

Produção de mudas de pimentão em substratos com hidrogel nanocompósito e variações de turno de rega



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E
PRODUÇÃO
RESPONSÁVEIS



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
253**

**Produção de mudas de pimentão em substratos
com hidrogel nanocompósito e variações de
turno de rega**

*Marçal Henrique Amici Jorge
Raphael Augusto de Castro e Melo
Juscimar da Silva
Ítalo Moraes Rocha Guedes*

Exemplares desta publicação
podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Hortaliças

Presidente

Henrique Martins Gianvecchio Carvalho

Editora Técnica

Flávia M. V. Clemente

Secretária

Clidineia Inez do Nascimento

Membros

Geovani Bernardo Amaro

Lucimeire Pilon

Raphael Augusto de Castro e Melo

Carlos Alberto Lopes

Marçal Henrique Amici Jorge

Alexandre Augusto de Moraes

Giovani Olegário da Silva

Francisco Herbeth Costa dos Santos

Caroline Jácome Costa

Iriani Rodrigues Maldonade

Francisco Vilela Resende

Italo Moraes Rocha Guedes

Normalização Bibliográfica

Antonia Veras de Souza

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

André L. Garcia

Foto da capa

Marçal Henrique Amici Jorge

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Produção de mudas de pimentão em substratos com hidrogel nanocompósito e
variações de turno de rega / Marçal Henrique Amici Jorge ... [et al.]. -
Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022.
22 p. : il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa
Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 253).

1. *Capsicum annuum*. 2. Substrato de cultura. I. Jorge, Marçal Henrique
Amici. II. Embrapa Hortaliças. III. Série.

CDD 635.643

Sumário

Resumo 7

Abstract 9

Introdução..... 11

Material e Métodos 12

Resultados e Discussão 15

Conclusão..... 18

Referências 19

Produção de mudas de pimentão em substratos com hidrogel nanocompósito e variações de turno de rega

Marçal Henrique Amici Jorge¹

Raphael Augusto de Castro e Melo²

Juscimar da Silva³

Ítalo Moraes Rocha Guedes⁴

Resumo – A utilização de hidrogel nanocompósito enriquecido com nitrogênio na formulação de substratos para produção de mudas de pimentão pode aumentar a capacidade de retenção de água e a liberação gradativa desse nutriente. O objetivo do presente estudo foi produção de mudas de pimentão em substratos com diferentes concentrações de hidrogel nanocompósito carregado com N-ureia e turnos de rega. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2 (seis concentrações de hidrogel nanocompósito X dois turnos de rega), com quatro repetições de 15 mudas cada. Os tratamentos foram: 1 – substrato sem hidrogel nanocompósito; 2 – substrato com hidrogel nanocompósito puro; 3 – substrato com hidrogel nanocompósito com concentração de 10% de ureia no polímero; 4 – substrato com hidrogel nanocompósito com concentração de 20% de ureia no polímero; 5 – substrato com hidrogel nanocompósito com concentração de 30% de ureia no polímero; e 6 – substrato com hidrogel nanocompósito com concentração de 40% de ureia no polímero. No turno de rega normal, 1 ou 2 regas diárias durante o período de produção das mudas de pimentão, observou-se respostas positivas da presença do hidrogel nanocompósito para o comprimento da parte aérea, matéria fresca e matéria seca da parte aérea. E no turno de rega reduzido, para todas as variáveis, com exceção do diâmetro do caule e matéria seca das raízes. Houve interação com respostas significativas e superiores para o turno de rega normal para diâmetro do caule e matéria seca da parte aérea. Conclui-se que a qualidade de mudas produzidas na frequência normal de rega é melhor do que a das

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

² Engenheiro Agrônomo, Mestre em produção vegetal, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

produzidas em condições de restrição de água e tratamentos contendo hidrogel nanocompósito, nas maiores concentrações, proporcionaram melhor qualidade das mudas em condições de restrição de água.

Termos para indexação: *Capsicum annuum*, polímero retentor de água, produção comercial.

