



ISSN: 2230-9926

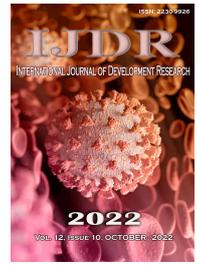
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 10, pp. 59601-59604, October, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25499.10.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

UTILIZAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS E CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU PARA CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE MILHO (*ZEA MAYS* L.)

Rafael Fonseca Zanotti¹, Gênesis Alves de Azevedo², Denis Pereira Ribeiro², Richardson de Soares de Souza Melo², James Ribeiro de Azevedo³, Karolline Rosa Cutrim Silva⁴, Eduardo Filipe Rocha e Silva⁵, Savana da Silva Figueiras⁵, João Lucas Xavier Azevedo⁵ and Ana Paula de Souza Nascimento⁵

¹Estudante de Doutorado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, São Paulo, Brasil; ²Professor de Agronomia, Instituto Federal do Maranhão, São Raimundo das Mangabeiras, Maranhão, Brasil; ³Professor de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil; ⁴Agrônoma, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil; ⁵Estudante do curso de Agronomia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, Maranhão, Brasil.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 27th August, 2022
Received in revised form
11th September, 2022
Accepted 28th September, 2022
Published online 30th October, 2022

Key Words:

Substrato Alternativo,
Sustentabilidade Ambiental,
Incremento Nutricional.

*Corresponding author:
Rafael Fonseca Zanotti

ABSTRACT

Na região Nordeste, os produtores rurais enfrentam problemas com os altos custos dos adubos e substratos comerciais em virtude da produção se concentrar nas regiões Sul e Sudeste do país. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de plantas de milho em substratos à base de caule decomposto de babaçú associado e doses de substância húmica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação com 50% de controle de luminosidade. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com cinco doses de substâncias húmicas: 0; 20; 40; 80 e 160 g L⁻¹ e dois substratos à base de caule decomposto de babaçú: 100% solo, 50% de caule decomposto e 50% solo, com seis repetições. Foram avaliados: porcentagem de germinação; número de folhas; índice de clorofila foliar; comprimento do sistema radicular e altura da planta; diâmetro do colmo; volume do sistema radicular; massa fresca e seca do sistema radicular e da parte aérea. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Apenas a altura das plantas de milho apresentou diferença estatística para as doses e substratos. Recomenda-se o uso de 50% de caule decomposto e 50% de solo e 40 g/L-1 de substância húmica por apresentar os melhores resultados.

Copyright © 2022, Rafael Fonseca Zanotti et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Rafael Fonseca Zanotti, Gênesis Alves de Azevedo, Denis Pereira Ribeiro, Richardson de Soares de Souza Melo, James Ribeiro de Azevedo, Karolline Rosa Cutrim Silva, Eduardo Filipe Rocha e Silva, Savana da Silva Figueiras, João Lucas Xavier Azevedo and Ana Paula de Souza Nascimento. "Utilização de substâncias húmicas e caule decomposto de babaçú para crescimento inicial de plantas de milho (*Zea Mays* L.)", *International Journal of Development Research*, 12, (10), 59601-59604.

INTRODUCTION

Na região Nordeste, os produtores rurais enfrentam problemas com os altos custos dos adubos e substratos comerciais em virtude da produção se concentrar nas regiões Sul e Sudeste do país. Uma alternativa diante deste entrave na cadeia produtiva, é o uso de adubos orgânicos e substratos que tenha disponibilidade de aquisição na região (SOUSA *et al.*, 2011). Para o cultivo das diversas plantas comerciais de grande relevância para o mercado, assim como o milho, a escolha do substrato ideal para o cultivo dessas espécies cereais é de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas de forma a atender as expectativas do setor produtivo (SILVEIRA *et al.*, 2015).

Dentre as características desejáveis para um substrato ideal para o cultivo de plantas pode-se citar a disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade (ENSINAS *et al.*, 2011). O melhor substrato vai variar em função da cultura e da região produtora. Existem substratos comerciais de ótima qualidade, todavia, os produtores rurais fazem formulações com diferentes materiais disponíveis na sua região e de fácil aquisição, conseguindo assim obter bons resultados em suas produções de milho. Além disso, o substrato utilizado deve ser abundante, estar disponível em longo prazo e não provocar qualquer tipo de impacto ambiental negativo relevante (COSTA *et al.*, 2012; SILVA JÚNIOR *et al.*, 2017).

