



# Produção de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’ em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem

Production of ‘Cravo’ lemon rootstocks as a function of alternative substrates and vermicompost slurry concentrations

T. F. Silva<sup>1</sup>; S. F. Pontes<sup>2\*</sup>; R. M. Costa<sup>2</sup>; J. F. dos Santos<sup>2</sup>; R. R. S. da Silva-Matos<sup>2</sup>; L. F. Moraes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências de Chapadina, Universidade Federal do Maranhão, 65500-000, Chapadina - MA, Brasil

<sup>2</sup>Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, 64900-000, Bom Jesus - PI, Brasil

<sup>3</sup>Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, 65500-000, Chapadina - MA, Brasil

\*sfpontes@ufpi.edu.br

(Recebido em 16 de janeiro de 2023; aceito em 11 de julho de 2023)

Os substratos alternativos e adubação orgânica podem ser utilizados para a produção de mudas de diversas culturas, inclusive de espécies frutíferas. No entanto, seu uso combinado para a produção de porta-enxertos de limão ‘Cravo’ não foi testado até o momento. Portanto, o presente estudo avaliou diferentes substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem aplicados via substrato na produção de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’. Os tratamentos incluíram três substratos alternativos, palha de arroz carbonizada (PAC), bagana de carnaúba (BC) e sua combinação (PAC+BC), e três concentrações de chorume de vermicompostagem: 0, 100 e 200 mL L<sup>-1</sup>. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi avaliado até 25 dias após a semeadura (DAS) e, aos 95 DAS, foram avaliadas as seguintes variáveis morfológicas: altura da planta, diâmetro do caule, comprimento da raiz, área radicular, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca da raiz. Os substratos alternativos e as concentrações de chorume de vermicompostagem afetaram significativamente ( $p < 0,05$ ) o IVE e todas as variáveis morfológicas avaliadas. Dentre os substratos testados, a BC apresentou os melhores resultados. A BC como substrato alternativo, combinada com 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume de vermicompostagem, afetou positivamente o comprimento da raiz, a área radicular, área foliar e a massa seca da parte aérea. Portanto, a BC associada a aplicação de chorume de vermicompostagem, maximiza a qualidade de porta-enxertos de limoeiro ‘Cravo’. Palavras-chave: fruticultura, *Copernicia prunifera*, citros.

Alternative substrates and organic fertilization can be used to produce seedlings of different crops, including fruit species. However, their combined use for ‘Cravo’ lemon rootstock production has not been tested to date. Therefore, the present study evaluated different alternative substrates and vermicompost slurry concentrations applied via substrate in the production of ‘Cravo’ lemon tree rootstocks. The treatments included three alternative substrates, carbonized rice straw (CRS), carnauba bagana (CB) and their combination (TC+CB), and three vermicompost slurry concentrations: 0, 100 and 200 mL L<sup>-1</sup>. The emergence speed index (ESI) was evaluated up to 25 days after sowing (DAS) and, at 95 DAS, the following morphological variables were evaluated: plant height, stem diameter, root length, root area, leaf area, shoot dry mass and root dry mass. Alternative substrates and vermicompost slurry concentrations significantly affected ( $p < 0,05$ ) the ESI and all morphological variables evaluated. Among the tested substrates, BC presented the best results. BC as an alternative substrate, combined with 100 and 200 mL L<sup>-1</sup> of vermicompost manure, positively affected root length, root area, leaf area and shoot dry mass. Therefore, BC associated with the application of vermicompost slurry maximizes the quality of ‘Cravo’ lemon tree rootstocks.

Keywords: fruit growing, *Copernicia prunifera*, citrus.

## 1. INTRODUÇÃO

A citricultura vem ganhando cada vez mais destaque dentro da fruticultura [1]. Os citros contribuem no crescimento socioeconômico, gerando empregos de forma direta e indireta [2]. O Brasil é reconhecido mundialmente por possuir uma alta produção de citros, no entanto, essa

produção é dependente das práticas de manejo adotadas [3], em especial da qualidade do porta-enxerto.

Dentre as variedades utilizadas como porta-enxerto, o limoeiro 'Cravo' é uma das mais exploradas na citricultura do Brasil, por possuir maior vigor e tolerância à seca [4]. A produção de mudas é uma etapa muito importante para o sucesso do sistema de produção das frutíferas, influenciando diretamente no desempenho final das culturas. Para obtenção de mudas de qualidade, a escolha do substrato ideal é um dos fatores mais importante [5]. O substrato serve como ambiência e suporte físico para o desenvolvimento da estrutura radicular. Além disso, deve ser uniforme, possuir baixa densidade e alta capacidade de troca catiônica, reter água, ter boa drenagem e condições nutricionais satisfatórias [6-8].