Sweet pepper seedlings production using substrates with a nanocomposite hydrogel and different irrigation frequencies

Abstract – The use of nanocomposite hydrogel containing nitrogen in the formulation of substrates for the production of sweet pepper seedlings can increase the water retention capacity and the gradual release of these nutrients. The aim of the present study was to evaluate the production of sweet pepper seedlings with different concentrations of a nanocomposite hydrogel with N-urea and frequencies of irrigation. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 6 x 2 factorial scheme (six nanocomposite hydrogel concentrations X two irrigation shifts), with four replications of 15 seedlings each. The treatments were: 1 - substrate without nanocomposite hydrogel; 2 - substrate with pure nanocomposite hydrogel; 3 - substrate with nanocomposite hydrogel with a concentration of 10% urea in the polymer; 4 - substrate with nanocomposite hydrogel with a concentration of 20% urea in the polymer; 5 - substrate with nanocomposite hydrogel with a concentration of 30% urea in the polymer; and 6 - substrate with nanocomposite hydrogel with 40% urea concentration in the polymer. In the normal watering shift, 1 or 2 waterings daily during the production period, positive responses were observed for the presence of the hydrogel for the length of the aerial part, fresh matter and dry matter of the aerial part. And in the reduced watering shift, for all variables, except the stem diameter and dry root matter. There was interaction with significant and superior responses for the normal watering shift for stem diameter and shoot dry matter. It was concluded that the quality of seedlings produced in the normal irrigation frequency is better than that produced in conditions of water restriction and treatments containing nanocomposite hydrogel, in the higher concentrations, provided better quality of seedlings in conditions of water restriction.

Index terms: *Capsicum annuum*, water retention polymer, commercial production.

Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça cosmopolita cuja área cultivada no Brasil supera 11 mil ha, com uma produção de 554.904 toneladas em 2017 (CNA, 2017). São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Rio de Janeiro e Bahia são os principais estados produtores, pois em conjunto representam 66% da produção total (Ragassi; Melo, 2017). Em 2018, esteve entre as dez hortaliças mais importantes no Brasil, e foi a terceira solanácea mais cultivada, ficando atrás apenas da batata e do tomate (Lopes et al., 2018). Sua produção pode ocorrer em campo aberto ou cultivo protegido, com maiores produtividades neste último devido ao maior controle das condições ambientais e do manejo cultural. Enquanto a produtividade em campo aberto varia entre 25 a 40 t ha⁻¹, em cultivo protegido pode alcançar a 180 t ha⁻¹ (Henz et al., 2007). A região do Distrito Federal sobressai como uma das principais produtoras em cultivo protegido do país (Henz et al., 2007; Ragassi; Melo, 2017). Para a obtenção de plantas produtivas em campo ou cultivo protegido, a produção de mudas de qualidade está diretamente relacionada ao êxito da produção olerícola (Nascimento et al., 2016). Apenas em mudas dessa espécie no país foram despendidos US\$ 10,41 milhões (CNA, 2017), demonstrando a importância dessa atividade. Portanto, utilizar substratos com características adequadas e que resultem em eficiência no manejo de água e da nutrição é fundamental (Gruda et al., 2013). Uma técnica que vem sendo utilizada com esse objetivo é a adição de polímeros ao substrato, que funcionam como condicionadores hídricos, aumentando a capacidade de retenção de água e propiciando uma melhor qualidade de plântulas (Melo et al., 2019a).

Esses polímeros, que podem ser naturais ou sintéticos, são capazes de absorver grandes quantidades de água em sua estrutura tridimensional, sem se dissolverem completamente, formando hidrogéis (Sabadini, 2015). Em bandejas para mudas preenchidas com diferentes substratos a lixiviação de nutrientes provocada pelo excesso de água resultante do processo de irrigação, muitas vezes realizado de forma empírica ou em excesso, é uma das razões pelas quais complementações pela fertirrigação são realizadas de forma frequente (Lima et al., 2012). A utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada de nutrientes se mostra como uma alternativa para aumento da eficiência dessas aplicações, pois também são chamados “fertilizantes inteligentes”, por serem materiais preparados para liberar

