

Vermicompostos como substratos no desempenho de mudas de alface e rúcula

Vermicompostos as substrates in the seedlings performance of lettuce and arugula

Marcus Vinícius Gonçalves Lima¹, Carlos Augusto dos Santos Filho², Jackson Vinicius Viana Ferreira², Karina Galvão de Souza³, Leonardo dos Santos França Shockness⁴, Gleice Fernanda Bento⁵

¹Professor Doutor da Universidade do Estado de Mato Grosso, *Campus* Tangará da Serra, Mato Grosso; (65) 3311-4922, marcusviniciusagro@hotmail.com.

²Engenheiro Agrônomo, Autônomo, Vilhena, Rondônia, agrocarlosaug@gmail.com, jacksonvfv@hotmail.com. ³Professora Mestre da Faculdade Marechal Rondon, Vilhena, Rondônia, karinagalvao@hotmail.com. ⁴Professor Mestre do Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Cacoal, Cacoal, Rondônia, leonardoshockness@hotmail.com. ⁵Engenheira Agrônoma, Mestre em Produção Vegetal, Autônoma, Vilhena, Rondônia, agro.gleice@gmail.com.

ARTIGO

Recebido: 04/04/2019

Aprovado: 10/06/2019

Palavras-chave:

Lactuca sativa

Eruca sativa

Eisenia foetida

Composto orgânico

RESUMO

Uma das razões para obter sucesso na horticultura é a produção de mudas de qualidade, utilizando substratos em substituição do solo na formação de mudas. Desse modo, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de mudas de alface e rúcula utilizando substratos produzidos com vermicompostos juntamente com a serragem e casca de arroz como agentes condicionantes. Foram realizados dois experimentos em Vilhena, Rondônia, utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 com sete repetições, correspondendo a três substratos e duas cultivares, tanto para alface quanto para rúcula. A proporção dos materiais foi de 1:3 do volume total de solo, de esterco de aves e agente condicionante, sendo utilizada a minhoca Vermelha Californiana (*Eisenia foetida*). Para as cultivares, tanto de alface quanto de rúcula, foram avaliadas a altura de plântulas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, das raízes e total. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados em relação a massa seca das raízes de alface da cultivar Crespa, porém para a cultivar Americana, os tratamentos utilizando vermicomposto com agente condicionante a serragem ou casca de arroz, foram superiores ao substrato comercial em relação a massa seca das raízes. Entre as cultivares de rúcula, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos sobre as variáveis avaliadas. Portanto, é possível concluir que os substratos produzidos a partir de vermicompostos com serragem e casca de arroz como agentes condicionantes, podem substituir o substrato comercial durante a produção de mudas de alface e rúcula.

ABSTRACT

Success in vegetables production is closely linked to the quality of seedlings, using substrates in place of the soil in the formation of seedlings. The objective of this study was to evaluate the performance of lettuce and arugula seedlings using substrates produced with vermicompost along with sawdust and rice husks as conditioning agents. Two experiments were carried in Vilhena, Rondônia, using a completely randomized design, in a 3x2 factorial scheme with seven replicates, corresponding to three substrates and two cultivars, for both lettuce and arugula. The proportion of the material was 1: 3 of the total volume of soil, of poultry manure and conditioning agent, using the earthworm Californian Redworm (*Eisenia foetida*). For the cultivars, both lettuce and arugula, the height of seedlings, the diameter of the colon, dry mass of shoot, roots, and total were evaluated. There was no significant difference between the evaluated treatments in relation to the dry mass of the roots of Crespa cultivar lettuce, but for the American cultivar, the treatments using vermicompost with conditioning agent the sawdust or rice husk were superior to the commercial substrate in relation to dry mass of the roots. Among the cultivars of the arugula, no significant difference was observed between the treatments on the variables evaluated. Therefore, it is possible to conclude that substrates produced from vermicompost with sawdust and rice husks as conditioning agents can replace the commercial substrate during the production of lettuce and arugula.

Key words:

Lactuca sativa

Eruca sativa

Eisenia foetida

Organic compound

INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças vem assumindo lugar de destaque há alguns anos na agricultura brasileira, devido a maior exigência dos consumidores por alimentos mais saudáveis e sustentáveis, seja para o meio ambiente ou no aspecto social, aumentando cada vez mais a comercialização destes produtos (MARQUES et al., 2018). Um dos fatores para obter sucesso na horticultura é a produção de mudas de qualidade, pois delas, depende o desempenho final das plantas nos canteiros, influenciando diretamente no ciclo produtivo da cultura, nutricionalmente e nas características organolépticas (FERRAZ et al., 2014).