Os resíduos de origem vegetal são considerados uma boa opção na formulação dos substratos por influenciar de forma positiva nas características físico-químicas e na ativação dos processos microbianos [6]. Dentre estes resíduos, a bagana da carnaúba (*Copernicia prunifera*) e a casca de arroz (*Oryza sativa*) carbonizada, ambos possuem características desejáveis de qualidade e de baixo custo [9, 10]. Além disso, a utilização de resíduos orgânicos reduz o impacto ambiental que esses materiais poderiam causar ao serem descartados incorretamente.

Os fertilizantes orgânicos também são utilizados na produção de mudas para melhorar a sua nutrição. O chorume (composto orgânico líquido) ou "chá de minhoca" oriundo da vermicompostagem, pode ser utilizado como fertilizante orgânico, pois é rico em nutrientes e fitohormônios, além de atuar na proteção das plantas contra doenças [11].

O uso de substratos alternativos formulados a base de bagana de carnaúba [12-14] e casca de arroz carbonizada [15] são consideradas alternativas ambiental e economicamente sustentáveis, podendo ser empregado na produção de mudas de diferentes culturas. Adicionalmente, o uso de chorume também já foi relatado para a nutrição de plantas [16-18, 11] e na indução a resistência ao estresse [19]. No entanto, seu uso combinado para a produção de mudas de limoeiro 'Cravo' ainda não foi testado. Hipotetizamos que o uso substratos alternativos e a aplicação de chorume, combinados, maximizam as características de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo'. Nesse contexto, objetivou-se avaliar diferentes substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem aplicados via substrato na produção de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo'.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no período de setembro a dezembro de 2021 em casa de vegetação, com sombrite 75% de sombreamento, no Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, município de Chapadinha, Maranhão (03°44'28,7" S; 43°18'46" W e 107 m de altitude). O clima nesta região é classificado por Köppen como Aw, quente e úmido, apresentando precipitação média anual de 1613 mm e temperatura média anual de 27,9 °C [20].

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3. Os tratamentos foram constituídos por três concentrações de chorume de vermicompostagem (CDV): 0, 100 e 200 mL L<sup>-1</sup>; e três substratos alternativos: 100% de palha de arroz carbonizada (PAC), 100% de bagana de carnaúba (BC), 50% BC + 50% PAC (v/v). Cada tratamento com quatro repetições e quatro plantas por repetição.

Para a obtenção das concentrações de 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume, foram utilizados 100 e 200 mL de Chorume, respectivamente, e completado o volume com água destilada para um litro. Na dose 0 mL L<sup>-1</sup> de chorume (controle) foi utilizado apenas água destilada. Após a diluição, foram aplicadas doses de 50 mL por planta via substrato no dia do plantio, prosseguindo as aplicações em intervalos de sete dias, totalizando treze aplicações durante a condução do experimento.

O chorume foi coletado após o processo de vermicompostagem realizado por minhocas Californianas (*Eisenia foetida* Sav.). Esse processo foi realizado em composteira alternativa constituída por baldes empilhados com volume de 15 L. Os resíduos orgânicos composto por esterco de caprinos, resíduos orgânicos domésticos e folhas secas na proporção de 1:4:5 (v/v/v), respectivamente, juntamente com as minhocas, foram depositados no balde superior e o chorume foi coletado no balde inferior 60 dias após a incubação. Antes da implantação do experimento, foi

realizada a análise química do chorume de acordo com procedimentos descritos pela Embrapa (1997) [21], onde apresentou as seguintes características: pH = 7,3; P (mg kg<sup>-1</sup>) = 0,42; K (%) = 0,52; Ca (%) = 0,78; Mg (%) = 0,15; S (%) = 0,38; N (g kg<sup>-1</sup>) = 0,54; e M.O. (g kg<sup>-1</sup>) = 0,93.

Foi utilizada bagana de carnaúba semidecomposta obtida em áreas nativas da região (3°52'00,9''S e 43°19'46,7''W), triturada em forrageira e, posteriormente, homogeneizada em peneira de malha de 5 mm. A palha de arroz foi carbonizada em um carbonizador alternativo. Previamente a montagem do experimento, realizou-se a análise química (Tabela 1) e física (Tabela 2) dos substratos. O pH foi determinado conforme Mapa (2007) [22], enquanto os teores de matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) de acordo com a Embrapa (1997). Para K e P, foi utilizada a solução de extrato Mehlich 1, e KCl (1,0) para Ca e Mg. A caracterização física foi realizada conforme Embrapa (1997) [21].

Tabela 1: Valores de pH, matéria orgânica (MO), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) dos substratos a base de palha de arroz carbonizada (PAC) e bagana de carnaúba (BC).