seu conteúdo de nutrientes gradualmente, coincidindo, se possível, com os requisitos nutricionais das plantas ao longo do seu ciclo (Hanafi et al., 2000). Entre os nutrientes passíveis de incorporação aos hidrogéis, têm-se o nitrogênio, cujas perdas são dadas majoritariamente pela natureza das matérias primas de substratos e pelo manejo de água, justificam o interesse em desenvolver alternativas para melhorar sua disponibilização de maneira controlada. Bortolin et al. (2013; 2014) sintetizaram uma nova série de hidrogéis compostos por poliacrilamida, metilcelulose e 50% de argila tipo montmorillonita, em que a presença do argilomineral além de melhorar algumas propriedades dos materiais, reduz custos, permitiu uma liberação eficiente e mais controlada de nitrogênio (N) na forma de ureia em relação ao hidrogel puro, sendo quase 200 vezes mais lenta que a ureia pura.

Essa formulação de hidrogel inovadora tem demonstrado resultados positivos em diversas mudas de solanáceas (Jorge et al., 2019, Melo et al., 2018, 2019 a, 2019 b) e especificamente para pimentão, em função da necessidade da definição de dosagens, validações têm sido realizadas em ambientes relevantes, tais como viveiros comerciais, com vistas à formulação e recomendação de um produto comercial. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a produção de mudas de pimentão em substratos com diferentes concentrações de hidrogel nanocompósito (HG) carregado com N-ureia e turnos de rega.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de maio a julho de 2020, em ambiente comercial de produção – Viveiro de mudas Brazplant, Brazlândia, Brasília-DF – com altitude de 1.117 m, longitude de 48°17'91" e latitude de 15°64'51". O clima da região foi caracterizado como clima tropical úmido, segundo a classificação de Köppen Aw (Kottek et al, 2006), com temperatura média anual de 21,1 °C. O trabalho foi conduzido em uma estufa agrícola coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente de 150 micras de espessura plástica e fechada lateralmente com tela antiáfideo, com estrutura de arco galvanizado possuindo as dimensões de 100 m de comprimento, 45,0 m de largura e com pé direito de 4,00 m. Foi utilizado o híbrido de pimentão Dara RX®. As mudas foram produzidas em bandejas de plástico preto flexível de 128 células (18 ml cada), tendo cada célula o formato de cone invertido,

com orifício de dreno na parte inferior. As bandejas foram preenchidas com uma formulação de substrato à base de casca de pinus e fibra de coco. A concentração de hidrogel foi de 0,08 gramas de hidrogel nanocompósito (HG) por célula. Os tratamentos (T) foram os seguintes: T1 – substrato sem HG; T2 – substrato com HG puro (sem ureia); T3 – substrato com HG + 10% de ureia no polímero; T4 – substrato com HG + 20% de ureia no polímero; T5 – substrato com HG + 30% de ureia no polímero; e T6 – substrato com HG + 40% de ureia no polímero. Para se chegar nessas concentrações de ureia, utilizou-se HG com alta concentração (ao redor de 50% do conteúdo do HG composto somente pela ureia) misturada a várias quantidades de HG puro. Na preparação dos substratos, o HG foi misturado na sua forma seca, com agitação junto ao substrato, que foi previamente seco em estufa para atingir umidade ideal para homogeneização. Na sequência, as bandejas foram preenchidas com o substrato e umedecidas para posterior semeadura. Foi realizado o monitoramento (peso, em gramas) da absorção/liberação de água pelo substrato na preparação (umedecimento) das bandejas e durante a condução dos experimentos. As bandejas permaneceram em câmara de germinação por três dias, antes de serem levadas para as bancadas. As regas foram realizadas por sistema de barra automática, com a definição de dois turnos, conforme a Tabela 1. O turno denominado normal (T1) é o adotado pelo viveiro para produção de mudas de pimentão e o denominado reduzido (T2) foi o utilizado para mudas de outras espécies que requereram menor frequência de rega (ex: cucurbitáceas) ou de pimentão em estágio final de produção, a poucos dias de serem despachadas para comercialização.