Muitas vezes o problema na formulação de um substrato pelo produtor é a proporção e a escolha de quais produtos podem garantir que esse substrato alternativo possa fornecer nutrientes, possibilitando textura e estrutura próxima aos substratos comerciais disponíveis no mercado (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2017). Por esses motivos, substratos alternativos precisam ser pesquisados, buscando baratear os custos de produção e ser uma alternativa para que as diferentes atividades agrícolas sejam acessíveis a todos os produtores rurais. O caule decomposto de babaçú entra como uma das opções de matéria-prima como substrato, visto que o Maranhão é um estado rico em florestas de babaçuzeiro, com cerca de 10 milhões de hectares (FRAZÃO, 2001). Segundo Barbosa *et al.* (2019), o caule decomposto de babaçú incrementa a produção agrícola de cereais e holerícolas, tornando-se uma alternativa potencial para os produtores. Em paralelo ao uso de substratos alternativos, observa-se um novo obstáculo no setor produtivo, o alto custo dos insumos, sendo os adubos químicos mais onerosos, limitando a produtividade de grãos, bem como a dependência de importações de fontes não renováveis de nutrientes como fósforo (P) e potássio (K) elevando o custo de produção das culturas (RAMOS, 2017). A busca não só por substratos menos onerosos, mais também por adubos alternativos se dá tanto pelo alto custo atrelado ao produto mineral quanto pelo crescimento da demanda de produtos orgânicos (PORTUGAL *et al.*, 2016). Desse modo, as substâncias húmicas (SH) surgem como um grupo de materiais que promovem crescimento das plantas, atuando como bioestimulantes, que aumentam a eficiência nutricional, tolerância ao estresse hídrico e a qualidade produtos agrícolas (JARDIN, 2015).

Nas últimas décadas, alternativas sustentáveis ao uso indiscriminado de agroquímicos, como fertilizantes e pesticidas, foram propostos (ROUPHAEL; COLLA, 2020). O prospecto aumentar o uso de substâncias húmicas na agricultura mundial gira em torno de 12% ao ano. Foi projetado para atingir receitas acima de US\$ 2,2 bilhões em 2018, demonstrando a importância de estudos sobre os efeitos das substâncias húmicas na produção agrícola (CALVO *et al.*, 2014). Para análise do potencial do caule decomposto de babaçú e da substância húmica, utilizou-se o milho (*Zeamays L.*) como planta indicadora de fertilidade dos substratos. O milho é uma espécie que pertence à família Poaceae, constituindo-se como uma cultura importante no Brasil, possuindo o segundo lugar como o cereal mais produzido no país (CONAB, 2019). Além da importância do cultivo de milho referente à produção, a cultura de interesse econômico se destaca por suas diversas utilidades no mercado. Além de atuar na alimentação humana e animal de maneira direta, é possível produzir uma infinidade de produtos e subprodutos, tais como bebidas, polímeros e combustíveis (MIRANDA, 2018). Segundo pesquisas, apenas os Estados Unidos e China juntos representam 60% da produção de milho em todo o mundo, somando-se Brasil e União Europeia aos EUA e China, juntos são responsáveis por 72% da produção global. Outros países também são motivo de destaque com seu acentuado crescimento na produção, tais como: Argentina, Índia, México, Ucrânia e Canadá (USDA, 2018). O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do uso de substratos à base de caule decomposto de babaçú (CDB) associado à diferentes doses de substância húmica (SH) para fins de incremento nutricional utilizando-se milho (*Zea mays L.*) como planta indicadora de fertilidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com 50% de controle de luminosidade, de fevereiro a abril de 2022, no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) (03°44'17" S 43°20'29" W) altitude de 107 m), localizada na Chapadinha-MA. O clima da região é classificado como tropical úmido (SELBACH; LEITE, 2008), com precipitação total anual variando de 1.600 a 2.000 mm (NOGUEIRA; CORREIA; NOGUEIRA, 2012) e temperatura média anual superior a 27°C (PASSOS; ZAMBRZYCKI; PEREIRA, 2016). Para avaliação das plantas de milho, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 5×2, cinco doses de substâncias húmicas