Substrato	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	S
		g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>
100% PAC	7,9	113,7	7,0	3,0	15,9	7,4	18,2	0,76
100% BC	5,3	598,8	4,0	89,0	3,8	19,8	10,4	34,60

Tabela 2: Densidade global, densidade de partícula e porosidade dos substratos a base de palha de arroz carbonizada (PAC) e bagana de carnaúba (BC).

Substratos	Densidade (g cm <sup>-3</sup> )		Porosidade (%)
	Global	Partícula	
100% PAC	0,3	1,2	69,7
100% BC	0,3	0,9	70,2

Foram utilizados sacos de polietileno com capacidade de 0,92 dm<sup>3</sup>, preenchidos com substratos e, em seguida, foram semeadas duas sementes por recipiente. Aos 35 dias após o plantio, foi feito o desbaste, deixando apenas a plântula mais vigorosa. A rega foi realizada duas vezes ao dia com auxílio de um regador manual.

Foi avaliado índice de velocidade de emergência (IVE) até os 25 dias após a semeadura (DAS), e calculado de acordo com Maguire (1962) [23]. Aos 95 DAS, foram avaliadas os seguintes variáveis: altura da planta (AP, em cm), utilizando uma régua graduada; diâmetro do colo (DC, em mm), medido com auxílio de um paquímetro digital; área foliar (AF, em cm<sup>2</sup>) e área radicular (AR, em cm<sup>2</sup>), onde as folhas e raízes foram escaneadas em impressora e, posteriormente, tiveram sua área calculada através do programa ImageJ<sup>®</sup>; comprimento da raiz (CR, em cm), utilizando uma régua graduada; massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA), em g, obtidas após a condução em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C durante 72 horas; e índice de qualidade de Dickson (IQD), calculado de acordo com Dickson et al. (1960) [24]:

$$IQD = MST/[(AP(\text{cm})/DC(\text{mm}))+(MSPA(\text{g})/MSR(\text{g}))] \quad (1)$$

Onde: MST: massa seca total (g); AP: altura da planta (cm); DC: diâmetro do colo (mm); MSPA: massa seca da parte aérea (g); MSR: massa seca da raiz (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste “F” e os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, através do programa estatístico Sisvar versão 5.6 [25].

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores substrato e chorume para todas as variáveis avaliadas, consideradas isoladamente (Tabela 3). Foi observada interação entre substrato e chorume apenas para a área foliar, comprimento radicular, área radicular e massa seca da parte aérea.

Tabela 3: Significância de variáveis avaliadas de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem.

FV <sup>1</sup>	Significância								
	IVE	AP	DC	CR	AR	AF	MSPA	MSR	IQD
<b>Substrato (S)</b>	*	***	***	***	***	***	***	***	***
<b>Chorume (C)</b>	*	**	**	***	***	***	***	**	***
<b>SxC</b>	ns	ns	ns	**	***	**	**	ns	ns
<b>CV%</b>	12,29	13,79	10,91	6,54	16,54	9,95	18,71	25,88	22,17

<sup>1</sup> FV: fontes de variação; IVE: índice de velocidade de emergência; AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; CR: comprimento radicular; AR: área radicular; AF: área foliar; MSPA: massa seca da parte aérea; MSR: massa seca radicular; IQD: índice de qualidade de Dickson. \*\*\* Significativo a 0,1%; \*\* significativo a 1%; \* significativo a 5%; ns não significativo.

O Índice de velocidade de emergência diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) para o uso do substrato BC, apresentando uma média superior a 0,06, enquanto a aplicação de chorume nas concentrações de 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> apresentaram maior efeito sobre as mudas de limoeiro 'Cravo', com valores de aproximadamente 0,06 (Figura 1).

O maior índice de velocidade de emergência do substrato BC é possivelmente, devido a melhor relação entre a macro e microporosidade, o que favoreceu a retenção de água, logo, a emergência de plântulas. A casca de arroz carbonizada por sua vez, apresenta elevada macroporosidade, resultando em baixa capacidade de retenção de água [26]. Quanto ao chorume, seu efeito na germinação e velocidade de emergência já foi relatado anteriormente em outros estudos [27, 28]. De acordo com Lazcano et al. (2010) [28], o estímulo na germinação de sementes pode ocorrer devido a presença de substâncias bioativas hidrossolúveis, como ácidos húmicos, reguladores de crescimento de plantas ou microrganismos presentes na chorume de vermicompostagem. Nesse sentido, a maiores concentrações de chorume resultaram em maiores efeitos positivos sobre o Índice de velocidade de emergência.