A utilização de substratos em substituição ao uso de solo na formação de mudas tem proporcionado um aumento substancial na qualidade das mudas (FERREIRA et al., 2011; MARIANI et al., 2014; HUBER et al., 2016). Esses devem proporcionar condições adequadas à germinação e desenvolvimento radicular, possuindo densidade adequada, textura, fertilidade, ausência de patógenos, e que possam ser confeccionados com baixo custo (ARAÚJO et al., 2013). Com a crescente alta dos insumos, os produtores de hortaliças, buscam constantemente reduzir os custos de sua atividade (MARIANI et al., 2014), para tanto, no Brasil, tem sido realizado trabalhos com a finalidade de aproveitar os materiais de grande disponibilidade regional, para compor o substrato durante a produção das mudas de hortaliças, reduzindo assim o uso dos substratos comerciais (MARANHO; PAIVA, 2011; CERQUEIRA et al., 2015; SANTOS et al., 2015; CORREA et al., 2019).

O aproveitamento dos resíduos urbanos e agroindustriais, na produção de substratos agrícola é uma alternativa importante para a reciclagem desses materiais, além de grande importância agrônoma, social e econômica sem desvantagens ecológicas, contribuindo de maneira positiva no aumento da produção e na melhoria da qualidade dos alimentos (CORREA et al., 2019), sendo assim, a utilização de substratos alternativos na produção de mudas de hortaliças tem se tornado cada vez mais constante (SANTOS et al., 2015).

Estes resíduos após passar pelo processo de vermicompostagem apresenta características ideais para serem utilizados como substratos. A vermicompostagem é definida como a degradação e a estabilização biológica da matéria orgânica, após a ingestão dos resíduos orgânicos por minhocas, sendo a espécie *Eisenia foetida* a mais utilizada (SOARES et al., 2004; BALDOTTO et al., 2012). O produto da vermicompostagem é o vermicomposto, um adubo orgânico obtido a partir de resíduos vegetais, ou esterco de animais, previamente estabilizado e neutro (ALVAREZ et al., 2019). Soares et al. (2004) relatam que, pela ação das minhocas, o material grosseiro é transformado em adubo orgânico, rico em substâncias húmicas e fúlvicas, com grande concentração de microrganismos, além de potássio, fósforo, ferro e outros minerais indispensáveis às plantas.

Entre os principais efeitos observados pela utilização de substâncias húmicas oriundas de húmus de minhoca em substratos estão: desenvolvimento radicular, desenvolvimento foliar, aumento na absorção de nutrientes e regulação de

enzimas importantes para o metabolismo vegetal, como por exemplo a H⁺-ATPase e nitrato redutase (ZANDONADI; BUSATO, 2012; ZANDONADI et al., 2013). Além disso, efeitos de regulação de crescimento promovidos por substâncias húmicas semelhantes aos dos hormônios vegetais, como a auxina, podem aumentar significativamente a produção de raízes laterais e pêlos absorventes (FAÇANHA et al., 2002; ZANDONADI et al., 2007, 2013). A utilização de vermicomposto como substrato no estágio inicial de crescimento do tomateiro causa aumento na taxa de germinação e emergência de plântulas, incremento no conteúdo de clorofila e dos nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio (TEJADA; BENÍTEZ, 2015). Santos et al. (2010) avaliando substratos constituídos de vermicomposto e sua mistura com vermiculita, para a produção de mudas de pimentão encontraram melhores índice SPAD e diâmetro de colo para híbridos de pimentão com misturas em até 25% de vermiculita.

A utilização agrícola de vermicomposto reduz a carga de fertilizantes inorgânicos aplicada na agricultura e assim favorece a sustentabilidade do agroecossistema (SINGH et al., 2010). Desse modo, objetivou-se com o presente estudo avaliar o desempenho de mudas de alface e rúcula utilizando substratos produzidos a partir de vermicomposto juntamente com a serragem e casca de arroz como agentes condicionantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, ambos conduzidos em casa de vegetação, no viveiro Novo Horizonte, no município de Vilhena - RO com coordenadas geográficas 12°45'38,24'' de latitude sul e 60°80'37,19'' de longitude oeste, apresenta em média 600m de altitude (NIMER, 1989). O clima local segundo Koppen é do tipo Am, tropical chuvoso, que corresponde às florestas tropicais, com verão úmido e inverno seco (NIMER, 1989).

Os experimentos foram realizados com diferentes cultivares de alface e rúcula, utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2, sendo 3 tipos de substratos e 2 cultivares, com sete repetições, para cada experimento. Os tratamentos correspondentes aos substratos foram: T1 - substrato comercial (controle); T2 - vermicompostagem utilizando como agente condicionante a serragem; e T3 - vermicompostagem utilizando como agente condicionante casca de arroz natural.

A proporção dos materiais foi de 1:3 do volume total de solo, de esterco de aves e agente condicionante, sendo utilizada a minhoca Vermelha Californiana (*Eisenia foetida*). Na produção da vermicompostagem foram utilizadas caixas d'água com capacidade de 250 litros de coloração azul e sistema drenagem para o excesso de umidade. As caixas onde os materiais foram acondicionados, homogeneizados, umedecidos e armazenados, foram armazenadas em local arejado e sombreado, evitando aquecimentos, morte ou fuga das minhocas segundo recomendação de Morselli (2009). Os substratos ficaram em mistura com vermicomposto por sete semanas (OLIVEIRA et al., 2011) até a semeadura que foi realizada em copos descartáveis com volume de 160 ml para facilitar o manuseio de raízes. Após a semeadura, os copos

foram sustentados por bancadas de madeira que ficavam a uma distância de 0,80 m do solo o que facilitou a poda natural das raízes pela luz, a irrigação e a movimentação das bandejas evitando possíveis danos as mudas.