Tabela 1. Turnos de rega utilizados pelo viveiro para produção de mudas de pimentão.

Turnos de rega			
Normal		Reduzido	
Número de regas	*Velocidade da barra (% no período)	Número de regas	Velocidade da barra (% no período)
1 a 2 diárias (45 regas no período)	75% na velocidade 50 + 16% na velocidade 40 + 9% na velocidade 60	0 a 1 diária (18 regas no período)	50% na velocidade 60 + 44% na velocidade 50 + 6% na velocidade 40%

* Velocidade 40 - vazão de 1 bico da barra de irrigação igual a 324 ml/m; velocidade 50 - vazão de 1 bico da barra de irrigação igual a 262 ml/m; velocidade 60 - vazão de 1 bico na barra de irrigação igual a 224 ml/m.

Foram retiradas amostras de substratos das bandejas para análise de pH e condutividade elétrica dos substratos. Foi feita uma contagem de emergência de plântulas aos 13 dias após semeadura (DAS), com base nas Regras para Análises de Sementes Brasil (2009). Aos 34 DAS, foram realizadas as seguintes avaliações: diâmetro do caule (em mm, com paquímetro digital, no colo, a 0,5 cm acima da superfície do substrato), comprimento da parte aérea (em cm, com régua graduada, da superfície do substrato até a ponta do caule), número de folhas e massas de matéria fresca e seca (secagem em estufa de circulação de ar até peso constante) de parte aérea e de raízes (em gramas, com balança digital de 3 dígitos). Foram coletadas as temperaturas e umidades mínimas, máximas e médias, durante todo o período de experimentação, conforme a Gráfico 1. Foi usado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6 x 2 (seis concentrações de HG X dois turnos de rega), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e conjunta utilizando-se o programa estatístico Agroestat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015), pelo teste de agrupamento de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

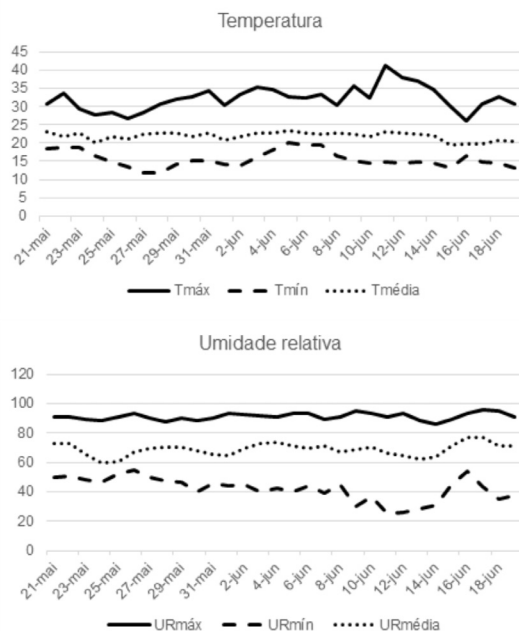


Gráfico 1. Temperaturas e umidades relativas médias, máximas e mínimas – Maio e Junho de 2020.

Resultados e Discussão

Para as variáveis relacionadas às características individuais das plântulas, conforme mostrado na Tabela 2, foram observadas respostas significativas das concentrações de HG, em T1 (turno de rega normal), para comprimento da parte aérea (CPA), matéria fresca da parte aérea (MFPA) e matéria seca da parte aérea (MSPA). Isso mostra que mesmo com o fornecimento de água em quantidades suficientes para não causar déficit hídrico, a ponto de comprometer o crescimento e desenvolvimento satisfatório das mudas, o HG foi capaz de melhorar a qualidade das mudas nesses quesitos, com destaque para a parte aérea das mudas. Com relação ao sistema radicular, uma vez que o substrato se manteve o tempo todo com umidade de média para alta, na presença do HG, o sistema radicular encontrou condições de baixa oxigenação e, possivelmente, teve seu desenvolvimento retardado. Isso corrobora com os resultados do turno de rega reduzido (T2), onde ocorreu o inverso, ou seja, o sistema radicular foi favorecido. Aliás, para todas as variáveis em T2 houve resposta significativa. Para o produtor, a redução do turno de rega se justifica pois, na prática, com a utilização do HG, o que se busca são condições para que o sistema radicular explore bem o volume de células em um ambiente aerado, mas com ótimas características físicas de retenção e liberação de água fornecida via irrigação, além do fato do HG disponibilizar o nitrogênio de forma gradativa, minimizando, inclusive, sua perda por lixiviação.

