

Influência do déficit hídrico na produção e qualidade de mudas de *Piptadenia moniliformis* Benth

*Influence of water deficit on the production and quality of *Piptadenia moniliformis* Benth. seedlings*

Jenickson Rayron da Silva Costa¹, Alan Cauê de Holanda², Ewerton Souto Pinheiro³, Gleydson Vinicius dos Santos Silveira⁴, Allyson Rocha Alves⁵, Magali Ribeiro da Silva⁶

RESUMO: Avaliar a qualidade das mudas e reduzir a quantidade inicial de água utilizada para irrigação na fase de desenvolvimento é uma estratégia importante para prever a sobrevivência após implantação, tornando a produção de mudas menos dispendiosa. Portanto, o objetivo foi avaliar a qualidade das mudas de *Piptadenia moniliformis* Benth sob diferentes intervalos de irrigação. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com 35 mudas (5 tratamentos x 7 repetições). Foram realizadas medições biométricas durante 90 dias. As mudas irrigadas por um período máximo de 6 dias mostraram resultados superiores em parâmetros que indicam a qualidade das plântulas, tais como a relação altura/diâmetro (H/D) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Na fase inicial de desenvolvimento, um intervalo de irrigação de até 6 dias é adequado para produzir mudas de *P. moniliformis* de qualidade.

Palavras-chave: Bioma Caatinga. Catanduva. Intervalos de rega. Análise de componentes principais.

ABSTRACT: Assessing seedling quality and reducing the initial amount of water used for irrigation in the development phase is an important strategy to predict post-planting field survival to make seedling production less costly. Therefore, the objective was to evaluate the quality of *Piptadenia moniliformis* Benth seedlings, under different irrigation intervals. The experiment was completely randomized with thirty-five seedlings (5 treatments x 7 replications). Biometric measurements were performed for up to 90 days. Seedlings irrigated for up to 6 days showed superior results in parameters that indicate the quality of seedlings, such as Height/Diameter Ratio (H/D) and Dickson Quality Index (DQI). In the early stage of development, an irrigation interval of up to 6 days is adequate to produce quality *P. moniliformis* seedlings.

Keywords: Caatinga biome. Catanduva. Watering intervals. Principal component analysis.

Autor correspondente: Ewerton Souto Pinheiro
E-mail: ewertonsoutopinheiro@gmail.com

Recebido em: 02/11/2022
Aceito em: 24/04/2023

¹ Doutorando em Recursos Florestais na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba (SP), Brasil.

² Docente permanente do Departamento de ciências agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

³ Acadêmico de Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

⁴ Acadêmico de Engenharia Florestal na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

⁵ Docente permanente do Departamento de ciências agrônômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

⁶ Docente do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente e do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo (SP), Brasil.

INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga possui espécies de árvores adequadas para a produção madeireira e não madeireira. Dado o desmatamento acumulado causado por fontes antrópicas, há atualmente uma grande demanda de espécies nativas utilizadas em programas de reflorestamento (Seabra *et al.*, 2022). Contudo, o processo de recomposição florística destas áreas exige elevados custos financeiros para os pequenos, médios e grandes produtores. E, relativo à contingência de despesas, a escolha inicial das espécies torna-se uma etapa fundamental neste processo (Gariglio *et al.*, 2010).

A fim de acelerar e facilitar o processo de recuperação destas áreas, é necessário utilizar espécies nativas bem adaptadas ao ambiente e que possam promover melhores resultados. Os efeitos ambientais sobrecarregam o crescimento e desenvolvimento individual das árvores, tais como a disponibilidade de água (Raiesi, 2017), que é um dos fatores que mais influenciam as características funcionais das plantas, onde, para além do seu crescimento, pode determinar a sua sobrevivência. Além disso, também consiste em um processo que exige elevados custos financeiros durante o crescimento e desenvolvimento de uma plantação.