(SH): 0; 20; 40; 80 e 160 g L⁻¹ e dois substratos: 0% CDB (100% solo) e 50% CDB + 50% solo. Cada tratamento foi repetido seis vezes utilizando, cinco sementes por vaso e uma planta por vaso para avaliação após desbaste, totalizando 60 plantas úteis de milho. O caule decomposto de babaçú (CDB) foi obtido na agroindústria de gado de corte, localizada no município de Vargem Grande, MA. O material foi moído mecanicamente em picador de forragem do modelo TRF-400 F. Após a homogeneização, os substratos foram adicionados em garrações de água de 20 L com os substratos correspondentes aos tratamentos. Foi realizada aplicação única de Humitec WG® nos vasos na implantação da cultura nas doses respectivas para cada tratamento. O Humitec WG® é composto por (17% K₂O, 31% carbono orgânico total, CTC = 800 mmol/kg, umidade máxima = 13%, pH = 11,5 (100 g/L), índice salino = 48% (10 g/L), CE = 7 mS/cm (100 g/L), Solubilidade = 100 g/L, 65% ácido húmico total, 53% ácidos húmicos e 12% ácidos fúlvicos). A irrigação foi realizada manualmente, diariamente, com lâmina de água de aproximadamente 200 mL por plântula por dia. Aos 15 dias de semeadura foi feito o desbaste, deixando apenas a planta mais vigorosa de milho. A caracterização física e química dos materiais utilizados como substratos para a produção de mudas foi realizada no Laboratório de Análise de Solo da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira - SP. Para a caracterização química (Tabela 1), foram analisados pH, matéria orgânica (MO) e teores de macronutrientes totais: nitrogênio (N) fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) conforme MAPA (2007). N foi quantificado pelo método do ácido salicílico, P pelo método espectrofotométrico do ácido molibdovanadofosfórico, K, Ca e Mg pelo método espectrométrico de absorção atômica e S pelo método gravimétrico do sulfato de bário. O solo utilizado nos substratos possui as seguintes características granulométricas: 565 g areia kg⁻¹; 193 g de silte kg⁻¹; 264 g de argila kg⁻¹, com classificação de textura média e grau de flocculação de 78 g 100 g⁻¹, classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (SANTOS *et al.*, 2013).

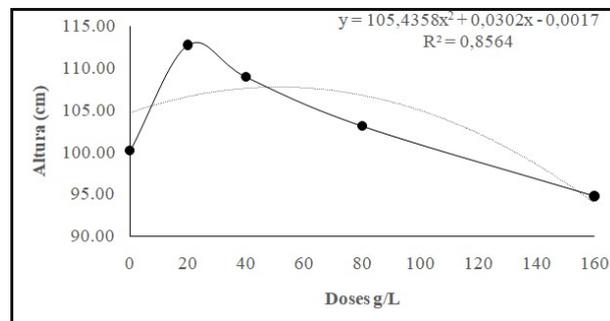


Figura 1. Altura (ALT) das plantas de milho em função das diferentes doses de substância húmica aplicadas em vaso. Gráfico de dispersão para função quadrática com linhas de ordem 3