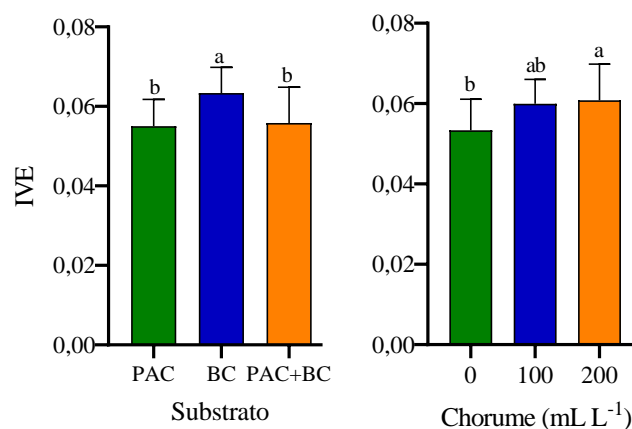


Figura 1: Índice de velocidade de emergência (IVE) de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A barra vertical representa o desvio padrão. Palha de arroz carbonizada (PAC); Bagana de carnaúba (BC).

O substrato BC foi superior aos demais substratos para a altura da planta, apresentando comprimento de 16 cm (Figura 2A). As concentrações de 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume resultaram em maiores valores de altura da planta. O substrato a base de BC e as concentrações de 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume também apresentaram melhores respostas para o diâmetro do caule (Figura 2B).

O efeito benéfico do chorume quanto à altura e diâmetro das mudas pode estar relacionado à presença de fitohormônios em sua composição. Já foi comprovada a ocorrência de citocininas em chá de vermicomposto [29]. As citocininas são uma classe de fitohormônios que participam da regulação do crescimento das plantas, atividades fisiológicas com reflexo na produtividade, além de desempenhar um papel fundamental em resposta a estresses abióticos, como à seca e aos extremos de temperatura [30], o que justifica o estímulo à aplicação de chorume para a produção de mudas.

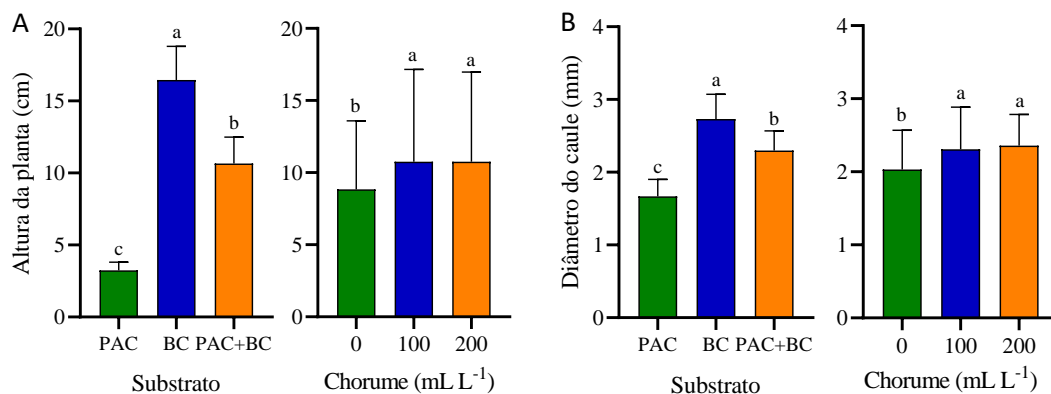


Figura 2: Altura da planta (A) e diâmetro do caule (B) de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A barra vertical representa o desvio padrão. Palha de arroz carbonizada (PAC); Bagana de carnaúba (BC).

Quanto ao comprimento radicular, na concentração 0 mL L<sup>-1</sup> de chorume, o substrato a base de BC apresentou maior valor em comparação aos substratos PAC e PAC+BC (Figura 3A). Na concentração de 100 mL L<sup>-1</sup> os substratos BC e PAC foram semelhantes entre si e superiores a PAC+BC. Na concentração de 200 mL L<sup>-1</sup>, o uso do substrato BC promoveu um maior comprimento radicular, seguido dos substratos PAC e PAC+BC. O substrato PAC apresentou maior comprimento radicular nas concentrações 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume. O substrato BC diferiu significativamente e apresentou maior média na concentração 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume.

Na concentração 0 mL L<sup>-1</sup> de chorume o substrato BC apresentou o maior valor de área radicular (Figura 3B). Na concentração 100 mL L<sup>-1</sup> os substratos BC e PAC+BC apresentaram melhores respostas para essa variável. Quanto à concentração 200 mL L<sup>-1</sup>, o substrato BC foi mais responsivo, apresentando área radicular de 126 e 836% superior aos substratos PAC+BC e PAC, respectivamente. O substrato BC apresentou maior área radicular com a dose 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume, enquanto o substrato PAC+BC apresentou maior área radicular na concentração de 100 mL L<sup>-1</sup> de chorume.