Vários autores demonstraram os efeitos que o déficit hídrico causa na fase inicial de crescimento da produção de mudas (Costa *et al.*, 2019; Sahitya *et al.*, 2018; Tsai *et al.*, 2020), e isto levou ao desenvolvimento de pesquisas e testes que buscam encontrar a forma mais adequada para produzir mudas considerando o menor custo e consumo de água possíveis.

Segundo a FAO (2007), 70% da água potável do planeta pode destinar-se à irrigação, e isso pode aumentar a pressão social sobre os impactos ambientais causados pela agricultura. Com isso, a otimização da utilização dos recursos hídricos pelas plantas reduzirá o consumo da água potável existente, diminuindo os custos de produção de mudas. Além disso, produzindo plântulas de qualidade com potencial para tolerar longos períodos de seca no campo, através da rustificação. Por esse motivo, é necessária a avaliação de espécies que são resistentes e podem ser condicionadas a ambientes com recursos naturais escassos.

Piptadenia Moniliformis Benth é uma espécie nativa do bioma Caatinga, tem tamanho médio, crescimento rápido e naturalmente adaptada a várias condições inóspitas para uma planta (Silva; Silva, 2020; Aquino *et al.*, 2019; Silveira *et al.*, 2022). Por isso, é importante avaliar os parâmetros morfológicos das mudas a fim de obter mudas com qualidade superior a partir do melhoramento das técnicas de produção. A valorização da qualidade das mudas no processo de produção pode proporcionar grandes avanços e melhorias no processo de

reflorestamento, uma vez que a qualidade das mudas está totalmente ligada à produtividade da plantação e à qualidade do produto (Kuan-Hung *et al.*, 2019).

Portanto, é fundamental conhecer os aspectos morfológicos adaptativos das mudas de *P. moniliformis*, e o momento em que elas podem perder a qualidade de desenvolvimento necessário para tolerar o déficit hídrico quando este lhe é imposto. Em virtude da exiguidade das exposições sobre o comportamento da *P. moniliformis* na fase de moldagem, relativo à sua capacidade de tolerar o déficit hídrico durante o seu desenvolvimento inicial, avaliou-se a qualidade de mudas desta espécie quando submetidas a déficit hídrico em diferentes intervalos de rega.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DADOS EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido em casa de sombra de 50%, em Mossoró-RN, localizada entre as coordenadas geográficas de 5°12'21"S latitude 37°19'11"W longitude, a 25 m de altitude. As sementes foram doadas pelo Projeto Caatinga, coletadas em agosto de 2019, a partir de matrizes localizadas na fazenda experimental da Universidade Federal rural do Semi Árido (UFERSA). Após serem recolhidas, as sementes foram processadas manualmente e armazenadas em sacos de plástico numa câmara fria no laboratório do Centro de Pesquisa em Ciências Vegetais do Semi-Árido, à temperatura ambiente ($5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$), até ao início do experimento.

As plântulas foram produzidas durante os meses de setembro de 2019 a janeiro de 2020, consistindo precisamente nos meses mais quentes, com a mais baixa humidade relativa do ar e, conseqüentemente, com a mais baixa precipitação do ano.