Em relação as cultivares, para a cultura da alface (*Lactuca sativa*) foram utilizadas as cvs. Americana e Crespa, com semeadura realizada em março de 2017, com três sementes por célula, sendo o desbaste realizado 15 dias após a semeadura. Para a rúcula (*Eruca sativa*) as cultivares utilizadas foram, a Cultivada e a Folha Larga, com semeadura realizada em abril de 2017, com três sementes por célula, e o desbaste realizado 10 dias após a semeadura.

Após 25 dias da semeadura das cultivares de alface e rúcula, as mudas foram avaliadas quanto à altura de plântulas (cm), diâmetro do colo (mm), massas seca das raízes (g), parte aérea (g) e total (g). Para obtenção da altura das mudas foi utilizada uma régua graduada em centímetros, para o diâmetro do colo foi utilizado um paquímetro digital. Realizou-se o corte da parte aérea e lavagem das raízes para a retirada do substrato e na determinação das massas secas, os materiais foram acondicionados em sacos de papel e secos com auxílio de micro-ondas até obtenção de massa constante com auxílio de uma balança de precisão.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com sete repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância ANOVA, para avaliar o efeito dos tratamentos, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o *software* "ASSISTAT" (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Tabela 1. Massas secas da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST) de mudas de alface utilizando substrato comercial e outros resultantes da combinação de vermicompostos e dois agentes condicionantes serragem e casca de arroz produzidos sobre diferentes vermicompostos e dois agentes condicionantes

Substrato	Cultivares					
	Americana		Crespa		Americana	
	MSPA	Crespa	MSR	Crespa	MST	Crespa
	-----g-----					
Comercial	0,10 aA	0,02 aB	0,01 bB	0,07 aA	0,11 aA	0,09 aA
Serragem	0,01 bA	0,01 aA	0,09 aA	0,05 aB	0,11 aA	0,07 aA
Casca de arroz	0,02 bA	0,01 aA	0,05 aA	0,04 aA	0,07 aA	0,06 aA
Média	0,04	0,01	0,05	0,05	0,10	0,07
CV (%)	12,86		22,92		18,41	

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme Taiz e Zieger (2006), a melhor forma para avaliar o crescimento de uma planta é pela massa seca, pois é um parâmetro muito sensível às oscilações hídricas, uma vez que a maior parte dos vegetais é formada por água. Porém, Silva et al. (2010), em seu estudo sobre resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos, levou em consideração, além dos dados referentes à massa seca da parte aérea, os de massa fresca da parte aérea, por ser o parâmetro que melhor define a produção vegetal da alface, que é comercializada *in natura*, eles concluíram que estes dois parâmetros foram alterados de maneira distinta pela aplicação

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alface

A análise estatística revelou interação entre os fatores cultivar e substratos para os parâmetros: massa seca da parte aérea e raízes. Foi observado diferença significativa ($p < 0,05$) em relação a massa seca da parte aérea para a cv. Americana quando utilizou o substrato comercial, em relação aos demais tratamentos, entretanto a cv. Crespa não apresentou diferença significativa entre os tratamentos avaliados, para essa variável. A cv. Americana apresentou-se superior ($p < 0,05$) em relação à massa seca da parte aérea utilizando substrato comercial, quando comparada a cv. Crespa.

Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre as cultivares, quando utilizados como substratos o agente condicionante serragem ou casca de arroz, em relação a massa seca da parte aérea (Tabela 1). Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados em relação a massa seca das raízes da cv. Crespa, porém para a cv. Americana, os tratamentos utilizando vermicomposto com agente condicionante serragem ou casca de arroz, foram superiores ($p < 0,05$) ao substrato comercial.

A cv. Crespa apresentou-se superior ($p < 0,05$) a cv. Americana em relação a massa seca das raízes quando utilizado substrato comercial, porém quando o vermicomposto com a serragem como agente condicionante foi utilizado, a cv. Americana foi superior ($p < 0,05$). Não foi observado diferença significativa entre a massa seca das raízes de alface em relação as cultivares avaliadas. Não foi observada diferença significativa para a massa seca total de alface entre as cultivares e os substratos produzidos sobre diferentes vermicompostos e os dois agentes condicionantes (Tabela 1).

de doses crescentes dos diferentes compostos orgânicos avaliados.