Durante o crescimento inicial das plantas de milho, 60 dias após o início da germinação, foram aferidos: porcentagem de germinação das sementes (PG%); número médio de folhas (NF - contagem direta); índice de clorofila foliar (SPAD - medida feita com clorofilômetro digital da marca Konica Minolta); comprimento do sistema radicular (CSR) e altura da planta (ALT) medidos com régua graduada; diâmetro do colmo (DIAM - paquímetro digital); volume do sistema radicular (VSR - proveta graduada e pinça, (ZENZEN *et al.*, 2007)); massa fresca e seca do sistema radicular (MFSR e MSSR) e da parte aérea (MFPA e MSPA), (CARNEIRO, 1985). A MFSR e MFPA foram determinadas com auxílio de balança digital. Para determinação de MSSR e MSPA os materiais foram colocados em sacos de papel de 8 kg e levados a estufa de circulação forçada de ar à 60°C por 48 horas e em seguida pesados. Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativo ($P < 0,05$), o fator substâncias húmicas (SH) foi explorado por análise de regressão. Quando houve efeito significativo para a interação CDB x HS, os valores médios foram comparados pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$). As análises foram realizadas com ajuda do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A utilização da proporção 1:1, correspondente a 50% de caule decomposto de babaçu (CDB) e 50 % de solo em paralelo a utilização de substância húmica como bioestimulante para o crescimento inicial de plantas de milho (*Zea mays* L.) proporcionou efeitos significativos a nível de ($p < 0,05$), pela Análise de Variância, para a variável altura da planta (ALT), (Tabela 3, 4). Para a altura das plantas de milho observa-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) para as diferentes tipos e doses de substância húmica aplicadas nos vasos (Tabela 3), havendo maior alongamento do colmo das plantas nos tratamentos que receberam 50% de caule decomposto de babaçu, com média 9,64% maior do que os tratamentos que não receberam CDB e doses de (SH) equivalente a 20 g L⁻¹, esse alongamento é observado e aferido desde a base da superfície do substrato até a parte final da espiguetta em estágio de embonecamento. Observa-se ainda no gráfico de dispersão (Figura 1) que as maiores doses de substância húmica (40, 80 e 160 g/L-1) contribuíram para diminuição da altura das plantas, ocorrendo redução de 20,21% quando comparado a dose correspondente a 20 g/L-1, resultado atrelado a uma possível superdosagem nas plantas, essa superdosagem pode ser explicada pela aplicação em dose única de substância húmica, no qual é rica em K₂O, o parcelamento de K é importante para evitar superdosagem, sob o risco do nutriente ser lixiviado, acarretar salinização do substrato e desequilíbrio catiônico em relação ao Ca e Mg.

O parcelamento também é necessário devido ao ciclo do milho ser considerado longo (90 dias), e quando aplicado todo no plantio, o potássio pode não estar disponível em quantidades necessárias ao longo de todas as etapas do ciclo da cultura (YAMADA; ROBERTS, 2005). A massa fresca e seca da parte aérea (MFPS, MSPA), porcentagem de germinação (PG) e teor de clorofila (SPAD) não apresentaram resposta para dos diferentes tipos de substratos utilizados, assim como para as diferentes doses de substâncias (SH) aplicadas nos vasos durante a condução do experimento (Tabela 4). Esse resultado pode estar ligado a concentração de nitrogênio (N) nos substratos e na matéria orgânica contida nos tratamentos que receberem caule decomposto de babaçu (CDB), o nitrogênio desempenha papel fundamental na planta, sendo diretamente ligado a composição de aminoácidos e proteínas, constituinte de macromoléculas e enzimas. Segundo Faquin (2005), o nitrogênio é um dos nutrientes exigidos em maior quantidade pelas plantas, constituindo de 2 a 5% da matéria seca da planta. Achados de Andrade (2022) também foi observado que não houve diferença estatística para matéria fresca e seca de mudas de mamão cultivar 'Golden' com adição de diferentes doses de substância húmica. A porcentagem de germinação (PG) também não foi interferida pelos substratos e pela substância húmica, com média geral próximo a 100%, indicando a qualidade do embrião das sementes das plantas de milho e que ambos os substratos puderam proporcionar as condições físico-químicas ideais para germinação das sementes.

Tabela 1. Valores de pH, matéria orgânica (MO) e nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) dos substratos à base de caule decomposto de babaçu (CDB)

Substratos	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.kg ⁻¹			mg.kg ⁻¹		cmol.kg ⁻¹		
0% CDB	4,5	23,64	2,10	3,17	0,19	0,71	0,65	2,73
50% CDB	5,5	54,48	4,12	19,15	0,64	4,18	1,67	6,54

Tabela 2. Densidade do substrato (SD), densidade de partículas (PD) e porosidade (P), dos substratos à base de caule decomposto de babaçu (CDB)

Substratos	Densidade (g cm ⁻³)		Porosidade (%)
	DS	DP	P
0% CDB	1,47	2,89	47,18
50% CDB	0,98	2,21	55,93

