



Crescimento de mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide

Growth of papaya under irrigation depths and application of brassinosteroid

Joilma Maria de Souza⁽¹⁾; Valéria Fernandes de Oliveira Sousa^{(2)*};
Gisele Lopes dos Santos⁽³⁾; Jeneilson Alves da Silva⁽⁴⁾;
Josemir Moura Maia⁽⁵⁾; Jonathan Bernardo Barboza⁽⁶⁾; José Eldo Costa⁽⁷⁾

⁽¹⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6365-6603>; Universidade Estadual da Paraíba/Graduada em Licenciatura em Ciências Agrárias, Catolé do Rocha-PB, Brasil, E-mail: joilmasouza17@hotmail.com;

⁽²⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6124-0898>; Universidade Federal da Paraíba/Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, Brasil, E-mail: valeriafernandesbds@gmail.com (*autora correspondente);

⁽³⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1134-4672>; Universidade Federal Rural do Semiárido/Doutoranda em Fitotecnia, Mossoró-RN, Brazil, E-mail: gisele1612@gmail.com;

⁽⁴⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2582-8755>; Universidade Estadual da Paraíba/Mestre em Ciências Agrárias, Campina Grande-PB, Brasil, E-mail: jeneilsonalves@gmail.com;

⁽⁵⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2391-0838>; Universidade Estadual da Paraíba/Docente no Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias e Departamento de Agrárias e Exatas, Catolé do Rocha-PB, Brazil, E-mail: jmouram@gmail.com;

⁽⁶⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8194-326X>; Universidade Federal de Campina Grande/Graduando em Agronomia, Pombal-PB, Brasil, E-mail: jbernardobarboza@gmail.com;

⁽⁷⁾ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0438-7375>; Universidade Federal da Paraíba/Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, Brasil, E-mail: costaeldo@gmail.com

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 09 de abril de 2021; Aceito em: 12 de agosto de 2021; publicado em 18 de outubro de 2021. Copyright© Autor, 2021.

RESUMO: O brassinosteróide é um hormônio que além de favorecer o crescimento e desenvolvimento da planta é apontado como atenuante de efeitos negativos provocados pelo estresse hídrico em vegetais. O mamoeiro apresenta importância socioeconômica e o déficit hídrico é um fator limitante ao seu crescimento, logo, objetivou-se avaliar os efeitos causados pela aplicação do epibrassinolide ($C_{28}H_{48}O_6$), um análogo do brassinosteróide, durante a fase vegetativa do mamoeiro sob diferentes lâminas de irrigação. O experimento foi conduzido em campo no setor experimental pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, campus Catolé do Rocha -PB, utilizando-se a variedade Hawaí. Empregou-se esquema fatorial 5×2 , com quatro blocos, sendo cinco lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120, 140% da evapotranspiração de referência- ET_0), com brassinosteróide (concentração $1,0 \text{ mg L}^{-1}$) e sem brassinosteróide. A aplicação do hormônio foi efetuada via foliar aos 60 dias após o transplante por dois dias consecutivos, realizando-se esse procedimento dentro de uma câmara fechada e por meio de um pulverizador manual, 35 dias após a completa exposição das plantas aos tratamentos foram avaliados parâmetros de crescimento aos quais constatou-se que houve efeito significativo interativo entre os fatores estudados (lâminas x hormônio) na maioria das variáveis avaliadas. Menores lâminas de irrigação promoveram menor altura, diâmetro, número de folhas, área foliar e volume radicular das mudas de mamoeiro. O uso de 100% da evapotranspiração de referência proporcionou maior altura, umidade caulinar e radicular. A aplicação de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ do hormônio otimizou o crescimento das plantas na fase de produção de mudas, porém, não amenizou efeitos deletérios do déficit hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L., déficit hídrico, fitohormônio.

ABSTRACT: Brassinosteroid is a hormone that in addition to favoring the growth and development of the plant is pointed out as attenuator of the negative effects caused by water stress in vegetables. The papaya has socioeconomic importance and the water deficit is a limiting factor to its growth, therefore, it was aimed to evaluate the effects caused by the application of epibrassinolide ($C_{28}H_{48}O_6$), a brassinosteroid analogue, during the vegetative phase of the papaya under different irrigation slides. The experiment was conducted in the experimental field belonging to the State University of Paraíba, Catolé do Rocha -PB campus, using the Hawaí variety. In factorial scheme 5×2 , with four blocks and five irrigation slides (60, 80, 100, 120, 140% of reference evapotranspiration- ET_0), with brassinosteroid (concentration 1.0 mg L^{-1}) and without brassinosteroid. The hormone was applied via the leaves at 60 days after transplanting for

two consecutive days, this procedure being carried out inside a closed chamber and using a manual sprayer, 35 days after the complete exposure of the plants to the treatments, parameters were evaluated. at which it was found that there was a significant interactive effect between the factors studied (blades x hormone) in most of the variables evaluated. Smaller irrigation depths promoted lower height, diameter, number of leaves, leaf area and root volume of papaya seedlings. The use of 100% of the reference evapotranspiration provided greater height, stem and root moisture. The application of 1.0 mg L⁻¹ of the hormone optimized plant growth in the seedling production phase, however, it did not alleviate the harmful effects of the water deficit.

