. 6, p. 711-728. 2014. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

ANTUNES, L. F. S.; SCORIZA, R. N.; SILVA, D. G. e CORREIA, M. E. F.. Production and efficiency of organic compost generated by millipede activity. **Ciência Rural**, v. 46, n. 5, p. 815-819. Santa Maria, 2016.

ANTUNES, L. F. S.; AZEVEDO, G.; CORREIA, M. E. F. Produção de mudas de girassol ornamental e seu desenvolvimento em vasos utilizando como substrato o gongocomposto. **Revista Científica Rural**, v.21, n.2, p.299-314, 2019.

ARAÚJO NETO, S. E.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1408-1413, ago. 2009.

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P.; COELHO, J. B. M. Considerações sobre nutrição mineral e o caso do feijão vigna. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.11, p.85-120, 2016.

BOSSOLANI, J. W.; LAZARINI, E.; SOUZA, L. G. M. DE; PARENTE, T. DE L.; CAIONI, S.; BIAZI, N. Q. DE. Potassium doses in previous crops and effect on soybean in succession. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 90–94, fev. 2018.

CANIATO, M. M.; JULIÃO, B. F. V.; FRANCO, P. C. B. SUBSTRATOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE PEPINEIRO.. In: Anais do Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia. Anais...Manaus(AM) UFAM, 2018. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/5SICASA/97259-SUBSTRATOS-ORGANICOS-NA-PRODUCAO-DE-MUDAS-DE-PEPINEIRO>>. Acesso em: 08/07/2023

CARGNELUTTI FILHO, A.; ARAÚJO, M. M.; GASPARIN, E.; FOLTZ, D. R. B. Dimensionamento Amostral para Avaliação de Altura e Diâmetro de

Plantas de Timbaúva. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, p. 1-9, 2018.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR:FUPEF; 1995.

CARVALHO, C. Anuário brasileiro de hortaliças 2013. Santa Cruz do Sul: **Editora Gazeta Santa Cruz**, 2013. 88p.

CERQUEIRA, B.; SANTANA, A. J. DE.; SANTOS, W. F. DOS; REIS, A. O.; CAVALCANTE, R. R.; RIBEIRO, F. C.; CARNEIRO, J. S. S. Avaliação de substratos e compostos orgânicos na produção de mudas de alface americana. **Revista cultivando o saber**, v. 10, n. 3, p. 327-341 julho a setembro, 2017. ISSN 2175-2214.

CHEN, X. X.; ZHANG, W.; LIANG, X. Y.; LIU, Y. M.; XU, S. J.; ZHAO, Q. Y.; DU, Y. F.; ZHANG, L.; CHEN, X. P.; ZOU, C. Q. Physiological and developmental traits associated with the grain yield of winter wheat as affected by phosphorus fertilizer management, **Scientific Reports**. 2019.

COSTA, T.R.; CAMARGO, R. Produção de mudas de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes a partir de diferentes fontes de matéria orgânica. **Revista Horizonte Científico**, Uberlândia, v.3, n.1, 2009.

COTTA, J. A. D. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. D. S.; REZENDE, M. O. D. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

DE FRANCESCHI, É.; SALDANHA, C. W.; MISSIO, E. L.; STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; MORAIS, R. M. de; ROUBUSTE, R. R.; FERMINO, M. H. Vermicomposto na composição do substrato para produção de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 38, 2018. DOI: 10.4336/2018.pfb.38e201801653. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1653>. Acesso em: 7 jul. 2023.

DUARTE, L. C.; QUEIROZ LUZ, J. M. Q.; MARTINS, S. T.; DINIZ, K. A. Produção de mudas de pepino e repolho em substrato à base de vermicomposto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p.326-329, 2003.

FELÍCIO, S. F.; PAIXÃO, R.; TOLEDO, R. F. DE; MENGHINI, R. P. Estudo comparativo do crescimento de hortaliças cultivadas e terra comercial e em húmus de Vermicompostagem doméstica. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28; p. 2018

FERREIRA, L. L., ALMEIDA, A. E. S., COSTA, L. R., BEZERRA, F. M. S., LIMA, L. A., PORTO, V. C. N. Vermicompostos como substrato na produção de mudas de berinjela (*Solanum melongena*) e pimentão (*Capsicum annum*). **Holos**, v. 4, p. 269-277, 2014.

FERREIRA, E.F. Avaliação de substratos na produção de mudas de meloeiro. 2011. 45f. Monografia – Universidade Federal de Campina Grande Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Pombal/PA. 2011.