O efeito do substrato na área radicular é atribuído sobretudo às suas características químicas, uma vez que não foram observadas diferenças marcantes quanto às características físicas (Tabela 2). Os substratos com maiores concentrações de nutrientes, principalmente o fósforo (Tabela 1), contribuiu de forma significativa para o aumento da área radicular. O fósforo é um nutriente com função estrutural para o desenvolvimento vegetal, que participa da fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular, além do fornecimento de energia, afetando diretamente o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular [8].

O efeito positivo da aplicação de chorume no sistema radicular pode ser atribuído aos nutrientes e às substâncias húmicas contidos em sua composição. As substâncias húmicas podem apresentar ação semelhante aos relatados para fitohormônios vegetais, além dos efeitos protetivos

contra estresse oxidativo, o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular [16, 31]. Segundo Lopes et al. (2018) [32], a avaliação de variáveis relacionadas ao sistema radicular é importante, pois um bom desenvolvimento do sistema radicular proporciona uma melhor aclimação das mudas no campo após o transplante.

Para área foliar, os substratos foram responsivos na seguinte ordem: BC > PAC+BC > PAC, em todas as concentrações de chorume (Figura 3C). A aplicação de chorume com as concentrações de 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> estimularam um aumento da área foliar quando associadas aos substratos BC e PAC+BC.

O efeito positivo do substrato BC no aumento da área foliar pode ser atribuído, principalmente, ao pH do substrato. Valores elevados de pH podem afetar diretamente a disponibilidade de nutrientes, limitando o desenvolvimento da planta [33]. A área foliar possui relação com o acúmulo de matéria seca, o que pode afetar a taxa de sobrevivência das mudas em campo [14].

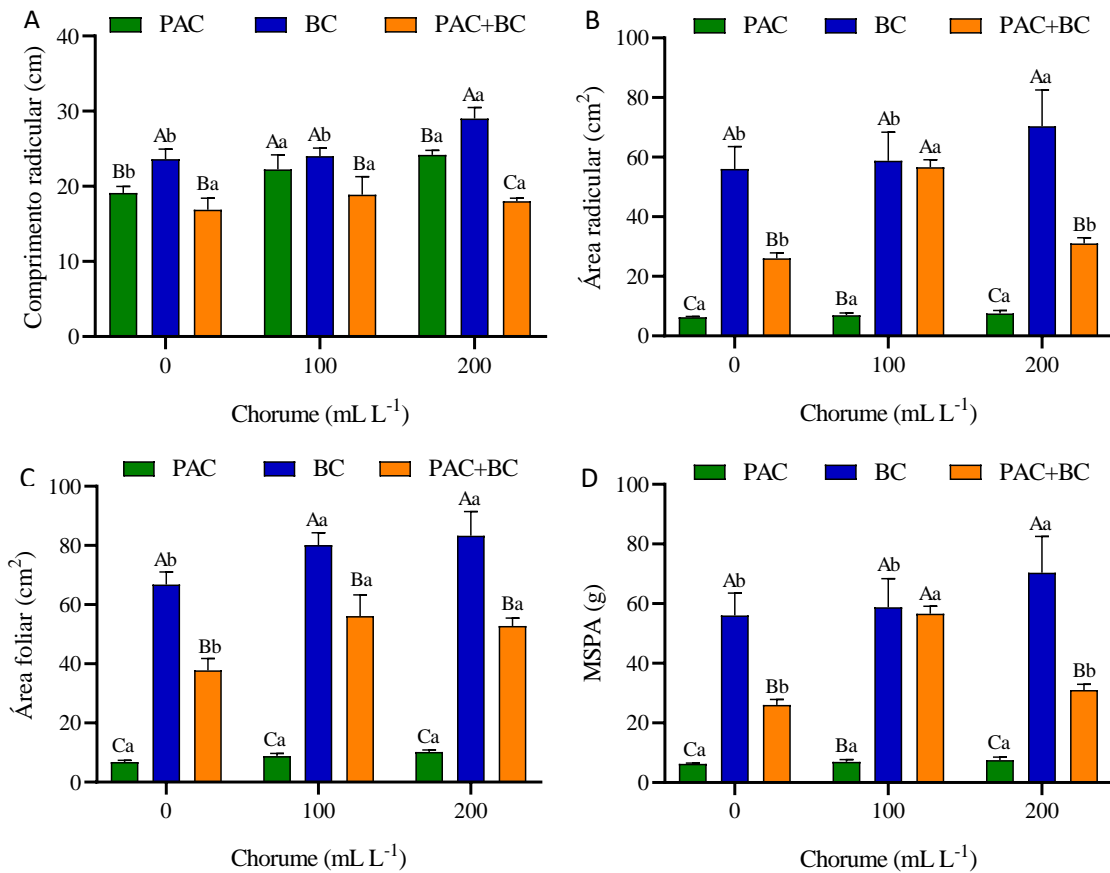


Figura 3: Comprimento radicular (A), área radicular (B) área foliar (C) e massa seca da parte aérea (D) de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem. Médias seguidas de letra igual não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas comparam os diferentes substratos dentro de uma mesma concentração de chorume, enquanto letras minúsculas comparam um mesmo substrato em diferentes concentrações de chorume. A barra vertical representa o desvio padrão. Bagana de carnaúba (BC) e palha de arroz carbonizada (PAC).