Quando comparamos a matéria seca de raízes, observa-se que para a cv. Crespa não houve diferença significativa do vermicomposto de serragem e de casca de arroz quando comparados ao substrato comercial. Quando comparamos a cultivar americana, o vermicomposto, tanto de serragem quanto o de casca de arroz, foram superiores ao comercial. De acordo com Luz et al. (2004), o peso da massa seca das raízes permite inferir qual substrato fornece maior quantidade de nutrientes, o que pode estar relacionado à disponibilidade desses e condições

gerais do meio, entre atributos químicos, físicos e biológicos que favoreçam a sua absorção.

Pela massa da matéria seca é possível saber qual substrato forneceu maior quantidade de nutrientes para as mudas (DINIZ et al., 2006), como não foi observado diferença significativa entre o substrato comercial e os outros resultantes da combinação de vermicompostos e dois agentes condicionantes (serragem e casca de arroz) para matéria seca total das duas cultivares de alface avaliadas, pode-se afirmar que os substratos produzidos através de vermicompostos, se apresentam como excelentes substitutos do substratos comercial.

Substratos com elevado teor de matéria orgânica asseguram um elevado número de espaços porosos, além de uma baixa densidade aparente (STEFFEN et al., 2010). A porosidade é um fator muito importante para o pleno desenvolvimento das plantas, capaz de proporcionar aeração e drenagem adequadas, tornando o substrato estruturado e com maior capacidade de retenção de água (DINIZ et al., 2006). Segundo Silva et al. (2011), o nível de hidratação adequado é

fundamental para que se tenha uma boa germinação, pois nessa condição os processos metabólicos são ativados, o que resulta no desenvolvimento satisfatório do eixo embrionário. Sendo assim, substratos que possuem boa retenção de água podem favorecer a germinação e, conseqüentemente, o estabelecimento da plântula.

Os dados obtidos para os parâmetros massa seca de raízes e massa seca total, para ambas cultivares, foram diferentes aos de Menezes Júnior et al. (2000), que afirmaram que os substratos formulados com vermicomposto proporcionam melhor desenvolvimento vegetativo das plântulas quando comparados a substratos comerciais, o que se deve a melhores combinações entre suas propriedades físicas e químicas.

Não foi observado diferença significativa entre os tratamentos avaliados em relação à altura da planta e diâmetro do colmo para as cultivares avaliadas (Crespa e Americana) utilizando substratos produzidos sob diferentes vermicompostos e dois agentes condicionantes (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de plântula e diâmetro de colo de mudas de alface utilizando substratos comercial e outros resultantes da combinação de vermicompostos e dois agentes condicionantes serragem e casca de arroz produzidos sobre diferentes vermicompostos e dois agentes condicionantes

Substrato	Cultivares			
	Americana	Crespa	Americana	Crespa
	Altura de plântula (cm)		Diâmetro de colo (mm)	
Comercial	3,26 a	3,56 a	0,70 a	0,80 a
Serragem	3,16 a	3,16 a	0,90 a	0,96 a
Casca de arroz	2,93 a	3,30 a	0,80 a	0,76 a
Média	3,12	3,34	0,80	0,84
CV (%)	12,81		19,22	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com base na Tabela 2, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos em relação à altura da planta e diâmetro do colmo para as cultivares avaliadas (Crespa e Americana), o que evidencia que o vermicomposto teve comportamento semelhante ao substrato comercial, mas com a vantagem de ter o custo menor na sua confecção. Substratos comerciais, em sua maioria, possuem características físicas e químicas favoráveis para o desenvolvimento inicial de plantas, contudo, pode-se tornar oneroso, principalmente quando se trata de pequenos produtores (SILVA et al., 2019).

Menezes Júnior et al. (2000) consideraram que pode ser vantajoso para o agricultor a formulação própria de substratos. Esses autores obtiveram melhores mudas de alface com a formulação própria, destacando-se o substrato obtido com 50% de turfa e 50% de vermicomposto. A adição de casca de arroz natural ao esterco bovino, é tão mais eficiente na multiplicação de minhocas quanto na composição de vermicompostos visando a produção de mudas de alface e tomate, oferecendo resultados equivalentes ou superiores ao substrato comercial (STEFFEN et al., 2010).

Fica evidente que a utilização do vermicomposto na produção de substratos permite a obtenção de mudas de alface de qualidade, demonstrando que o uso deste insumo, pode ser considerado uma prática promissora na produção dessa hortaliça em sistemas orgânicos (TEODORO et al., 2016). Entretanto, Smiderle et al. (2001) constataram que o substrato

comercial proporcionou maior rapidez de emergência e maior altura de plântulas, para as hortaliças alface, pepino e pimentão, podendo ser considerado como substrato apropriado para produção de mudas, com características desejáveis.

Diferente dos resultados encontrados neste trabalho, Freitas et al. (2013), estudando a produção de mudas de alface em diferentes compostos alternativos verificaram que o crescimento do diâmetro de colo foi superior em relação ao substrato comercial. De acordo com o mesmo estudo, o diâmetro do colo é um indicador da qualidade da muda para sobrevivência após o transplante. O diâmetro do colo é uma característica desejável das mudas, sendo um indicador de padrão de qualidade, pois confere maior sustentação (MARQUES et al., 2018) e estabelecimento das mudas ao serem transplantadas.