Entre os turnos de rega, o T1 proveu melhores respostas para a maioria das variáveis, com exceção para o diâmetro do caule (DC) e matéria seca das raízes (MSR), em comparação com o turno de rega reduzido (T2). Conforme discutido acima, para o produtor, o que se busca são mudas com boa estrutura de raízes e sustentação, fato que se evidencia pela MSR, ou seja, acúmulo de reservas, e pelo DC, que confere a muda rusticidade para aguentar a fase de transplante no campo. Na análise conjunta, a interação entre tratamentos proveu respostas significativas para DC e MSPA, onde as médias do turno normal (T1) foram superiores às do turno reduzido (T2), dentro de cada concentração (Tabela 3). Mais uma vez evidencia-se o fato de que em turnos de rega onde o fornecimento de água não permite que a muda sofra estresse hídrico em nenhum momento do ciclo de produção, aliado ao fato do HG favorecer estas condições, tecidos mais tenros, como folhas, tendem a permanecer mais túrgidos e, conseqüentemente, refletir na MFPA.

TABELA 2. Avaliação conjunta de características de mudas de pimentão produzidas em substrato em diferentes concentrações (C) de hidrogel nanocompósito e turnos (T) de rega. Brasília-DF, 2020.

T	C	DC		NF	CPA	MFPA	MSPA	MFR	MSR						
T1	1	2,12 a	2,08 A	7,5 a	8,4 c	1,102 b	0,097 b	0,576 a	0,063 a	0,797 A					
	2	2,00 a		7,0 a	9,0 b	1,014 b	0,092 b	0,781 a	0,048 a						
	3	2,11 a		7,5 a	9,7 a	1,248 a	0,129 a	1,024 a	0,052 a						
	4	2,17 a		7,5 a	10,2 a	1,269 a	0,107 b	0,751 a	0,040 a						
	5	2,11 a		7,5 a	10,0 a	1,317 a	0,130 a	0,852 a	0,048 a						
	6	1,95 a		7,7 a	9,8 a	1,331 a	0,150 a	0,801 a	0,054 a						
T2	1	1,78 b	1,95 A	6,0 b	5,8 b	0,642 e	0,074 a	0,526 b	0,036 b	0,683 B					
	2	1,71 b		6,0 b	5,6 b	0,468 f	0,047 b	0,552 b	0,030 b						
	3	1,99 a		6,0 b	6,9 a	0,786 d	0,086 a	0,846 a	0,060 a						
	4	2,05 a		6,0 b	7,4 a	0,882 c	0,089 a	0,749 a	0,054 a						
	5	2,14 a		6,5 a	7,8 a	1,013 a	0,089 a	0,743 a	0,048 a						
	6	2,05 a		6,7 a	7,3 a	0,931 b	0,89 a	0,683 a	0,043 a						
CV%		8,45	9,56	6,78	7,59	11,45	10,78	13,32	12,44	9,66	9,57	14,36	12,32	11,23	15,22

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. T1: turno de rega normal; T2: turno de rega reduzido; DC: diâmetro do caule; NF: número de folhas; CPA: comprimento da parte aérea; MFPA: matéria fresca da parte aérea; MSPA: matéria seca da parte aérea; MFR: matéria fresca das raízes; MSR: matéria seca das raízes.

TABELA 3. Interação entre concentrações de ureia no hidrogel nanocompósito (C) e turnos de rega normal e reduzido (T1 e T2, respectivamente) para diâmetro do caule (DC) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de mudas de pimentão. Brasília-DF, 2020.