KEYWORDS: *Carica papaya* L., water deficit, phytohormone.

INTRODUÇÃO

Pertencente à família Caricaceae, o mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera largamente distribuída nos países tropicais e subtropicais, representando uma das culturas mais importantes no quesito social e econômico devido à ótima composição presente nas frutas e suas amplas possibilidades de utilização (NASCIMENTO, 2014; JESUS et al., 2016).

Segundo a FAO (2019), o Brasil destaca-se mundialmente como o segundo maior produtor de mamão, com participação de 1,16 milhões de toneladas, sendo superado apenas pela Índia (6,05 milhões de toneladas). Os estados que possuem maiores produções são Espírito Santo, Bahia e Ceará com 403.278, 390.075 e 118.717 toneladas respectivamente. Em relação ao estado da Paraíba, a área colhida da fruta foi em torno de 699 ha, sendo os principais produtores os municípios de Mamanguape e Conde com uma produção de 7.000 e 3.200 toneladas, na mesma ordem (IBGE, 2019).

A região Nordeste corresponde desta forma como a principal produtora desta fruta no país, contudo, mais de 60% do território desta região é ocupado por áreas de clima semiárido, caracterizado por baixas precipitações pluviométricas distribuídas ao longo do ano e altas taxas de evaporação, fatores estes que ocasionam geralmente déficit hídrico e acabam limitando o crescimento e o desenvolvimento das culturas (MEDEIROS et al., 2012).

Para Taiz et al. (2017) a pequena redução na disponibilidade de água no solo pode afetar drasticamente o metabolismo da planta, sendo as alterações morfológicas mais comuns representadas pela redução da área foliar e fechamento estomático. A adequada disponibilidade de água é crucial para o bom desenvolvimento do mamoeiro, uma vez que tanto a falta quanto o seu excesso são prejudiciais à planta, principalmente quando as mesmas estão em fase vegetativa inicial ou reprodutiva. De acordo com Silva et al. (2013) o mamoeiro pode ser cultivado na região do sertão paraibano com taxa de

reposição de 100% da evapotranspiração de referência (ET_o), no entanto, necessita de pesquisas na fase de mudas.

Períodos longos de déficits hídricos acumulados, podem além de reduzir o crescimento, induzir o abortamento temporário de flores e conseqüentemente diminuir a produção de frutos, assim como o excesso que pode provocar deiscência precoce de flores e frutos imaturos, e favorecer a incidência de doenças (RAMALHO et al., 2011).

Os fitohormônios por sua vez são substâncias produzidas em pequenas quantidades nas plantas que podem inibirem ou estimularem processos fisiológicos e morfológicos das mesmas, atuando inclusive como indutores de resistência em casos de estresse (VIEIRA et al., 2010; GONÇALVES et al., 2015). O brassinosteróide (BR) por exemplo, é uma classe de hormônio que é associada a modulação de resposta das plantas ao estresse, devido ao fato de estar envolvido na ativação dos mecanismos de proteção contra estresses oxidativos e na alteração estrutural e permeabilidade das membranas celulares (ALI, 2017; VARDHINI, 2017).

Gomes et al. (2013) aplicaram de forma exógena o BR em mudas de mamoeiro cultivados sob ausência de água por 15 dias afirmaram que o mesmo mitigou os efeitos deletérios causados pelo déficit hídrico. Entretanto, ainda são escassas pesquisas sobre esta temática, tornando-se importante estudos capazes de esclarecerem ainda mais acerca deste grupo de hormônios que pode colaborar com o desenvolvimento de espécies comprometidas por estresses abióticos, principalmente em regiões semiáridas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento do mamoeiro Hawái durante a fase vegetativa, em função da aplicação de brassinosteróide e sob diferentes lâminas de irrigação.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa foi realizada no Setor Experimental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no Campus IV- Catolé do Rocha – PB. A região situa-se nas seguintes coordenadas geográficas (6° 20' S de latitude e 37° 44' W de longitude e altitude de 275 m). O clima do município de acordo com a classificação de Koppen é do tipo BSW_h, ou seja, quente e seco. Com precipitação média anual de 870 mm, temperatura média de 27 °C (ALVARES et al., 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, combinados no esquema fatorial 5x2 com quatro repetições, sendo cinco lâminas de irrigação (60, 80, 100, 120, 140%) da evapotranspiração de referência (ET_0), com brassinosteróide (concentração 1,0 mg L⁻¹) e sem brassinosteróide. A parcela foi constituída de duas plantas totalizando 80 unidades experimentais.