Rúcula

Foi observado diferença significativa entre os substratos para as cultivares avaliadas em relação a matéria seca total, sendo que o substrato comercial apresentou-se superior ($p < 0,05$) em comparação ao substrato com casca de arroz como agente condicionante da vermicompostagem, porém, não diferiu do composto utilizando serragem como agente condicionante. Não foi observada diferença significativa entre os substratos avaliados para as variáveis, matérias secas da parte aérea e das raízes, altura de plântulas e diâmetro de colo (Tabela 3).

Tabela 3. Massas secas da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST), altura de plântulas e diâmetro de colo de mudas de rúcula utilizando substrato comercial e outros resultantes da combinação de vermicompostos e dois agentes condicionantes serragem e casca de arroz produzidos sobre diferentes vermicompostos e dois agentes condicionantes

Substrato	MSPA	MSR	MST	Altura de plântulas	Diâmetro do colo
	-----g-----			(cm)	mm
Comercial	0,28 a	0,01 a	0,31 a	6,53 a	1,03 a
Serragem	0,22 a	0,01 a	0,25 ab	6,48 a	1,05 a
Casca de arroz	0,17 a	0,01 a	0,14 b	6,53 a	1,08 a
Média	0,22	0,01	0,23	6,51	1,05
CV (%)	10,59	14,28	16,52	13,30	16,56

Médias seguidas de letra distintas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Rodrigues et al. (2010) destacaram sobre a importância na avaliação da qualidade da muda na cadeia produtiva de hortaliças, cuja a formação é uma das fases mais importantes para o ciclo da cultura, influenciando diretamente no desempenho final da planta, tanto do ponto de vista nutricional como produtivo, no qual a muda transplantada com qualidade comprometida, demora mais tempo para restabelecer-se.

Considerando os custos envolvidos na aquisição do substrato comercial e da confecção dos compostos orgânicos, nota-se vantagem clara para uso desses últimos, principalmente para os pequenos horticultores, além de permitir a ciclagem dos materiais normalmente queimados pelos produtores, o que resulta numa considerável redução no custo ambiental e na maior sustentabilidade do sistema (BARROS JÚNIOR, 2008).

Ramos et al. (2002) afirmam que a serragem, por ser constituída de uma maior quantidade de macroporos, ocasiona uma menor retenção de água e nutrientes. O vermicomposto por satisfazer os requisitos exigidos, tais como: aeração, porosidade e capacidade de retenção de água surge como uma alternativa a utilização de recursos naturais não renováveis a curto prazo, sendo fonte de material orgânico originado de subprodutos da agricultura e pecuária (BICCA et al., 2011). Sabe-se que a utilização de resíduos orgânicos na composição de substratos para o cultivo de mudas contribui sensivelmente com a aeração, capacidade de retenção de água e formação de uma estrutura física adequada ao desenvolvimento das raízes (SANTOS et al., 2010). Esses resultados diferem dos resultados de Maia et al. (2006), que observaram superioridade dos substratos comerciais em hortaliças para massa seca da raiz em mudas de rúcula.

O efeito da matéria orgânica, via utilização de húmus de minhoca é positiva agronomicamente para o cultivo da rúcula

(SILVA et al., 2010). Por outro lado, Ensinas et al. (2009) observaram diferença entre substratos orgânico (torta de mamona) e substrato comercial, que atingiu um teor de massa seca superior da parte aérea das mudas de rúcula.

Ferraz et al. (2005), afirmam que é reconhecida a dificuldade de se obter um substrato que ofereça parâmetros físicos ideais para toda e qualquer espécie de planta, recomendando, portanto, selecionar as características mais importantes do substrato, de acordo com os requisitos da espécie vegetal cultivada.

A casca de arroz apresenta características favoráveis ao desenvolvimento das plantas, sendo considerada um condicionador de substrato. Proporciona boa oxigenação para as raízes, drenagem rápida e eficiente, elevado espaço de aeração ao substrato, relativa estabilidade de estrutura, baixa densidade e pH próximo à neutralidade (MELLO, 2006). Steffen et al. (2010), utilizaram casca de arroz e esterco bovino para a produção de mudas de alface e tomate, verificaram que as mudas cultivadas com maiores concentrações de casca de arroz carbonizada e esterco bovino tiveram o maior desenvolvimento na altura e o número de folhas. Segundo os mesmos autores, o teor de matéria orgânica assegura um elevado número de espaços poroso, proporcionando aeração e drenagem adequadas.

Entre as cultivares de rúcula avaliadas, cvs. Cultivada e Folha Larga, não foi observado diferença significativa entre os tratamentos utilizados para as variáveis: massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, massa seca total, altura, diâmetro do colo quando utilizando substratos a base de vermicompostagem na produção de mudas de rúculas em comparação ao substrato comercial (Tabela 4).