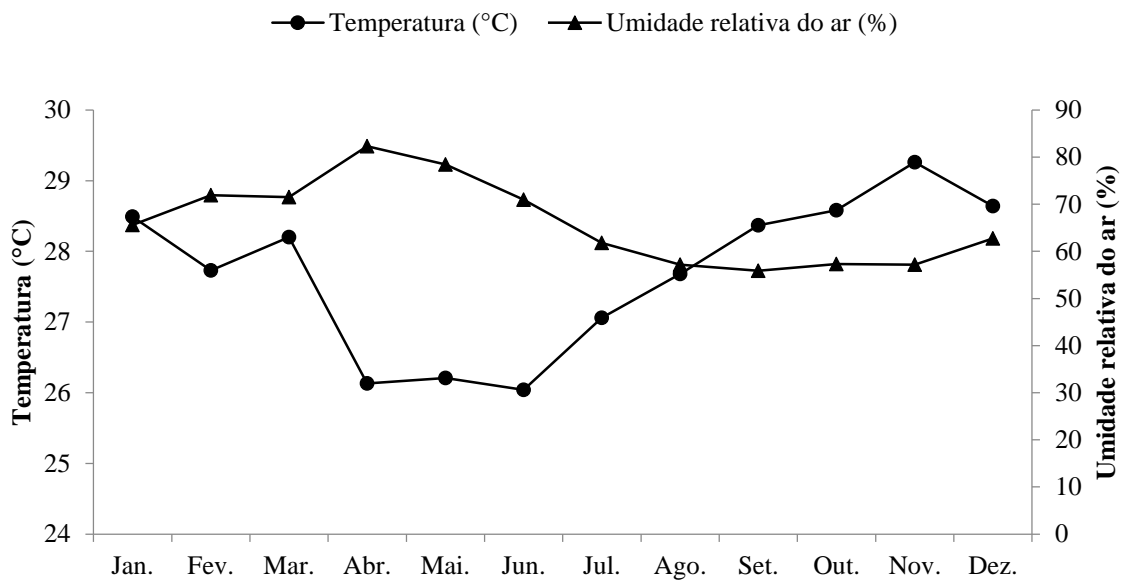


Figura 1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa em Mossoró-RN, durante 2019/2020.
Fonte: INMET (2019)

Para quebrar a dormência das sementes, foram consideradas as recomendações feitas por Benedito *et al.* (2008), onde se sugere que as sementes fiquem submersas durante 10 a 15 minutos (foi considerado 12 minutos) em ácido sulfúrico. Após este processo, duzentas sementes foram colocadas para germinar em tubos de 55 cm³ dispostos num recipiente plástico rígido com um substrato composto apenas de fibra de coco a 1 m do solo, irrigado uma vez por dia, utilizando uma garrafa de água, e adicionando 50 ml de água em cada tubo.

Quinze dias após a germinação, os propágulos foram transplantados para sacos plásticos de polietileno de 10 x 20 cm (635,38 cm³), contendo palha de coco, areia, e agregado arenoso (1: 1: 1). Não se utilizou fertilizante. A análise química do substrato foi realizada no Laboratório de Solo da UFERSA (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do substrato utilizado para produzir mudas de *Piptadenia moniliformis*

N	pH	CE	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
g kg ⁻¹	água	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmolc. dm ⁻³ -----			
4,69	7,0	5,97	18,81	666,8	5737	1643	10,3	3,75	0	0,17

Fonte: Elaborado pelos autores

Estabeleceu-se um período de 7 dias para adaptar as mudas ao novo recipiente e assim aplicar os tratamentos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com

cinco tratamentos: irrigação diária (ID), irrigação de 3 em 3 dias (I3D), irrigação de 6 em 6 dias (I6D), irrigação de 9 em 9 dias (I9D), e irrigação de 12 em 12 dias (I12D). Cada irrigação foi com 105 ml. Houve sete repetições por tratamento, totalizando 35 mudas. Após 90 dias, os tratamentos ID; I3D; I6D; I9D, e I12D receberam 90, 30, 15, 10, 8, e 6 regas, respectivamente. Para determinar a capacidade de retenção de água do substrato, uma amostra foi submersa num recipiente com água até que o substrato estivesse encharcado. Em seguida, a embalagem foi retirada do recipiente e colocada numa plataforma elevada para permitir a drenagem do substrato. Após o escoamento da água, cada embalagem foi pesada e depois foi determinado o valor correspondente ao peso a 100% da capacidade de retenção de água do substrato.

2.2 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Considerando o intervalo de 15 dias, ao fim do experimento foram realizadas sete avaliações (aos 7; 15; 30; 45; 60; 75 e 90 dias), a partir do 8º dia após o transplante, durante 3 meses (90 dias). Foram realizadas medições de altura (H) de duas em duas semanas utilizando uma régua, considerando a altura do coleto até a gema apical. O diâmetro do caule (D), a altura do coleto, foi medida com auxílio do paquímetro digital, e o número de folhas (NF) foi determinado por contagem. Determinou-se o quociente de robustez proposto por Carneiro (1995), que consiste na relação entre a altura e o diâmetro do caule (Relação H/D).