Para a sementeira foram utilizadas sementes da variedade Hawaii com taxa de germinação de 74% e pureza de 99,9% da marca comercial ISLA®. O semeio foi realizado em vasos com capacidade de 350 cm³, o substrato usado foi composto de 50% de esterco bovino curtido e 50% de solo e a reposição hídrica foi realizada duas vezes ao dia. Aos 30 dias após a emergência as mudas foram transplantadas para os vasos definitivos com capacidade de 20 dm³ pintados com tinta cor alumínio refletiva. Foram feitos furos em todo perímetro inferior para drenar o excesso de água e colocado uma camada de brita de 5 cm e completado com solo cuja análise das características químicas e físicas encontram-se na Tabela 1. De acordo com as recomendações da análise, realizou-se a adubação necessária.

Tabela 1 – Caracterização física e química do solo na camada de 0-20 cm. UEPB, Catolé do Rocha-PB.

CE	pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺	N ₂	P	MO	DS	DP	Classificação textural
	(1:2,5)	-----meq/100g de solo-----						mg/100	%	%		% Areia
0,09	7,51	1,64	0,60	0,04	0,19	0,01	0,01	3,57 ^g	0,15	1,50	2,72	93,48

CE = Condutividade Elétrica; MO = Matéria Orgânica; DS = Densidade do Solo; DP = Densidade da Partícula. Fonte: Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande.

A irrigação foi realizada diariamente com 100% da ET_0 e aos 60 dias após o transplante foram diferenciadas as lâminas e calculadas a partir dos dados coletados diariamente em um tanque classe A contido na Estação Agrometeorológica, próximo à área experimental.

O hormônio utilizado foi um análogo do brassinosteróide C₂₈H₄₈O₆ (epibrassinolide) da marca SIGMA®, pulverizado aos 60 dias após o transplante diretamente sobre as folhas nas partes adaxial e abaxial as 17:00 h durante dois dias consecutivos dentro de uma câmara fechada utilizando um pulverizador manual (RODRÍGUEZ et al., 2008).

Aos 95 dias após o transplante obteve-se a altura do caule, determinada pela medição do colo ao ápice da planta utilizando uma régua milimétrica, o diâmetro do caule realizado com o auxílio de um paquímetro digital para mensuração das plantas, considerando um centímetro acima do colo, o número de folhas e área foliar determinada através da fórmula proposta por Posse et al. (2009) (Equação 1).

$$(AF = [0,4945 \times LM(0,0733 \ln DAT + 1,8486)] \times [10]^{-4}) \quad \text{Eq.1}$$

Onde (AF) = Área foliar, (LM) = Nervura central da folha e (DAT) = Idade planta.

O volume da raiz foi determinado com auxílio de uma proveta graduada de 500 ml contendo volume conhecido de água, sendo a resposta obtida a partir da diferença direta do volume de raízes, pela equivalência de unidades, conforme metodologia de Basso (1999). O percentual de umidade (%U) foi determinado segundo Slavick (1974). Foram coletadas e pesadas folhas, caules e raízes para determinação de massa fresca (MF). Em seguida, as amostras foram secas em estufas a 75 °C por 72 horas e pesadas para aferição de massa seca (MS). Para o cálculo utilizou a relação contida na (Equação 2).

$$\%U = [(MF - MS) / MF] \times 100 \quad \text{Eq.2}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F e regressão polinomial para as lâminas de irrigação. Para o processamento dos dados foi utilizado o programa Sisvar versão 5.6 (FERRREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 95 dias após o transplante (DAT) constatou-se que as lâminas de irrigação juntamente com a aplicação do brassinosteróide (BR) influenciaram no crescimento do mamoeiro em todos os parâmetros fenológicos avaliados, exceto no volume radicular no qual ambos os fatores foram significativos de forma isolada (Tabela 2).

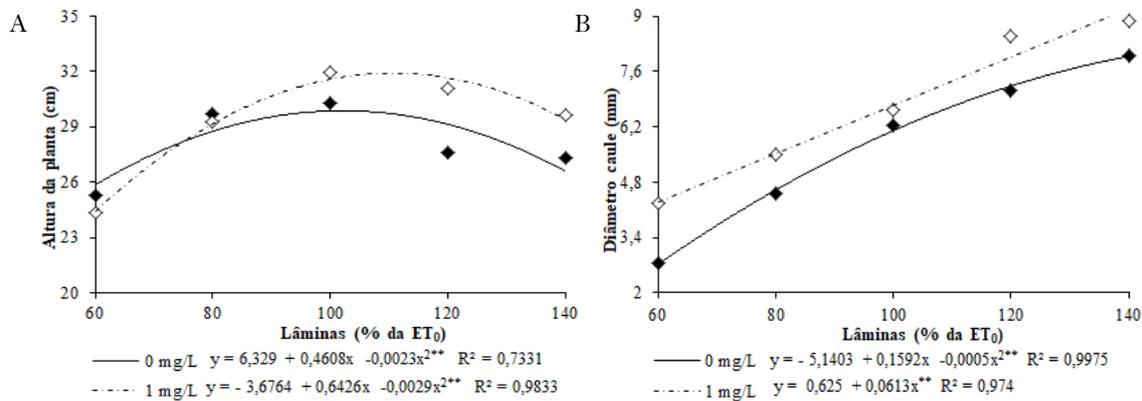
Tabela 2. Resumo das análises de variância referente às variáveis: Altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume radicular (VR), umidade radicular (UR), umidade caulinar (UC) e umidade foliar (UF) em mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide. UEPB, Catolé do Rocha-PB.