Tabela 4. Massa seca da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST), altura de plântulas e diâmetro de colo de mudas de rúcula utilizando substrato comercial e outros resultantes da combinação de vermicompostos e dois agentes condicionantes serragem e casca de arroz produzidos sobre diferentes vermicompostos e dois agentes condicionantes

Cultivar	MSPA	MSR	MST	ALTURA	DIÂMETRO DO COLO
	-----g-----			cm	mm
Cultivada	0,23 a	0,93 a	0,23 a	6,53 a	1,03 a
Folha Larga	0,21 a	0,77 a	0,22 a	6,53 a	1,08 a
Média	0,22	0,85	0,22	6,53	1,05
CV (%)	9,59	14,28	16,52	21,30	16,56

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O crescimento das raízes, do ponto de vista de atributos físicos do solo (ou substrato), está relacionado à: aeração, baixa resistência à penetração das mesmas e a estrutura favorável, de modo a manter níveis adequados de umidade às plântulas,

resultando em mudas vigorosas conforme observado por Silva Júnior e Giorgi (1992).

Avaliando substrato comercial em comparação a substratos orgânicos e/ou pó de rocha de granito, Sampaio et al. (2008) obtiveram maiores valores de diâmetro do colo, altura da planta, massa fresca e secas da parte aérea e das raízes nas plantas de tomateiro. Os autores atribuíram este fato à menor densidade e maiores teores de nitrogênio e fósforo do substrato comercial.

O húmus encontrado nos substratos, além de ser um composto rico em microrganismos, o que favorece a assimilação de nutrientes pelas raízes das plantas, apresenta a vantagem de possuir pH neutro, devido às minhocas utilizadas na minhocultura (*E. andrei* e *E. fetida*) apresentarem glândulas calcíferas, as quais elevam o pH do húmus, alterando conseqüentemente, a disponibilidade dos nutrientes sensíveis ao pH (CABRERA et al., 2007).

O balanço nutricional é de crucial importância para o crescimento inicial das mudas. Após o consumo das reservas oriundas da semente, a plântula necessita de um aporte nutricional para assegurar o seu bom desempenho, além disso, o substrato deve acondicionar água de forma adequada, visto que a falta de água pode afetar os processos fisiológicos, bioquímicos e de expansão foliar (SILVA et al., 2019).

O húmus de minhoca é um composto rico em minerais que podem estar prontamente disponível para ser assimilados pelas plantas, visto que já passou por um processo de mineralização pelas minhocas (SILVA et al., 2019). Segundo Medeiros et al. (2001), estudando os efeitos de substratos alternativos comparando ao comercial na produção de mudas de alface, verificou maior eficiência da mistura entre húmus de minhoca + casca de arroz carbonizada em relação aos demais compostos utilizados, o que não foi constatado neste trabalho, porém vale ressaltar que a casca utilizada neste experimento não sofreu nenhum processo (natural).

Mediante comparação da massa seca das radículas nos dois experimentos é observado igualdade entre os substratos avaliados, isso pode ser explicado pela presença das substâncias húmicas presentes nos compostos contendo vermicomposto. Cardoso Rodda et al. (2006) observaram resultados semelhantes quando avaliaram a produção de mudas de alface com humato de vermicomposto, indicando que o estímulo verificado na área e no comprimento radicular poderiam ser atribuídos à ação dos humatos sobre o alongamento celular por turgescência vacuolar, fato corroborado por Rayle e Cleland (1992).

CONCLUSÃO

Substratos produzidos a partir de vermicompostos com serragem e casca de arroz natural como agentes condicionantes podem substituir o substrato comercial na produção de mudas de alface e rúcula.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J. M.; PASIAN, C.; LAL, R.; LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ, M. Vermicompost and biochar substrates can reduce nutrients leachates on containerized ornamental plant

production. *Horticultura Brasileira*, v.37, n.1, 2019. [10.1590/s0102-053620190107](https://doi.org/10.1590/s0102-053620190107)

ARAÚJO, A. C.; ARAÚJO, A. C.; DANTAS, M. K. L.; PEREIRA, W. E.; ALOUFA, M. A. I. Utilização de substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro Formosa. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.8, n.1, p.210-216, 2013.

BALDOTTO, L. E. B.; SILVA, L. G. JR. S.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BALDOTTO, M. A. Initial growth of maize in response to application of rock phosphate, vermicompost and endophytic bacteria. *Revista Ceres*, v.59, n.2, p. 262-70, 2012. [10.1590/S0034-737X2012000200016](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000200016)

BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T.; BARROS, N. M. S. Utilização de compostos orgânicos no crescimento de mudas de pimentão. *Revista Caatinga*, v.21, n.2, p.126-130, 2008.

BICCA, A. M. O.; PIMENTEL, E.; SUÑE, L.; MORSELLI, T. B. G.; BERBIGIER, P. Substrato na produção de mudas de couve híbrida. *Revista da FZVA*, v.18, n.1, p.136-142, 2011.