Tabela 3. Valores médios para Altura (ALT), Diâmetro (DIAM), Número de Folhas (NF), Comprimento da Raiz (CR), Volume da Raiz (VR), do milho, bem como média geral, coeficiente variação (CV) e p valor para as fontes de variação (Tratamentos), tipos de substratos – SOLO e CDB (Tipo), doses de substância húmica aplicadas nos vasos (Doses), repetições em cada tratamento (Repetições) e interação entre os tipos de substratos e as doses aplicadas nos vasos (Tipo x Dose) para o experimento conduzido com milho

FONTE DE VARIÇÃO	ALT (cm)	DIAM (mm)	NF (unidade)	CR (cm)	VR (cm ³)
	p valor				
Tipo	0,0446*	0,5645	6,3333	1,1348	0,4174
Doses	0,0242*	1,3358	0,5000	0,8774	0,6907
(Tipo x Dose)	6,8117	0,1910	0,4671	1,0129	0,6521
Médiageral	107,13	9,53	5,76	35,10	17,19
CV (%)	20,00	21,45	19,98	38,61	13,50

ns, * e ** valores não significativos, significativos a 5 e 1 % respectivamente, médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância ($p \geq 0,05$) pelos testes de Scott-Knott para testes de média e regressão para doses

Tabela 4. Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca Parte Aérea (MSPA), Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Seca da Raiz (MSR), Porcentagem de Germinação (PG), Clorofila (SPAD), do milho, bem como média geral, coeficiente variação (CV) e p valor para as fontes de variação (Tratamentos), tipos de substratos – SOLO e CDB (Tipo), doses de substância húmica aplicadas nos vasos (Doses), repetições em cada tratamento (Repetições) e interação entre os tipos de substratos e as doses aplicadas nos vasos (Tipo x Dose) para o experimento conduzido com milho

FONTE DE VARIÇÃO	MFPA (g)	MSPA	MFR	MSR	PG (%)	SPAD
	p valor					
Tipo	1,6650	0,2801	0,5028	0,3107	0,1423	0,5726
Doses	0,9940	0,6374	0,9730	1,1409	0,5068	0,5807
Interação (Tipo x Dose)	0,9276	0,3066	0,3137	0,5293	0,5068	0,6439
Médiageral	55,66	9,29	30,12	2,33	96,66	19,63
CV (%)	33,14	11,90	18,36	14,40	16,51	20,81

ns, * e ** valores não significativos, significativos a 5 e 1 % respectivamente, médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de significância ($p > 0,05$) pelos testes de Scott-Knott para testes de média e regressão para doses

vasos segundo a Tabela 3. A absorção de potássio apresenta um padrão diferente em relação ao nitrogênio e ao fósforo, com a máxima absorção pelas plantas de milho ocorrendo no período de desenvolvimento vegetativo, com elevada taxa de acúmulo nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento, com taxa de absorção superior ao de nitrogênio e fósforo, sugerindo maior necessidade de potássio na fase inicial como um elemento de “arranque” para o aumento do diâmetro do colmo das plantas (COELHO, 2007). O colmo, além de função estrutural, atua também como órgão de reserva de nutrientes da planta, e passa a ser a principal fonte de carboidratos para o enchimento dos grãos, via processo de translocação (COSTA, 2008). As massas frescas e secas do sistema radicular das plantas não apresentaram diferença significativa entre os tipos de substratos utilizados em vaso (Tabela 4), não interferindo química e fisicamente para massa das raízes, resultado similar a encontrada por Buchelt (2019) no qual observou não haver interação entre o CDB e o aumento de massa radicular de plantas de milho. O comprimento (CR) e o volume radicular (VR) não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos analisados em relação à utilização dos diferentes tipos de substratos utilizados em vasos.

CONCLUSÃO

O caule decomposto de babaçu (CDB) pode ser utilizado como um substrato na produção de milho (*Zea mays L.*), pois apresenta ampla disponibilidade na região leste do Maranhão e permite acréscimo no desenvolvimento das plantas em substituição à substratos comerciais, garantindo redução na demanda econômica para futura utilização do material no campo. A substância húmica mostrou-se grande aliada ao substrato alternativo utilizado na pesquisa, possuindo potencial de indutor de crescimento, atuando diretamente para a altura da planta de milho. Recomenda-se o uso de substrato alternativo a base de caule decomposto de babaçu (CDB) na proporção de 50% de CDB + 50% de solo juntamente com a dose de 40 g/L-1 de substância húmica por apresentar maiores valores de altura das plantas de milho.