FV	Quadrados Médios								
	GL	AP	DC	NF	AF	VR	UR	UC	UF
Lâmina	4	43,56**	8,35**	32,77**	172,32**	574,4**	1,34**	7,92**	37,18**
Hormônio	1	14,40**	15,0**	10,50**	838,41**	696,3**	285,14**	0,01 ^{ns}	1,29 ^{ns}
(LxH)	4	7,43**	0,54**	0,39**	131,56**	4,806 ^{ns}	55,69**	0,35*	5,56**
Bloco	3	0,21 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,03 ^{ns}	348,48 ^{ns}	12,69 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Resíduo	27	0,12	0,03	0,24	351,37	7,241	0,01	0,08	11,81
CV (%)		1,25	1,26	7,98	6,34	6,16	0,15	0,32	0,83

FV- fonte de variação; GL - grau de liberdade; CV - coeficiente de variação; significativo a 0,01 (**) e 0,05 (*) de probabilidade; (^{ns}) não significativo.

Para a altura da planta, a aplicação do fitohormônio influenciou positivamente, se comparado ao tratamento ausente do mesmo, com 6,88% de acréscimo, contudo ambos se ajustaram ao comportamento quadrático ao longo do acréscimo na lâmina de irrigação, com ponto máximo na lâmina de 100% da ET₀ (Figura 1A). Fridman e Savaldi (2013), afirmam que os brassinosteróides cumprem importantes papéis em vários processos que ocorrem durante o crescimento da planta, entre eles a replicação e o alongamento celular, o que pode explicar o estímulo em altura empregando-se o BR, especialmente quando melhores condições hídricas foram estabelecidas, possivelmente, menores lâminas, podem ter dado início a desequilíbrios no processo natural de turgência, necessária à expansão celular, interferindo desta forma na altura da planta.

Figura 1. Altura da planta (A) e diâmetro do caule (B) em mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide: (♦) sem aplicação e (◇) com aplicação de 1,0 mg L⁻¹. UEPB, Catolé do Rocha-PB.



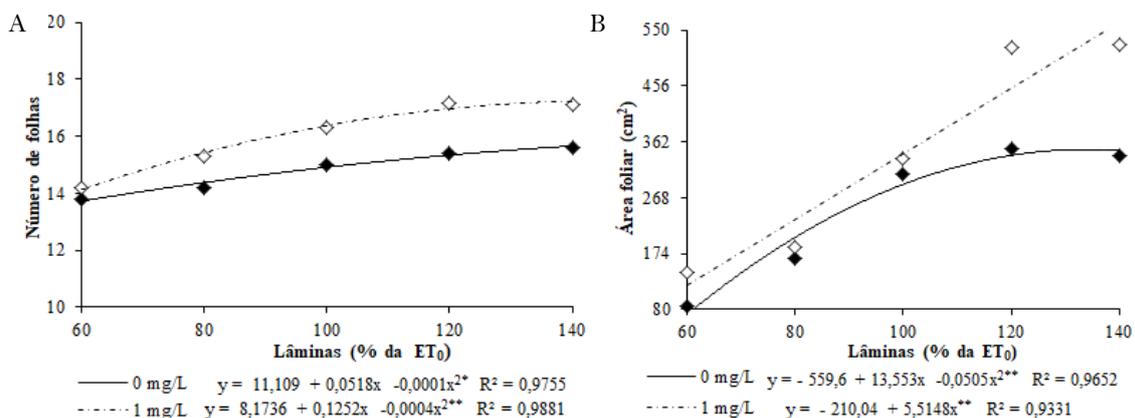
O diâmetro caulinar das plantas de mamoeiro (Figura 1B) se expandiu proporcionalmente com adição das lâminas de irrigação independentemente da aplicação ou não do brassinosteróide, em contrapartida, a aplicação do fitohormônio proporcionou maior incremento (20,19%) em relação à ausência, na lâmina de 140% ET₀. Freitas et al. (2012), avaliando mudas de abacaxizeiro com BR, também observaram que a dose de 1,0mg L⁻¹ proporcionou maior média de diâmetro nas plantas. Assim como, vários trabalhos demonstram que o acréscimo na demanda hídrica da irrigação proporcionaram incrementos no crescimento e produção de diversas frutíferas como: goiabeira (DANTAS NETO et al., 2015), pitangueira (SILVA et al., 2015) e bananeira (OLIVEIRA et al., 2013).