Acredita-se que a presença potencial de fitormônios no chorume, juntamente com os nutrientes presentes no substrato, possam ter contribuído para o aumento da área foliar observada nas mudas [29, 11]. Além disso, pode ter sido influenciado pelo incremento na absorção de nutrientes, levando em consideração que as substâncias húmicas presentes no chorume podem estimular a atividade das H<sup>+</sup>ATPase, o que favorece uma maior absorção de nutrientes contidos no substrato [16].

O substrato BC apresentou maior contribuição no acúmulo de MSPA, tanto na concentração de 0 mL L<sup>-1</sup>, quanto na de 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume (Figura 3D). Na concentração 100 mL L<sup>-1</sup>, os substratos BC e PAC+BC foram superiores a PAC. O substrato BC apresentou maior efeito nas concentrações 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume, enquanto para o substrato PAC+BC, essa resposta foi observada na concentração de 100 mL L<sup>-1</sup> de chorume.

Para a massa seca radicular, observou-se melhores respostas do substrato BC e das concentrações 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> de chorume (Figura 4A). O melhor resultado apresentado pela BC para a massa seca radicular em relação aos demais substratos é, possivelmente, atribuído ao valor de pH (5,3) (Tabela 1), que se encontra próximo do ideal, 5,5 a 6,5, assim, resultando em um maior acúmulo de massa seca. Em contraste, o pH do substrato PAC se encontra muito elevado, com valor de 7,9, o que pode ocasionar limitação na absorção de nutrientes necessários para a expansão celular. O pH está relacionado com a absorção de elementos químicos presentes no substrato e chorume. No chorume, vários nutrientes como nitrato, fósforo trocável, potássio, cálcio e magnésio estão presentes em formas prontamente disponíveis [34]. O chorume também é rico em substâncias que estimulam e regulam o crescimento das plantas [35] e, além disso, é potencializado quando fornecido em quantidade balanceada. Um pH baixo pode afetar o desenvolvimento das plantas, especialmente se a acidez se tornar muito elevada. Nessas condições, a absorção de nutrientes é reduzida e o risco de fitotoxicidade promovida pelo manganês e alumínio aumenta [36]. Por outro lado, um pH elevado pode resultar na deficiência de fósforo e de micronutrientes, como ferro, manganês, zinco e cobre [8].

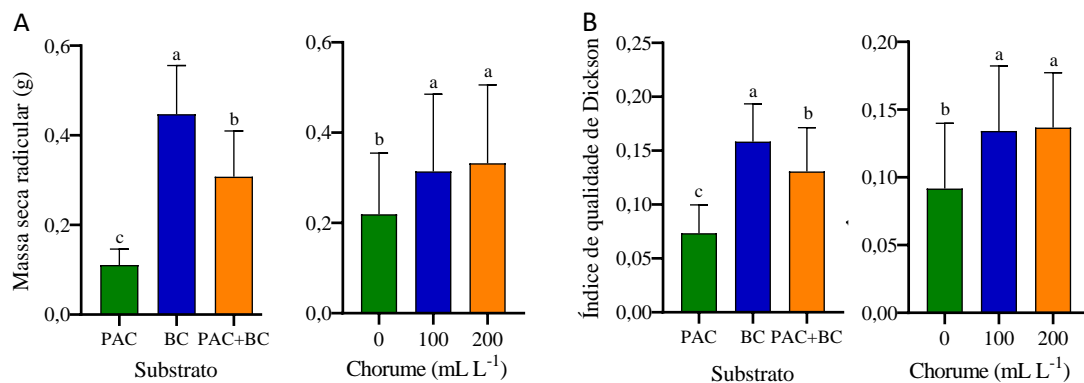


Figura 4: Massa seca radicular (A) e Índice de qualidade de Dickson (IQD) (B) de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo' em função de substratos alternativos e concentrações de chorume de vermicompostagem. Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). A barra vertical representa o desvio padrão. Palha de arroz carbonizada (PAC); Bagana de carnaúba (BC).