Desdobramento Interação	T	DC	MSPA
T dentro de C1	T1	2,12 a	0,097 a
	T2	1,78 b	0,074 b
T dentro de C2	T1	2,01 a	0,092 a
	T2	1,71 b	0,047 b
T dentro de C3	T1	2,11 a	0,129 a
	T2	1,99 a	0,086 b
T dentro de C4	T1	2,17 a	0,107 a
	T2	2,05 a	0,089 b
T dentro de C5	T1	2,11 a	0,130 a
	T2	2,14 a	0,089 b
T dentro de C6	T1	1,95 a	0,150 a
	T2	2,05 a	0,089 b

Pelo desdobramento da interação, **médias seguidas por letras iguais não diferem entre si.**

Mandulão et al. (2017) avaliando diferentes substratos associados a dosagens de hidrogel, produziram mudas de pimentão de melhor qualidade com irrigação diária e as dosagens avaliadas proveram maior desenvolvimento da altura de planta, diâmetro do caule e massa fresca da parte aérea, resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho. Melo et al. (2019a) avaliando dosagens crescentes de HG com N-ureia, obtiveram resposta linear para altura das plântulas, área foliar, diâmetro do caule e índice de qualidade de Dickson. O uso de HG com manejo de irrigação adequada proveu melhores respostas referentes às características da parte aérea das plântulas. Contudo, houve resposta superior da matéria seca das raízes (MSR) no turno de rega reduzido (T2).

Variáveis das diferentes partes das plântulas são indicadoras de desenvolvimento e do seu status de qualidade, sendo usadas para descrever a proporção de benefício morfológico da parte aérea e o custo metabólico relativo ao desenvolvimento do sistema radicular (Oztekin et al., 2009), o que pode ser percebido na matéria seca da parte aérea, onde o turno normal

(T1) obteve melhores respostas nas diferentes concentrações de hidrogel com N-ureia avaliadas. Para o diâmetro do caule (DC) uma característica significativa para o estabelecimento das mudas após o transplântio, para que essas não se dobrem com a ação do vento ou possam vir a resistir a estresses abióticos durante essa etapa (Luna et al., 2014, Melo et al., 2019 a), apenas para o controle (substrato sem hidrogel) e para o hidrogel puro (sem ureia) foi observada resposta superior do turno normal (T1).

Dessa forma, dosagens intermediárias podem ser utilizadas para que não haja crescimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea, causando desequilíbrios, com consequências nas fases do transplântio e desenvolvimento, quando da produção de mudas de pimentão com turno de rega reduzido.

Conclusão

A qualidade de mudas de pimentão produzidas no turno normal de rega é melhor do que a das produzidas em condições de restrição de água. As maiores concentrações de hidrogel nanocompósito com N-ureia proporcionam boa qualidade das mudas em condições de restrição de água, podendo ser ajustadas suas concentrações para essa finalidade. Ajustes nas dosagens de N-ureia do hidrogel nanocompósito, bem como os níveis de umidade do substrato, devem ser contemplados em estudos futuros e validações, para promover economia de água e melhor qualidade das mudas de pimentão.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal – FAP/DF pelo fomento a este estudo por meio do apoio financeiro ao Projeto Nº 706/2019 - EDITAL Nº 03/2018 – Pesquisa Científica, Tecnológica e Inovação - Demanda Espontânea (Processo SEI nº 00193-00000211/2019-12)

Referências

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2015. 396 p.

BORTOLIN, A. **Desenvolvimento de nanocompósitos baseados em hidrogéis aplicados à liberação de nutrientes agrícolas**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

BORTOLIN, A.; AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C.; RIBEIRO, C. Nanocomposite PAAm/methyl cellulose/montmorillonite hydrogel: evidence of synergistic effects for the slow release of fertilizers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 31, p. 7431-7439, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf401273n>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 395 p.

MAPEAMENTO e quantificação da cadeia produtiva das hortaliças. Brasília, DF: CNA : Abcsem, 2017. 79 p. Disponível em: http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/mapeamento_e_quantificacao_da_cadeia_de_hortalicas.pdf. Acesso em: 05 mar. 2018.