Após 90 dias, as folhas, caule e raízes foram separadas em sacos e colocadas numa estufa a 65°C durante 72 horas para obter o peso da matéria seca foliar (PMSF), peso da matéria seca do caule (PMSC), peso da matéria seca da raiz (PMSR) e peso da matéria seca total (PMST). Com dados sobre o peso da matéria seca, foi calculada a alocação da biomassa foliar (ABF), caule (ABC) e raiz (ABR). A partir de tais valores determinou-se a razão PMSPA/PMSR.

O Índice de Qualidade de Dickson (IQD) foi calculado para acessar a qualidade das mudas por meio da equação 1 (Dickson *et al.*, 1960):

$$IQD = \frac{PMST}{\left(\frac{H}{D}\right) + \left(\frac{PMSF + PMSC}{PMSR}\right)} \quad (1)$$

Em que: IQD = índice de qualidade de Dickson; PMST = massa seca total; H/D = razão entre altura e diâmetro; PMSF = massa seca foliar; PMSC = massa seca do caule e PMSR = massa seca da raiz.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As combinações de variáveis (H, D, NF, ABF, ABC, ABR) foram analisadas em conjunto e/ou separadamente utilizando o software R versão 3.30 (R Core Team, 2017). Todos os dados foram submetidos aos testes de homoscedasticidade e normalidade. Também foi feita a verificação de valores outliers e/ou influentes, mas os pressupostos não foram violados.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($p < 0,05$) (GLM, com distribuição gaussiana). Quando foram detectados efeitos fixos estatisticamente significativos, o teste de Scott-Knott ($\alpha < 0,05$) foi realizado com a função "dic" do pacote ExpDes.pt R (Ferreira *et al.*, 2021). Também avaliou-se a significância da relação entre o peso da matéria seca, IQD, e a Razão H/D utilizando a análise de regressão linear.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada utilizando todas as variáveis avaliadas neste trabalho para testar o comportamento das mudas sob Componentes Principais (CP). A variância acumulada superior a 80% foi utilizada como critério para a análise de CP. O Biplot da CP foi realizado utilizando a função "fviz_pca_biplot" do pacote FactoExtra R (Kassambara; Mundt, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes intervalos de rega começaram a afetar a altura e o número de folhas a partir da quinta semana e o diâmetro a partir da sétima (nos tratamentos utilizamos as unidades em dias). No final do teste, H, D e NF demonstraram que os intervalos de rega afetaram apenas as mudas irrigadas a cada 9 e 12 dias (Tabela 3). Os parâmetros avaliados não apresentaram diferenças estatísticas nas primeiras semanas de avaliação. Esta indiferença pode estar associada à baixa demanda de água e ao grande volume do recipiente, uma vez que as mudas apresentavam menos de 5 cm de altura nestes 15 dias iniciais.

Tabela 3. Altura, diâmetro do caule e número de folhas de mudas de *Piptadenia Moniliformis* submetidas a intervalos de rega