FERREIRA, P. H. F.; BARRETTO, V. C. DE M.; MONTAGNOLLI, R. N.; LOPES, P. R. M. 2021. Production of eucalyptus seedlings using alternative substrates. **Revista Engenharia na Agricultura - REVENG.** 29, Contínua (set. 2021), 236–244. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v29i1.11236>

GRUSZYNSKI, C. **Resíduo agro-industrial “casca de tungue” como componente de substrato para plantas.** Porto Alegre: UFRGS. 2002. p. 41. (Tese mestrado).

HEUER. S.; GAXIOLA. R.; SCHILLING. R.; HERRERA□ESTRELLA. L.; LÓPEZ□ARREDONDO. D.; WISSUWA. M.; DELHAIZE. E.; ROUACHED. H. Improving phosphorus use efficiency: A complex trait with emerging opportunities. **The Plant Journal**, v. 90. n. 5. p. 868-885. 2017. <https://doi.org/10.1111/tpj.13423>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Agropecuário 2017** [online]. Brasília, Distrito federal. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6653#resultado>> Acesso em: 30 de junho de 2022.

JORGE, M. H. A. Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças / Marçal Henrique Amici Jorge ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. 30 p. : il. color. ; 16 cm x 22 cm. (Documentos / **Embrapa Hortaliças**, ISSN 1415-2312; 180).

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 1a ed. E. J. Kiehl. Piracicaba. 171 p. 1998.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4. ed. Piracicaba: E. J. KIEL. 173 p. 2004.

LAMBERS, H., AND PLAXTON, W. C. (2015). “Phosphorus: back to the roots,” in **Phosphorus Metabolism in Plants**, eds W. C. Plaxton and H. Lambers (Oxford, UK: John Wiley & Sons, Inc.), 1–22. Lambers, H., and Plaxton, W. C. (2015). “Phosphorus: back to the roots,” in **Phosphorus Metabolism in Plants**, eds W. C. Plaxton and H. Lambers (Oxford, UK: John Wiley & Sons, Inc.), 1–22.

LI, Z.; QIU, Q.; CHEN, Y.; LIN, D.; HUANG, J.; HUANG, T. Alteração de metabólitos em resposta ao baixo estresse de fósforo em frutos de tomateiro em desenvolvimento

Plant Physiology and Biochemistry. 2021.

LI, J.; SU, Y.; SHAPIRO, C.A.; SCHACHTMAN, D. P.; WANG, X. Phosphate deficiency modifies lipid composition and seed oil production in camelina. **Plant Science** 2023 May;330:111636. DOI: 10.1016/j.plantsci.2023.111636. Epub 2023 Feb 13. PMID: 36791961; PMCID: PMC10065961.

LIMA, J. F.; SILVA, M. P. L.; TELES, S.; SILVA, F.; MARTINS, G. N. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá [*Sicanaodorifera* (Vell.) Naudim]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 163-167, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MASSAD, M. D.; DUTRA, T. R.; SANTOS, A. R. DOS; MENEZES, E. S.; SARMENTO, M. F. Q.; MEIRELES, I. E. S. Substratos alternativos e diferentes granulometrias para produção de mudas de carne de vaca (*Pterogyne Nitens*). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.11, p.73964-73970, nov., 2022

MEDEIROS, D. C.; LIMA BAB; BARBOSA, M. R.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; MARQUES, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 433-436, 2007.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G; FERNANDES, H. S; MAUCH, C. R; SILVA, J. B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 164-170, 2000.

MINAMI, K; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília-DF, v. 18, suplemento, p. 162-163, 2000.

NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B. 2016. **Produção de mudas de hortaliças** / Warley Marcos Nascimento, Ricardo Borges Pereira, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2016. 308 p. : il. color. ; 17 cm x 24 cm. ISBN 978-85-7035-579-9

NASCIMENTO, V. C. DO; BARROS, A. P.; ANDRADE, D. L. DE; RODRIGUES, A. L. M.; ALMEIDA, J. F. T. DE; BARBOSA, A. P. F.; ROBERTA DE FREITAS SOUZA LOBO, R. DE F. S.; LOPES, F. A. C. Produção de mudas

de pepino em diferentes substratos e volumes de bandejas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, e151111032470, 2022.

OTHMAN, N.; IRWAN, J. M.; ROSLAN, M. A. Vermicomposting of Food Waste. **International Journal of Integrated Engineering**, Johor, v. 4, n. 2, p. 39-48, 2012.