GRUDA, N.; QARYOUTI, M. M.; LEONARDI, C. Growing media. In: BAUDOUIN, W.; NONO-WOMDIM, R.; LUTALADIO, N.; HODDER, A. (ed.). **Good agricultural practices for greenhouse vegetable crops**: principles for mediterranean climate areas. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. p. 271-302. (FAO. Plant Production and Protection Paper, 217). Disponível em: <https://www.fao.org/3/i3284e/i3284e.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2022.

HANAFI, M. M.; ELTAIB, S. M.; AHMAD, M. B. Physical and chemical characteristics of controlled release compound fertilizer. **European Polymer Journal**, v. 36, n. 10, p. 2081-2088, 2000.

HENZ, G. P.; RIBEIRO, C. S. C.; CARVALHO, S.; BIANCI, C. A. Como cultivar pimentão. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, v. 42, p. 1-6, 2007. Caderno técnico.

JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; SILVA, J. da; BUTRUILLE, N. dos S.; OLIVEIRA, C. R. de; BORGES, S. R. dos S. **Uso de hidrogel nanocompósito na produção de mudas de tomate e pimentão**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2019. 24 p. (Embrapa Hortaliças. Circular técnica, 167). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201160/1/CT-167-20-08-2019-2.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2022.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, June 2006..

LIMA, G. G. S.; NASCIMENTO, A. R.; AZARA, N. A. Produção de mudas. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa. 2012. p. 79-101.

LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. de; Avaliação de frutos de

pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v16i1.4922>

MANDULÃO, G. E. C.; MAIA, S.D.S.; LOPES, J. L.; MONTEIRO NETO, A. K.P.D.M Y L. G. CARVALHO. Uso de hidrogel e substratos na produção de mudas de pimentão. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 74., 2017, Belém, PA. A responsabilidade da engenharia e da Agronomia para o desenvolvimento do país. [Brasília, DF]: Confea, 2017. Disponível em: www.confea.org.br/media/contecc2017/agronomia/123_udhesnpgmdmpc.pdf. Acesso em: 09 mar. 2018.

MELO, R. A. de C. e; JORGE, M. H. A.; BOTREL, N.; BOITEUX, L. S. Effect of a novel hydrogel amendment and seedling plugs volume on the quality of ornamental/miniature tomato. **Advances in Horticultural Science**, v. 32, n. 4, p. 535-540, 2018.

MELO, R. A. de C. e; BUTRUILLE, N-M. dos S.; JORGE, M. H. A.; NAVAS CAJAMARCA, S. M. Utilización de hidrogel nanocompuesto con N-urea en sustrato para producción de plántulas de pimentón. **Bioagro**, v. 31, n. 3, p. 167-176, 2019a..

MELO, R. A. de C. e; JORGE, M. H. A.; BORTOLIN, A.; BOITEUX, L. S.; RIBEIRO, C.; MARCONCINI, J. M. Growth of tomato seedlings in substrates containing a nanocomposite hydrogel with calcium montmorillonite (NC-MMt). **Horticultura Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 199-203, Apr./June 2019b.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, P. P.; CANTLIFFE, D. J. Qualidade das sementes e estabelecimento das plantas. In: NASCIMENTO, W. M.; PEREIRA, R. B (ed.). **Produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 57-86. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212768/1/Producao-de-Mudas-de-Hortalicas.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2022.

RAGASSI, C.F., MELO, R. A. C. **Recomendações para manejo da compactação do solo no contexto da produção integrada do pimentão no Distrito Federal**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017. 11 p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 115). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1067874>. Acesso em: 07 mar. 2018.

SABADINI, R. C. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Carlos.

OZTEKIN, G. B.; GIUFFRIDA, F.; TUZEL, Y.; LEONARDI, C. Is the vigour of grafted tomato plants related to root characteristics? **Journal of Food Agriculture and Environment**, v. 7, p. 364-368, 2009.

LUNA, A. M., GARCÍA, E. R., SERVÍN, J. L. C.; HERRERA, A. L.; ARELLANO, J. S. Evaluation of different concentrations of nitrogen for tomato seedling production (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Universal Journal of Agricultural Research**, v. 2, n. 8, p. 305-312, 2014.