REFERÊNCIAS

- Barbosa, L. M. P., et al. 2019. Caule babassu decompost as substrate and rooting in the seedling production of hibiscus. *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary*, 6(5): 22-21.
- Caldeira, M. V. W., et al. 2012. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *Australis*. *Revista Árvore, Viçosa*, v. 36, n. 6, p. 1009-1017.
- Calvo, P.; et al., (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 383: 3-41.
- Carneiro, J. G. A., (1995). Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, p. 451.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento de safras brasileiras. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_16_14_32_01_boletim_portugues_-_setembro_2013.pdf>. Acessado em: 09 de junho de 2022.
- Costa, K. D. S. et al., (2012). Avaliação de substratos alternativos para a produção de mudas de alface. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Alagoas*, v.7, n. 5, p. 58-62.
- Costa, R. V., et al., (2008). Podridões fúngicas de colmo na cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Ensinas, S. C., et al., (2011). Desenvolvimento de mudas de rúcula em diferentes combinações de substrato. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, v.18, n.1, p.1-7.
- Faquin, V. (2005). NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS. 2005. 187. Especialização (Solos e Meio Ambiente), Universidade Federal de Lavras.
- Frazão, J. M. F. (2001). Governo do Estado do Maranhão. Alternativas econômicas para agricultura familiar assentadas em áreas de ecossistemas de babaçuais. São Luís, p.120.
- Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*. Wuhan, p. 3-14.
- Miranda, R. A. (2018). Uma história de sucesso da civilização: A Granja, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan.
- Nogueira, V. F. B., et al., (2012). Impact of soybean plantation and equatorial pacific ocean on rainfall and temperature in Chapadinha-MA. *Brazilian Journal of Physical Geography* 3:708–24.
- Passos, M. L. V., et al., (2016). Water balance and climate classification for a particular region of Chapadinha-MA. *Brazilian Journal of Irrigated Agriculture* 10 (4):758–66.
- Portugal, J. R., et al. (2016). Organic and mineral fertilizer application in upland rice irrigated by sprinkler irrigation: economic analysis. *Revista Científica*, 44(2), 146-155.
- Ramos, F. R.; Freire, A. L. O., (2019). Growth and Gas Exchange of *Cnidioscolus quercifolius* Fertilized With Potassium and Under Water Deficit. *Journal of Agricultural Science*, 11(11): 23-29.
- Ferreira, D. F., (2011). Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042.
- Rouphael, Y; Colla, G., (2020). Editorial: biostimulants in agriculture. *Frontiers in Plant Science*. 11: p. 1-7.
- SANTOS, H. G., et al. (2013). Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed., 353. Brasília: EMBRAPA, Brasília.
- Selbach, J. F.; Leite, J. R. S. A., (2008). Environment in Lower Parnaíba: Eyes in the world, feet in the region. 1th ed. São Luís: EDUFMA, Brazil.
- Silva júnior, A. B. et al. (2017). Pepper Seedlings Quality Submitted to Different Substrates and Types of Trays. *Journal of Experimental Agriculture International*, v. 19, n. 6, p. 1-8.
- Silveira, D. et al. (2015). Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays L.*) Na região noroeste do Rio Grande do Sul. *Revista Ciência e Tecnologia, Rio Grande do Sul*, v.1, n.1, p. 01-11.
- Sousa, I. F. et al. (2010). Reference evapotranspiration in the irrigated perimeters of the State of Sergipe. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande*, v. 14, n. 6, p. 633 – 644.
- Yamada, T.; Roberts, T. L. (2005). O potássio na agricultura brasileira. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 841.
- Zenzen, I. L. et al. (2007). Área foliar e volume do sistema radicular em plantas de soja inoculadas com Estirpes de *Bradyrhizobium* e submetidas ao alagamento. *Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre*, v. 5, n. 2, p. 1092-1094.