Tratamentos	Avaliações (dias)						
	Altura (cm)						
	0	15	30	45	60	75	90
RD	2,8 a	3,9 a	8,0 a	11,4 a	15,0 a	23,3 a	24,4 a
R3D	3,0 a	3,7 a	6,9 a	10,4 a	11,6 b	19,8 a	21,4 a
R6D	2,9 a	4,6 a	6,1 a	10,0 a	9,9 b	16,6 a	18,6 a
R9D	2,7 a	3,5 a	4,8 b	5,6 b	6,5 c	7,4 b	7,4 b
R12D	2,6 a	3,2 a	4,5 b	5,9 b	6,3 c	9,1 b	9,2 b
Diâmetro do coleto (mm)							
RD	0,93 a	1,36 a	1,96 a	2,46 a	2,84 a	3,07 a	3,23 a
R3D	0,96 a	1,41 a	1,90 a	2,33 a	2,58 a	2,75 a	3,42 a
R6D	0,96 a	1,43 a	1,86 a	2,41 a	2,45 a	2,62 a	3,09 a
R9D	0,95 a	1,29 a	1,57 b	1,59 c	1,77 b	1,81 b	1,83 b
R12D	0,96 a	1,35 a	1,57 b	1,96 b	1,83 b	1,87 b	1,97 b
Número de Folhas							
RD	3,3 a	5,0 a	6,7 a	7,1 a	7,7 a	8,3 a	12,0 a
R3D	3,1 a	5,0 a	5,0 b	6,4 a	5,0 b	5,9 b	8,3 a
R6D	3,3 a	5,1 a	4,6 b	6,0 a	4,4 b	5,9 b	8,9 a
R9D	3,1 a	4,4 a	4,4 b	4,4 b	4,3 b	3,1 c	2,1 b
R12D	2,9 a	4,3 a	4,4 b	4,7 b	3,0 b	2,7 c	2,3 b

A coluna em destaque indica a última avaliação realizada aos 90 dias. As letras minúsculas na coluna comparam a influência dos tratamentos na altura, diâmetro, e número de folhas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Aos trinta dias de desenvolvimento, a espécie *P. moniliformis* mostrou ser sensível a intervalos de irrigação superiores a 6 dias (R6D). Freitas e Silva (2018) observaram que mudas de *Aspidosperma pyrifolium*, espécie pioneira do bioma Caatinga, não teve sua altura, diâmetro, e número de folhas reduzidas significativamente até os 7 e 14 dias sem irrigação.

A altura das mudas irrigadas a cada 9 e 12 dias não diferiram estatisticamente e, respectivamente, foram reduzidas em 65 e 57% em valores brutos, em relação à média dos tratamentos RD, R3D e R6D, que não apresentaram diferença entre si na última avaliação. Em relação ao diâmetro, os tratamentos R9D e R12D reduziram em 44 e 39%, respectivamente, em relação à média dos três primeiros tratamentos (Tabela 3).

Os tratamentos R9D e R12D, aos 90 dias, apresentaram uma redução na sua área foliar de 78 e 76%, respectivamente, em relação à média de RD, R3D e R6D, que não diferiram. Esta menor área foliar nos tratamentos R9D e R12D foi causada pela menor formação e queda das folhas, especialmente após 75 dias.

A queda das folhas é uma estratégia marcante das espécies nativas do bioma caatinga que procuram tolerar o longo período de seca que lhes é aplicado. A redução da área foliar

implica também uma redução do número de estômatos, que é considerado um sintoma típico promovido pelo estresse oxidativo, provocado pelo período de seca (Zia *et al.*, 2021).

Adaptações anatômicas das folhas de *Croton blanchetianus* e *Croton heliotropiifolius*, duas espécies pioneiras do bioma caatinga, assim como a de *P. Moniliformis*, permitem observar que algumas espécies dessas áreas apresentam características adaptativas nas folhas que lhes proporcionam maior resistência em tempos de escassez do recurso hídrico, como por exemplo, a indução densa e a presença de compostos fenólicos (Barros; Soares, 2013).

Liu *et al.* (2013) observaram que *Platyclusus orientalis* se adapta ao déficit hídrico reduzindo significativamente o teor de citocinina nas folhas, uma vez que isto reduz o risco de desidratação da folha na parte aérea. Assim, dadas estas condições, os autores recomendam que a suplementação com citocinina seja considerada nas mudas, uma vez que esta estratégia pode minimizar o estresse sofrido pela planta, aumentando as suas hipóteses de sobrevivência e potencializando o seu sucesso no campo, especialmente em ambientes áridos como a Caatinga.

Na relação H/DC, RD, R3D e R6D apresentaram resultados semelhantes, revelando valores adequados de acordo com Carneiro (1995), que relata índice adequado com valores de de 5,4 e 8,1 (Figura 2).