CABRERA, R. A. D.; AZEVEDO FILHO, A. J. B. V.; TSAI, S. M. Perspectiva no manejo alternativo dos citros: Do viveiro ao campo. Pp. 525-532. In: G. G. Brown and C. Fragoso (Eds.). *Minhocas na América Latina: biodiversidade e ecologia*. Embrapa Soja, Londrina, 2007.

CERQUEIRA, F. B.; FREITAS, G. A.; MACIEL, C. J.; CARNEIRO, J. S. S.; LEITE, R. C. Produção de mudas de tomate cv. Santa Cruz em diferentes substratos. *Journal of Bioenergy and Food Science*, v.2, n.1, p.39-45, 2015.

CORREA, B. A.; PARREIRA, M. C.; MARTINS, J. S.; RIBEIRO, R. C.; SILVA, E. M. Reaproveitamento de resíduos orgânicos regionais agroindustriais da Amazônia Tocantina como substratos alternativos na produção de mudas de alface. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.9, n.1, p.97-104, 2019.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; MOURA, R.; GIODA, M.; MACIEL, P. H.; PEREIRA, D. C. Avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de alface, beterraba e brócolis. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, n.2, p.1694-1697, 2007.

DINIZ, K. A.; GUIMARÃES, S. T. M. R. LUZ, J. M. Q. Húmus como substrato para a produção de mudas de tomate, pimentão e alface. *Bioscience Journal*. v.22, n.3, p.63-70, 2006.

ENSINAS, S. C.; BISCARO, G. A.; BORELLI, A. B.; MÔNACO, K. A.; MARQUES, R. J. R.; ROSA, Y. B. C. J. Níveis de fertirrigação nas características morfofisiológicas de mudas de rúcula. *Agrarian*, v.2, n.3, p.7-17, 2009.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G. A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-

- FILHO, R.; OLIVEIRA M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, n.9, p.1301-1310, 2002.
- FERRAZ, P. A.; MENDES, R.; ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F. Produção de mudas orgânicas de beralha em diferentes substratos. Enciclopédia Biosfera, v.10, n.18, p.2441-2449, 2014.
- FERRAZ, M. V.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. Acta Scientia Agronômica, v.27, n.2, p.209-214, 2005. [10.4025/actasciagron.v27i2.1483](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v27i2.1483)
- FERREIRA, E. F.; COSTA, C. C.; LEITE, D. T.; SILVA, A. S.; SILVA M. F. Produção de mudas de melão em diferentes tipos de substratos. Horticultura Brasileira, v.29, n.2, p.3722-3727, 2011. [10.1590/S0034-737X2013000200015](https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200015)
- FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; BARROS, H. B.; MELO, A. V.; ABRAHÃO, W. A. P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. Revista Ciência Agronômica, v.44, n.1, p.159-166, 2013.
- HUBER, A. C. K.; KOHN, R. A. G.; MORSELLI, T. B. Utilização de resíduos de vinícolas para vermicompostagem e produção de mudas de alface. Revista Científica Rural, v.18, n.1, p.108-117, 2016.
- LUZ, J. M. Q.; BRANDÃO, F. D.; MARTINS, S. T.; MELLO B. Produtividade de cultivares de alface em função de mudas produzidas em diferentes substratos comerciais. Bioscience Journal, v.20, n.1, p.61-65, 2004.
- MAIA, A.F.C.A.; MEDEIROS, D. C.; LIBERALINO FILHO, J. Adubação orgânica em diferentes substratos na produção de mudas rúcula. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.2, n.2, p.87-93, 2006.
- MARANHO, A. S.; PAIVA, A. V. Emergência de plântulas de Supiarana (*Alchornea discolor* poepp.) em substrato composto por diferentes porcentagens de resíduo orgânico de açai. REVSBAU, v.6, n.1, p.85-98, 2011. [10.5380/revsbau.v6i1.66391](https://doi.org/10.5380/revsbau.v6i1.66391)
- MARIANI, A.; MOTTA, I. S.; PADOVAN, M. P.; CARNEIRO, L. F.; COSTA, K. F.; SANTOS, M. C. S. Substratos Alternativos com Húmus de Minhoca na Produção de Mudas de Chicória. Cadernos de Agroecologia, v.9, n.4, p.1-9, 2014.
- MARQUES, A. R. F.; DELOSS, A. M.; OLIVEIRA, V. S.; BOLIGON, A. A.; VESTENA, S. Produção e qualidade de mudas de *Eugenia uniflora* L. em diferentes substratos. Ambiência, v.14, n.1, p.44-56, 2018.
- MELLO, R. P. Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- 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, n.3, p.164-170, 2000. [10.1590/S0102-05362000000300004](https://doi.org/10.1590/S0102-05362000000300004).
- MORSELLI, T. B. G. A. Minhocultura Pelotas: Editora e Gráfica Universitária PRECUPPel; 2009.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. 2ªed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.
- OLIVEIRA, E. A. G.; RIBEIRO, R. L. D.; GUERRA, J. G. M.; LEAL, M. A. A.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. Substratos produzidos a partir de fontes renováveis para produção orgânica de mudas de hortaliças. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2011, 4p (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 134).
- RAMOS, J. D.; CHLFUN, N. N. J.; PASQUAL, M. Produção de mudas de plantas frutíferas por semente. Informe Agropecuário, v.23, n.216, p.64-72, 2002.
- RODRIGUES, E. T.; LEAL, P. A. M.; COSTA, E.; PAULA, T. S.; GOMES, V. A. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. Horticultura Brasileira, v.28, n.4, p.483-488, 2010. [10.1590/S0102-05362010000400018](https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000400018)
- SAMPAIO, R. A.; RAMOS, S. J.; GUILHERME, D. O.; COSTA, C. A.; FERNANDES, L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. Horticultura Brasileira, v.26, n.4, p.499-503, 2008. [10.1590/S0102-05362008000400015](https://doi.org/10.1590/S0102-05362008000400015)
- SANTOS, A. C. M.; CARNEIRO, F. S. S.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Produção de mudas de tomateiro cv. Drica sob substratos alternativos. Agropecuária Científica no Semiárido, v.11, n.4, p.1-12, 2015. [10.30969/acsa.v11i4.625](https://doi.org/10.30969/acsa.v11i4.625)
- 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, v.26, n.4, p.572-578, 2010.
- SILVA, L. P.; OLIVEIRA, A. C.; ALVES, N. F.; SILVA, V. L.; SILVA, T. I. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. Colloquium Agrariae, v.15, n.3, p.104-115, 2019.
- SILVA, J. D. C.; LEAL, T. T. B.; ARAÚJO, R. M.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; MELO, W. J. Emergência e crescimento inicial de plântulas de pimenta ornamental e celosia em substrato à base de composto de lodo de curtume. Ciência