Ocasionalmente, as maiores lâminas de água fizeram com que as células dos meristemas secundários do caule se expandissem para o armazenamento do alto teor de água existente nos tecidos e adição da concentração do hormônio permitiu ainda mais a expansão das células, visto que, os BRs são ativos também nas membranas celulares e que podem provocar mudanças na plasticidade das mesmas, tal processo pode estar ainda relacionado a um mecanismo de ação ao estresse.

Outrossim, a emissão foliar nos tratamentos controle e 1,0 mg L⁻¹ do brassinosteróide apresentou aumento crescente com a aplicação das lâminas de irrigação, obtendo resposta linear (Figura 2A). Como nas demais variáveis de crescimento analisadas o tratamento com a aplicação do hormônio se destacou em relação ao controle, demonstrando assim, que o mesmo não diminuiu os efeitos deletérios do déficit

hídrico no mamoeiro, mas incrementa crescimento nas plantas em mamoeiro aumentando a área de fotossíntese. Eventualmente, a aplicação do BR nessa concentração não surtiu o efeito atenuante em condições de déficit hídrico. Doležalová et al. (2016) ao analisarem o BR em dois níveis de irrigação constataram que com irrigação reduzida, o tratamento com concentração de 1 mM teve uma influência positiva estatisticamente no crescimento e produção da cebola e que esse efeito é resultante da cultura em estudo e até cultivares.

Figura 2. Número de folhas (A) e área foliar (B) em mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide: (♦) sem aplicação e (◇) com aplicação de 1,0 mg L⁻¹. UEPB, Catolé do Rocha-PB.



A aplicação do brassinosteróide incrementou a área foliar (Figura 2B) das plantas de mamoeiro de forma linear crescente em função das lâminas de irrigação variando de 120,84 cm² (60% da ET₀) para 562,03 cm² (140% da ET₀), enquanto que a ausência da aplicação apresentou comportamento matemático quadrático com ponto máximo na lâmina estimada de 130 % da ET₀ com 349 cm². Segundo Assis-Gomes et al. (2018) a aplicação de BR em toda as folhas de mamoeiro ocasionou atraso na senescência foliar e, conseqüentemente, na abscisão foliar, promovendo assim, maior área foliar.

De acordo com Gomes et al. (2013) a dosagem usada, o tempo e o modo de aplicação do BR são importantes, porque são decisivos na resposta da planta, no referido estudo houve acréscimo no desenvolvimento se comparado ao controle para a maioria das variáveis, porém não ocorreu efeito atenuante esperado com relação a menor lâmina, talvez pela frequência ou quantidade do fitohormônio que foi aplicado.

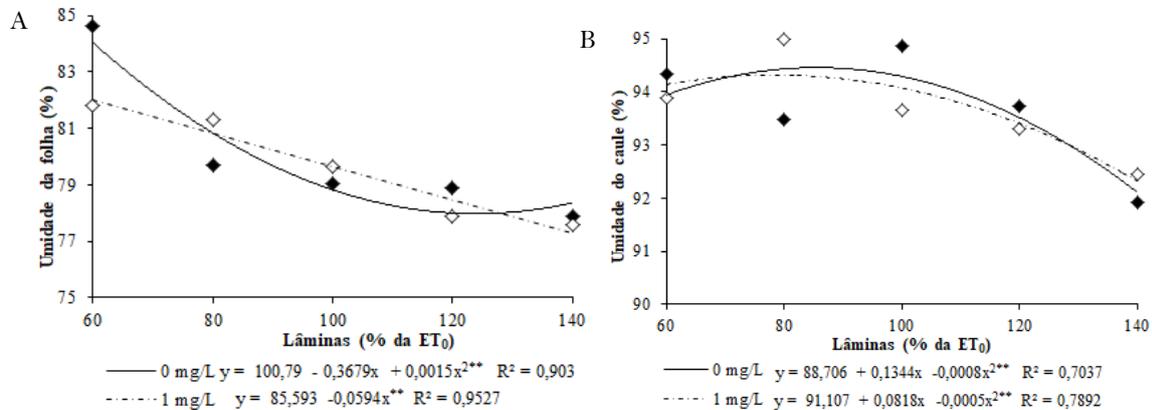
O menor número de folhas das plantas sob menor lâmina está relacionada, provavelmente, a mecanismos de adaptação da planta ao estresse hídrico consistindo no decréscimo da produção da área foliar, por meio da redução em número de folhas, sendo que para a planta, tal processo é relevante na redução da perda de água, auxiliando o fechamento estomático (TAIZ et al., 2017).