O IQD também foi influenciado, principalmente, pelo substrato BC, que diferiu estatisticamente dos demais substratos (Figura 4B). Em relação às concentrações de chorume, 100 e 200 mL L<sup>-1</sup> não diferiram entre si e foram superiores à testemunha. O substrato BC proporcionou um acréscimo de aproximadamente 116% para o IQD quando comparado ao substrato PAC. De maneira geral, observou-se que o substrato BC, associado ou não às maiores concentrações de chorume, obteve melhor resposta para a maioria das variáveis estudadas, o que afetou de forma significativa a qualidade das mudas, comprovada em nosso estudo pelos maiores valores de Índice de qualidade de Dickson.

#### 4. CONCLUSÃO

O uso substrato alternativo composto por 100% de bagana de carnaúba, associado a aplicação de chorume de vermicompostagem (100 ou 200 mL L<sup>-1</sup>), maximizam a qualidade de porta-enxertos de limoeiro 'Cravo'.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonçalves CA, Vieira EL, Ledo CAS. Crescimento inicial de porta-enxerto (limão cravo) submetido à embebição e pulverização foliar com stimulate®. AGRIES. 2019 out;5(1):e019001. doi: 10.36725/agries.v5i0.780
2. Lopes JMS, Déo TFG, Andrade BJM, Giroto M, Felipe ALS, Junior CEI, et al. Importância econômica do citros no Brasil. Rev Cient Eletr Agron. 2011;20:1-4.
3. Tofanelli MD, Santos RT, Kogeratski JF. Complexo hidrossolúvel na formação de mudas do porta-enxerto limoeiro 'Cravo'. Rev Ciênc Agrovet. 2018 jun;17(4):564-70. doi: 10.5965/223811711732018564
4. Crasquer J, Cerri Neto B, Souza GAR, Costa RJ, Arantes LO, Arantes SD, et al. Características físico-químicas de frutos de laranja em diferentes porta-enxertos. Int J Dev Res. 2020;10:39534-9. doi: 10.37118/ijdr.19640.08.2020
5. Pantoja Neto RA, Redig MSF. Uso de substratos orgânicos na produção de mudas de couve Manteiga hidropônica em Cametá, Pará. RBAS. 2017 dez;7(4):116-23. doi: 10.21206/bjsa.v7i4.443
6. Oliveira AMD, Costa E, Rego NH, Luqui LL, Kusano DM, Oliveira EP. Produção de mudas de melancia em diferentes ambientes e de frutos a campo. Rev Ceres. 2015 jan;62(1):87-92. doi: 10.1590/0034-737X201562010011
7. Santos ST, Oliveira FAO, Costa JPBM, Souza Neta ML, Alves RC, Costa LP. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. Rev Agro@mbiente On-line. 2016 dez;10(4):326-33. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3096
8. Antunes LFS, Vaz AFS, Martelleto LAP, Leal MAA, Alves RS, Ferreira TS, et al. Sustainable organic substrate production using millicompost in combination with different plant residues for the cultivation of *Passiflora edulis* seedlings. Environ Technol Innov. 2022 nov;28(1):e102612. doi: 10.1016/j.eti.2022.102612
9. Sousa LB, Nóbrega RSA, Lustosa Filho JF, Amorim SPN, Ferreira, LVM, Nóbrega JCA. Cultivo de *Sesbania virgata* (Cav. Pers) em diferentes substratos. Rev Cienc Agrar. 2015 out;58(3):240-7. doi: 10.4322/rca.1942
10. Brito LPDS, Beckmann-Cavalcante MZ, Amaral GC, Silva AA, Avelino RC. Reutilização de resíduos regionais como substratos na produção de mudas de cultivares de alface a partir de sementes com e sem peletização. Rev de la Fac Agron. 2017 jan;116(1):51-61.
11. Yattoo AM, Ali MN, Baba ZA, Hassan B. Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review. Agron Sustain Dev. 2021 jan;7(1):1-26. doi: 10.1007/s13593-020-00657-w
12. Mendonça AM, Natale W, Sousa GG, Silva Junior FB. Morphophysiology and nutrition of yellow passion fruit seedlings grown in substrates based on carnaúba palm bagana. Rev Bras Cienc Agrar. 2021 jul;16(3):e132. doi: 10.5039/agraria.v16i3a132
13. Andrade HAF, Machado NAF, Oliveira ARF, Silva TF, Santos LR, Garreto VC, et al. Effect of substrate of carnaúba residue with humic substances on seedling production of papaya cultivar 'Golden'. Commun. Soil Sci Plant Anal. 2022 jan;53(7):902-12. doi: 10.1080/00103624.2022.2034846
14. Silva JP, Silva-Matos RRS, Barbosa LMP, Costa RM, Matos SS, Araújo MBF. Carnauba bagana substrate and application of humic substances on the production of yellow passion fruit seedlings. Pesq Agropec Trop. 2022 ou;52(1):e73631.
15. Salé MM, Pereira AS, Lange Junior H, Neutzling C, Santos PM, Schiedeck G, et al. Carbonized rice husk as an alternative substrate for *Ocimum basilicum* L. seedling production. Acta Agron. 2021 mar;70(1):93-100. doi: 10.15446/acag.v70n1.87771
16. Façanha AR, Façanha ALO, Olivares FL, Guridi F, Santos GA, Velloso ACX, et al. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. Pesq Agropec bras. 2022 set;37(9):1301-10. doi: 10.1590/S0100-204X2002000900014
17. Gutiérrez-Miceli FA, García-Gómez RC, Rosales RR, Abud-Archila M, María Angela OL, Cruz MJG, et al. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. Bioresour Technol. 2008 set;99(14):6174-80. doi: 10.1016/j.biortech.2007.12.043
18. Gutiérrez-Miceli FA, García-Gómez RC, Oliva-Llaven MA, Montes-Molina JA, Dendooven L. Vermicomposting leachate as liquid fertilizer for the cultivation of sugarcane (*Saccharum* sp.). J Plant Nutr. 2017 dez;40(1):40-9. doi: 10.1080/01904167.2016.1193610
19. Benazzouk S, Dobrev PI, Djazouli ZE, Motyka V, Lutts S. Positive impact of vermicompost leachate on salt stress resistance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) at the seedling stage: a phytohormonal approach. Plant Soil. 2020 nov;446(5):145-62. doi: 10.1007/s11104-019-04361-x
20. Passos MLV, Zambrzycki GC, Pereira RS. Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. RBAI. 2016 ago;10(4):758-66. doi: 10.7127/rbai.v10n400402



21. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa; 1997.
22. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Secretaria de Defesa da Agricultura. Instituição normativa SDA nº 17, de 21 de maio de 2007. Brasília (DF): Diário Oficial da República Federativa do Brasil; 2007. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-17-de-21-05-2007-aprova-metodo-substrato.pdf>
23. Maguire JD. Speed of germination—aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 1962 mar;2(2):176-7. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x
24. Dickson A, Leaf AL, Hosner JF. Quality appraisal of whitewhite spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For Chron.* 1960 mar;36(1):10-3. doi: 10.5558/tfc36010-1
25. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc Agrotec.* 2011;35(6):1039-42. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001
26. Guerrini IA, Trigueiro RM. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Rev Bras Ciênc Solo.* 2004 nov;28(6):1069-76. doi: 10.1590/S0100-06832004000600016
27. Kandari LS, Kulkarni MG, van Staden J. Vermicompost leachate improves seedling emergence and vigour of aged seeds of commercially grown Eucalyptus species. *South For.* 2011 nov;73(2):117-22. doi: 10.2989/20702620.2011.610923
28. Lazcano C, Sampedro LZ, Domínguez J. Vermicompost enhances germination of the maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *New For. (Dordr).* 2010 out;39(1):387-400. doi: 10.1007/s11056-009-9178-z
29. Zhang H, Tan SN, Wong WS, Ng CYL, Teo CH, Ge L, et al. Mass spectrometric evidence for the occurrence of plant growth promoting cytokinins in vermicompost tea. *Biol Fertil Soils.* 2014 ago;50(1):401-3. doi: 10.1007/s00374-013-0846-y
30. Li SM, Zheng HX, Zhang XS, Sui N. Cytokinins as central regulators during plant growth and stress response. *Plant Cell Rep.* 2021 fev;40(2):271-82. doi: 10.1007/s00299-020-02612-1
31. Canellas LP, Dantas DJ, Aguiar NO, Peres LEP, Zsögön A, Olivares FL, et al. Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. *Ann Appl Biol.* 2011 abr;159(2):202-11. doi: 10.1111/J.1744-7348.2011.00487.X
32. Lopes KAL, Santos MVF, Teixeira Oliveira RNT, Silva TF, Almeida EIB, Silva-Matos. Efeito do chorume de vermicompostagem sobre a produção de mudas de *Brassica oleracea* L. *Rev Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas.* 2018 jun;10(2):94-104.
33. Taiz L, Zeiger E, Møller IM, Murphy A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal.* Porto Alegre (RS): Artmed, 2017.
34. Orozco FH, Cegarra J, Trujillo LM, Roig A. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biol Fertil Soils.* 1996 abr;22(1-2):162-6.
35. Tomati U, Grappelli A, Gall E. The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biol Fertil Soils.* 1998 jan;5(4):288-94.
36. Foy CD. Physiological effects of hydrogen, aluminum, and manganese toxicities in acid soil. In: Adams F, editor. *Soil acidity and liming.* Madison (US): Soil Science Society of America; 1984. p. 57-97.