- Rural, v.41, n.3, p.412-417, 2011. [10.1590/S0103-84782011000300008](https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000300008).
- SILVA, F. A. M.; VILLAS BÔAS, R. L.; SILVA, R. B. Resposta da alface à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. Acta Scientiarum. Agronomy, v.32, n.1, p.131-137, 2010. [10.4025/actasciagron.v32i1.1340](https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i1.1340)
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, ed.7, 2009, Reno. Proceedings... Michigan: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA JÚNIOR, A. A.; GIORGI, E. Substratos alternativos para a produção de mudas de tomate. Florianópolis: EPAGRI, 1992. 23p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 59).
- SINGH, J.; KAUR, A.; VIG, A. P.; RUP, P. J. Role of *Eisenia fetida* in rapid recycling of nutrients from bio sludge of beverage industry. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 73, n. 3, p. 430-435, 2010. [10.1016/j.ecoenv.2009.08.019](https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.08.019)
- SMIDERLE, O. J.; SALIBE, A. B.; HAYASHI, A. H.; MINAMI, K. Produção de mudas de alface, pepino e pimentão em substratos combinando areia, solo e plantmax®. Horticultura Brasileira, v.19, n.3, p.253-257, 2001. [10.1590/S0102-05362001000300022](https://doi.org/10.1590/S0102-05362001000300022)
- SOARES, J. P.; SOUZA, J. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de amostras comerciais de vermicomposto de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na adsorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). Química Nova, v.27, n.1, p.5-9, 2004. [10.1590/S0100-40422004000100002](https://doi.org/10.1590/S0100-40422004000100002)
- STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. Acta Zoológica Mexicana, v. 26, p. 333-343, 2010. (Número especial, 2). [10.21829/azm.2010.262898](https://doi.org/10.21829/azm.2010.262898)
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 719p.
- TEJADA, M.; BENÍTEZ, C. Application of vermicompost and composto on tomato growth in Greenhouses. Compost Science and Utilization, v.23, n.2, p.94-103, 2015. [10.1080/1065657X.2014.975867](https://doi.org/10.1080/1065657X.2014.975867)
- TEODORO, M. S.; SEIXAS, F. J. S.; LACERDA, M. N.; ARAÚJO, L. M. S. Produção de alface (*Lactuca sativa* L.) sob diferentes doses de vermicomposto. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.11, n.1, p.18-22, 2016. [10.18378/rvads.v11i1.3906](https://doi.org/10.18378/rvads.v11i1.3906)
- ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; BUSATO, J.; PERES, L.; FAÇANHA, A. R. Plant physiology as affected by humified organic matter. Theoretical and Experimental Plant Physiology, v.25, n.1, p.12-25, 2013. [10.1590/S2197-00252013000100003](https://doi.org/10.1590/S2197-00252013000100003)
- ZANDONADI, D. B.; BUSATO, J. G. Vermicompost humic substances: technology for converting pollution into plant growth regulators. International Journal of Environmental Science and Engineering Research, vol.3, n.2, p.73-84, 2012.
- ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation. Planta, vol.225, n.6, p.1583-1595, 2007. [10.1007/s00425-006-0454-2](https://doi.org/10.1007/s00425-006-0454-2)