Logo, quando a planta é submetida a uma condição de estresse o hormônio vegetal, ácido abscísico (ABA), responde ao déficit hídrico em parte através da regulação da abertura estomática da folha, sendo assim, ABA pode inibir crescimento vegetativo e, portanto, se opor à propriedades promotoras do crescimento de BRs (CLOUSE, 2016). Redução na área foliar de mamoeiro também foi observada por Oliveira et al. (2020) com menores lâminas de irrigação.

Quantificando-se a umidade foliar das plantas de mamoeiro apresentou declínio com aumento das lâminas de irrigação, com uso ou não do fitohormônio, sendo que houve maior acúmulo de umidade no tratamento controle, porém a redução do acúmulo de umidade foliar foi menor com aplicação do fitohormônio (5,79%) se comparado ao tratamento controle (6,45%) entre a menor (60% da ET_0) e maior (140% da ET_0) lâmina de irrigação (Figura 3A). Geralmente a planta quando está submetida às condições de estresse seja hídrico ou salino, decresce a umidade foliar em resposta ao estresse afetando negativamente o grau de hidratação das membranas (SILVA et al., 2009), entretanto, ocorreu o inverso neste estudo, talvez pelo excesso de água nas maiores lâminas de irrigação terem proporcionado saturação hídrica, em resposta a planta aumentou as perdas de água por transpiração, reduzindo a umidade foliar. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2017) avaliando atuação do brassinosteróide no crescimento de mamoeiro sobre déficit hídrico nas concentrações 0,5 e 1 mg L⁻¹.

Esse incremento de umidade em plantas não tratadas com hormônio de acordo com Gomes et al. (2013) ao avaliarem Brassinosteróide em dois genótipos de mamoeiro submetidos ao estresse hídrico não constataram mudanças significativas no conteúdo de água foliar das plantas tratadas com BR. Os autores explicam que as folhas mais jovens das plantas tratadas com a seca mantiveram seu turgor por mais tempo, enquanto as folhas mais velhas que eram tratadas mais tempo com BR entraram em senescência.

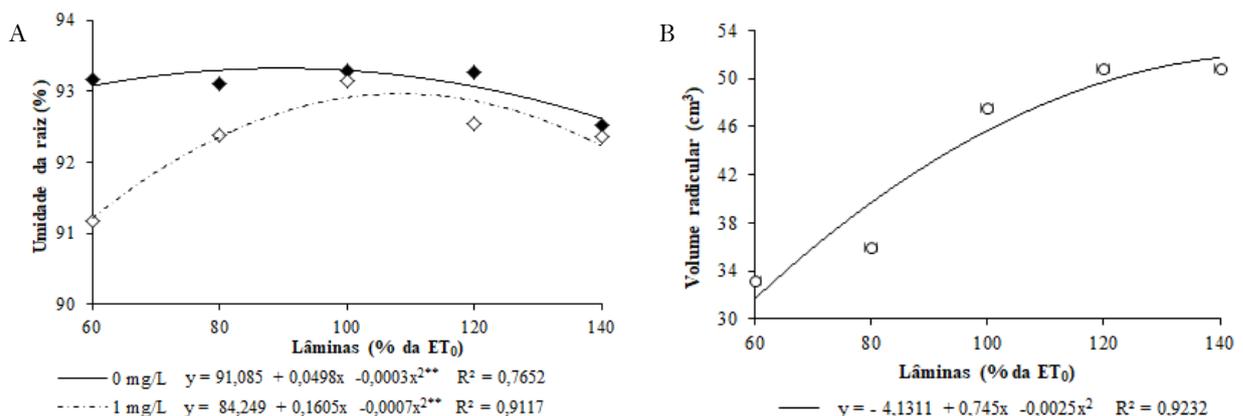
Figura 3. Umidade da folha (A) e umidade caulinar (B) em mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide: (♦) sem aplicação e (◇) com aplicação de 1,0 mg L⁻¹. UEPB, Catolé do Rocha-PB.



Observa-se que para o percentual de umidade caulinar (Figura 3B) a lâmina 100% da ET₀ obteve os maiores valores em ambos os tratamentos, porém conforme o aumento das lâminas foi possível observar um decréscimo constante em relação à umidade, isso pode ter sido provocado pelo estresse do excesso de água disponibilizado nas maiores lâminas. Possivelmente ocorreu aumento na taxa transpiratória da planta acarretando declínio na porcentagem de umidade caulinar nas mudas de mamoeiro (TAIZ et al., 2017).

Com relação ao sistema radicular, observou-se que o tratamento controle também se sobressaiu na umidade radicular (Figura 4A), a lâmina 100% da ET₀ proporcionou o melhor resultado em geral 93,14% e 93,28% na dosagem de 1,0 mg L⁻¹ e controle, respectivamente. Por outro lado, analisando isoladamente às lâminas de irrigação no volume radicular houve acréscimo em função do aumento da lâmina de irrigação com 15,52% de incremento unitário em cada lâmina (Figura 4B).