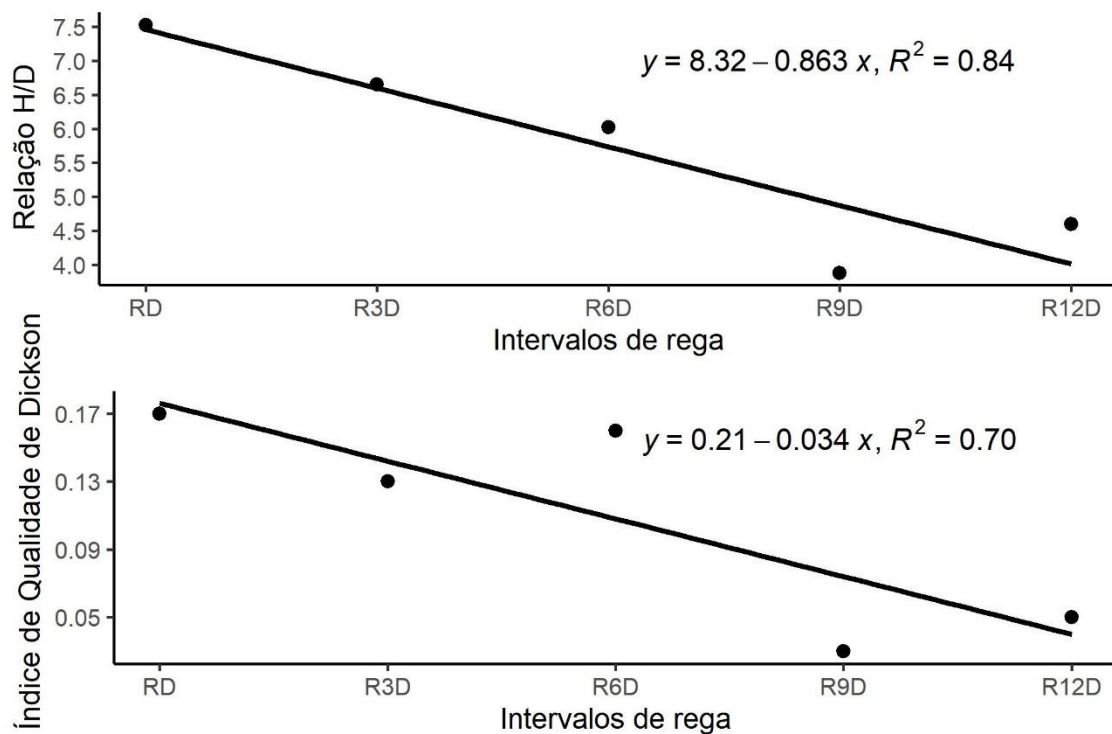


Figura 2. Relação altura/diâmetro (H/D) e Índice de Qualidade Dickson (IQD) das mudas de *Piptadenia moniliformis* submetidas a intervalos de rega.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Existe uma correlação muito precisa para obter a relação H/D das mudas. É um índice que indica o equilíbrio da parte aérea das mudas, demonstrando se há ou não alongamento ou hipertrofia do caule. Além disso, sabe-se que quanto menor for o valor da relação H/D, melhor será o desenvolvimento e, conseqüentemente, a sobrevivência das plântulas (Carneiro, 1995). Avelino *et al.* (2021) descobriram que o D é uma medida não destrutiva que melhor reflete a qualidade de uma plântula. Por outro lado, H é uma medida imprecisa e não deve ser analisada isoladamente para determinar a qualidade das plântulas (Lima Filho *et al.*, 2019).

As mudas de *P. moniliformis* mostraram uma relação proporcional entre IQD (Figura 2), ou seja, quanto menor a quantidade de água, menor a qualidade da muda de *P. moniliformis*. Um número mínimo ideal pode certificar a qualidade das plântulas utilizando o IQD, porque quanto maior for o índice, maiores serão as hipóteses de sobrevivência das plântulas quando implantadas no campo, no entanto, o número mínimo para o IQD precisa ser definido por espécie, e não ser adotado como regra geral, pois cada espécie apresenta comportamento morfológicos particulares. Isto porque o IQD irá avaliar vários parâmetros morfológicos das mudas, o que proporcionará um melhor conhecimento do seu estágio de desenvolvimento (Binoto *et al.*, 2010). Ainda neste contexto, o IQD apresenta a limitação de ser um parâmetro destrutivo, o que é um ponto negativo na sua aplicação, uma vez que as plântulas terão de ser mortas para que a análise seja efetuada.