PEIXOTO, R.T. dos G.; ALMEIDA, D.L. de; FRANCO, A.A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.599-606, 1989.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. 2011. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, 7: 1-13.

REAL, I. M. DA L.; GOMES, G. C.; BIERHALS, D. F.; HENZEL, A.; RAMOS MOLINA, A. B. D.; BESKOW, G. T.; FREITAS, T. C.; MIURA, A. K.; GUARINO, E. DE S. G.; SOUZA, L. P. DE. Indolebutiric acid (IBA) and substrate in rooting and development of Brazilian peppertree cuttings. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, v. 10, n. 1, p. 14-21, 11 jan. 2023.

RIBEIRO, K; PEREIRA, O. G. Produtividade de matéria seca e composição mineral do capim-tifton 85 sob diferentes doses de nitrogênio e idades de rebrotação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 811- 816, abr. 2011.

ROYCHOWDHURY, A.; SRIVASTAVA, R.; AKASH; SHUKLA,

G.; · ZEHIROV, G.; MISHEV, K.; KUMAR, R. Metabolic footprints in phosphate-starved plants. **Physiology and Molecular Biology of Plants** (May 2023) 29(5):755–767.

SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; MONÇÃO, F. P.; MATOS, V. M.; PEREIRA, D. A.; AGUIAR, A. C. R.; ANTUNES, A. P. S. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semina: Ciências Agrárias**, 2014. 35:2673-2684.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; VIDIGAL, S. M.; REIGADO, F. R. Produção de mudas de pimentão em substratos à base de vermicomposto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 572-578, jul/ago, 2010.

SCARPE FILHO, J.A. 1994. Mudas olerícolas de alta qualidade. In: MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J.; PENTEADO, S.R.; SCARPE FILHO, J.A. Produção de mudas hortícolas de alta qualidade. Piracicaba: **Gráfica Universitária de Piracicaba**, 1994. p.10-15.

SILVA, P.S.; SOUZA, R.B.; TAKAMORI, L.M.; SOUZA, W.S.; SILVA, G.P.P.; SOUSA, J.M.M. Produção de mudas de pimentão em substratos de coco verde fertirrigadas com biofertilizante em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 28, n. 2, p. 2714-2720, 2010. (Suplemento -CD Rom).

SILVA, R. F.; MARCO, R.; ROS, C. R.; ALMEIDA, H. S.; ANTONIOLLI, Z.I. Influência de Diferentes Concentrações de Vermicomposto no

Desenvolvimento de Mudanças de Eucalipto e Pinus. **Floresta e Ambiente** v. 24(e), p. 1-10, 2017.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>.

SILVA, A. D. C. D.; SMIDERLE, O. J.; OLIVEIRA, J. M. F.; JESUS SILVA, T. Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 4, p. 151-156, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.34062/afs.v4i4.4590>>. Acesso em: 04/07/2023.

SULIEMAN, S; TRAN, L. S. P. Legume nitrogen fixation in soils with low phosphorus availability: adaptation and regulatory implication. **Springer**, Berlin, pp 1–287. 2017.

TIAN, T.; WANG, J.; WANG, H.; CUI, J.; SHI, X.; SONG, J.; LI, W.; ZHONG, M.; QIU, Y.; XU, T. (2022) Nitrogen application alleviates salt stress by enhancing osmotic balance, ROS scavenging, and photosynthesis of rapeseed seedlings (*Brassica napus*), **Plant Signaling & Behavior**, 17:1, DOI: 10.1080/15592324.2022.2081419

WANG, S.; ZHENG, S.; T.; WU, T.; LI, X.; FU, H.; SUN, Z.; LI, T. Photosynthetic characteristics combined with metabolomics analysis revealed potential mechanisms of cucumber (*Cucumis sativus*) yield reduction induced by different phosphorus stresses, **Scientia Horticulturae**, Volume 302, 2022, 111156, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111156>.

WATTHIER, M.; SILVA, M. A. S.; SCHWENGBER, J. E.; FERMINO, M. H.; CUSTÓDIO, T. V. Produção de mudas de alface em substratos a base de composto de tungue em sistema orgânico de produção, no período de verão. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 2, 2017. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_6/A5485_T9012_Comp.pdf>. Acesso em: 15 de jan. 2023.

XU, X.; DU, X.; WANG, F.; SHA, J.; CHEN, Q.; TIAN, G.; ZHU, Z.; GE, S.; JIANG, Y. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. **Frontiers in Plant Science**. 11:904. 2020. DOI: 10.3389/fpls.2020.00904.