Figura 4. Umidade radicular (A) e Volume radicular (B) em mamoeiro sob lâminas de irrigação e aplicação de brassinosteróide: (♦) sem aplicação e (◇) com aplicação de 1,0 mg L⁻¹. UEPB, Catolé do Rocha-PB.



Independente das lâminas de irrigação, no volume radicular contatou-se interferência significativa com aplicação do brassinosteróide, o tratamento ausente do mesmo foi inferior 17,43% ao tratamento presente (Tabela 3). Possivelmente, tais resultados evidenciam que o Brassinosteróide influenciou significativamente no desenvolvimento do sistema radicular e conseqüentemente na absorção de água e nutrientes, o que acarretou superioridade nas demais características avaliadas ao longo deste estudo. Corroborando com Krishna et al. (2017) que afirmam que essa classe de hormônios esteróides de plantas desempenham papéis essenciais no crescimento e desenvolvimento da planta.

Tabela 3. Volume radicular de mamoeiro sob aplicação de brassinosteróide. UEPB, Catolé do Rocha-PB.

Brassinosteróide	Volume Radicular (cm ³)
Sem aplicação (0 mg L ⁻¹)	39,51b
Com aplicação (1,0 mg L ⁻¹)	47,85a
Dms	1,74
CV (%)	6,16

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Nestas condições experimentais, menores lâminas de irrigação são fatores limitantes para o crescimento do mamoeiro Hawái na fase vegetativa, sendo a melhor lâmina alcançada empregando-se 100% da evapotranspiração de referência para altura de plantas, umidade caulinar e radicular.

A aplicação de 1,0 mg L⁻¹ de Brassinosteróide otimizou o crescimento das plantas na fase de produção de mudas. Recomenda-se assim, realizar novos estudos utilizando outras concentrações desse fitormônio em diversas fases dessa cultura.

REFERÊNCIAS

1. ALI, B. Practical applications of brassinosteroids in horticulture - Some field perspectives. *Scientia Horticulturae*, v.225, p.15-21, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.051>
2. ALMEIDA, F. de A. C.; MATOS, V. P.; CASTRO, J. R. de; DUTRA, A. S. Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: Hara, T.; ALMEIDA, F. de A. C.;CAVALCANTI MATA, M. E. R. M. (eds.). **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 2015. cap.3, p.133-188.
3. ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. De M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p.711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
4. ASSIS-GOMES, M.M.; PINHEIRO, D.T.; BRESSAN-SMITH, R.; CAMPOSTRINI, E. Exogenous brassinosteroid application delays senescence and promotes hyponasty in *Carica papaya* L. leaves. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, v. 30, p.193-201, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40626-018-0114-5>
5. BASSO, S. M. S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de *Adesmia* DC. E *Lotus* L.** 1999. 268 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
6. CLOUSE, S.D. Brassinosteroid/Abscisic Acid Antagonism in Balancing Growth and Stress. **Developmental Cell**, v.38, n. 2, p. 118-120, 2016.
7. DANTAS NETO, J.; ALVES, A.S.; AZEVEDO, C.A.V.; FERNANDES, P.D.; LIMA, V.L.A. Characterization morphoagronomic of guava fruits under different water depths and nitrogen fertilization levels. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 174 – 183, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n320rc>
8. DOLEŽALOVÁ, J.;KOUDELA, M.; SUS, J.;PTÁČEK.; P. Effects of synthetic brassinolide on the yield of onion grown at two irrigation levels. **Scientia Horticulturae**, v. 202, p. 125-132, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.02.023>

9. FAO. Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT Database 2019**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 21 de Junho de 2021.
10. FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, (UFLA), v.38, n.2, p.109-112, 2014.
11. FREITAS, S. J.; SANTOS, PAULO C.; BERILLI, SÁVIO DA S.; LOPES, LUCIANO C.; DE CARVALHO, ALMY J.C. Brotação, desenvolvimento e composição nutricional de mudas de abacaxizeiro provenientes de gemas axilares submetidas ao brassinosteroide. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p.19-24, 2012.
12. FRIDMAN, Y.; SAVALDI, S. Brassinosteroids in growth control: How, when and where. **Plant Science**, v. 209, p.24-31, 2013. doi: 10.1016 / j.plantsci.2013.04.002
13. GOMES, M.M.A.; NETTO, A.T.; CAMPOSTRINI, E.; SMITH, R.B.; ZULLO, M.A.T.; FERRAZ, T.M.; SIQUEIRA, L, N.; LEAL, N.R.; VÁZQUEZ, M.N. Brassinosteroid analogue affects the senescence in two papaya genotypes submitted to drought stress. **Revista Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.25, n.3, p.186- 195, 2013.
14. GONÇALVES, K. S.; SOUSA, A. P.; VELINE, E. D. Aplicação de reguladores vegetais e de fosfito de potássio em mudas de eucalipto submetidas à deficiência hídrica. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 273-285, 2015
15. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal (2019)**. Disponível em: < [http:// www.ibge.com](http://www.ibge.com)>. Acesso em: 21 de Junho de 2021.
16. JESUS, V. A. M.; ARAÚJO, E. F.; NEVES, A. A.; SANTOS, F. L.; DIAS, L. A. D. S.; SILVA, R. F. D. Ratio of seeds and sodium hypochlorite solution on the germination process of papaya seeds. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 1, p. 57-61, 2016. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v38n1151150>
17. KRISHNA, P.; PRASAD, B.D.; RAHMAN, T. Brassinosteroid Action in Plant Abiotic Stress Tolerance. In: RUSSINOVA, E.; CAÑO-DELGADO, A. (eds) Brassinosteroids. **Methods in Molecular Biology**, v. 1564, New York: Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-6813-8_16

18. MEDEIROS, S. S.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M. P.; TINÔCO, L. B. M.; SALCEDO, I. H.; PINTO, T. F. **Sinopse do censo demográfico para o semiárido brasileiro**. Campina Grande: INSA, 103p, 2012.
19. NASCIMENTO, A. L. **Melhoramento Genético Do Mamoeiro: Novos Híbridos Para O Norte Do Espírito Santo**. 2014. 105 p. Dissertação. (Mestrado em Agricultura Tropical) - Programa de Pós Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal do Espírito Santo. São Mateus, ES, 2014.
20. OLIVEIRA, J.M.; COELHO FILHO, M.A.; COELHO, E.F. Crescimento da bananeira Grande Naine submetida a diferentes lâminas de irrigação em tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p.1038–1046, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001000003>.
21. OLIVEIRA, V.S.; Ribeiro, W.R.; Posse, R.P.; Valani, F.; Salles, R.A., Oliveira, W.S.; Oliveira, J.R.; Costa, G.S.; Posse, S.C.P.; Arantes, S.D.; Schmildt, O.; Schmildt, E.R. Production of “Mel” Papaya Seedlings under the Application of Different Irrigation Depths. **Agricultural Sciences**, 11, 921-931. <https://doi.org/10.4236/as.2020.1110060>
22. PEREIRA, G. M.; SOARES, A. A.; ALVES, A. R.; RAMOS, M. M.; MARTINEZ, M. A. Modelo computacional para simulação das perdas de água por evaporação na irrigação por aspersão. **Engenharia Agrícola**, v.16, n.3, p.11-26, 2015.
23. POSSE, R.P.; SOUSA E.F.; BERNARDO S.; PEREIRA M.G.; GOTTARDO R.D. Total Leaf Area of Papaya Trees Estimated By Nondestructive Method. **Revista Scientia Agrícola**, v.66, n.4, p.462-466, 2009.
24. RAMALHO, A.R.; SOUZA, V. F. DE.; SILVA, M. J. G. DA.; VIEIRA JÚNIOR, J. R.; CASSARO, J. D. **Condicionantes agroclimáticas e riscos tecnológicos para cultura do mamoeiro em Rondônia**. Porto Velho, RO: Emprapa (Comunicado técnico 371), 2011.10p.
25. RODRIGUES, G. J.; TEIXEIRA, M. T.; FERNANDES FILHO, E. I.; PICANÇO, M. C. Características do fluxo de ar de um pulverizador hidropneumático para aplicação de agroquímicos em plantas arbustivas. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.16, n.2, p.199-207, 2008.

26. SLAVÍCK, B. **Methods of studying plant water relations**. Springer-Verlag: New York, 1974.449p.
27. SILVA, C.A.; DOURADO NETO, D.; SILVA, C.J.; MELO, B. Desenvolvimento de mudas de pitangueira em função de lâminas de irrigação em dois tamanhos de recipiente. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 638-651, 2015.
<http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v20n4p638>
28. SILVA, E.N.; SILVEIRA, J.A.G.; RODRIGUES, C.R.F.; LIMA, C.S.; VIÉGAS, R.A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.437-445, 2009.
29. SILVA, J.A. **Atuação do Brassinosteróide no crescimento de mamoeiro sobre déficit hídrico**. 2017. 77p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias), Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.
30. SILVA, M.S.; MELO, A.S.; PEDROZA, J.P.; GOMES, J.P.; MAIA JUNIOR, S.O. Quality of papaya hybrid grown under different irrigation depths. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.4, p.865-875, 2013.<https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000400025>
31. TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. Estresse abiótico. In: **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre, RS: Artmed, 6^a ed., 2017. 888 p.
32. VARDHINI, B.V. Modifications of morphological and anatomical characteristics of plants by application of brassinosteroids under various abiotic stress conditions—a review. **Plant Gene**, v.11, p.70–89, 2017.
<https://doi.org/10.1016/j.plgene.2017.06.005>
33. VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J.S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: Edufma, 2010. 230 p.