O acúmulo de matéria seca mostra que houve uma regressão linear decrescente para o peso da massa seca das folhas (PMSF), massa seca do caule (PMSC), massa seca da raiz (PMSR) e massa seca total (PMST) com o aumento do déficit hídrico (Figura 3). As massas secas de folhas e totais foram mais afetadas pelo déficit hídrico do que as massas secas de caule e raiz. As plantas em condições de água mais favoráveis (RD, R3D e R6D) investiram na formação de folhas, diferentemente da condição sob maior déficit hídrico, cujas massas de folhas, caule e raízes secas eram semelhantes (Figura 3). A relação da atribuição proporcional da biomassa de mudas pode ser melhor observada na Figura 4.

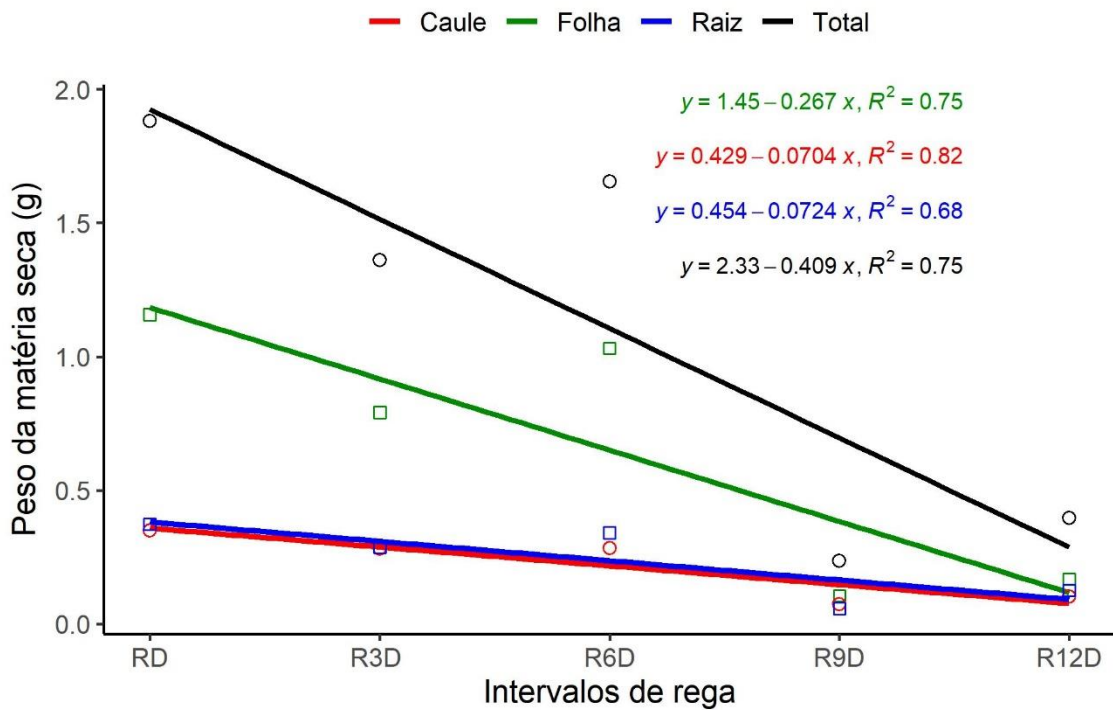


Figura 3. Análise de regressão linear do peso seco da folha, caule, raiz e total de mudas de *Piptadenia moniliformis* submetidas a intervalos de rega.

Fonte: Elaborado pelos autores.

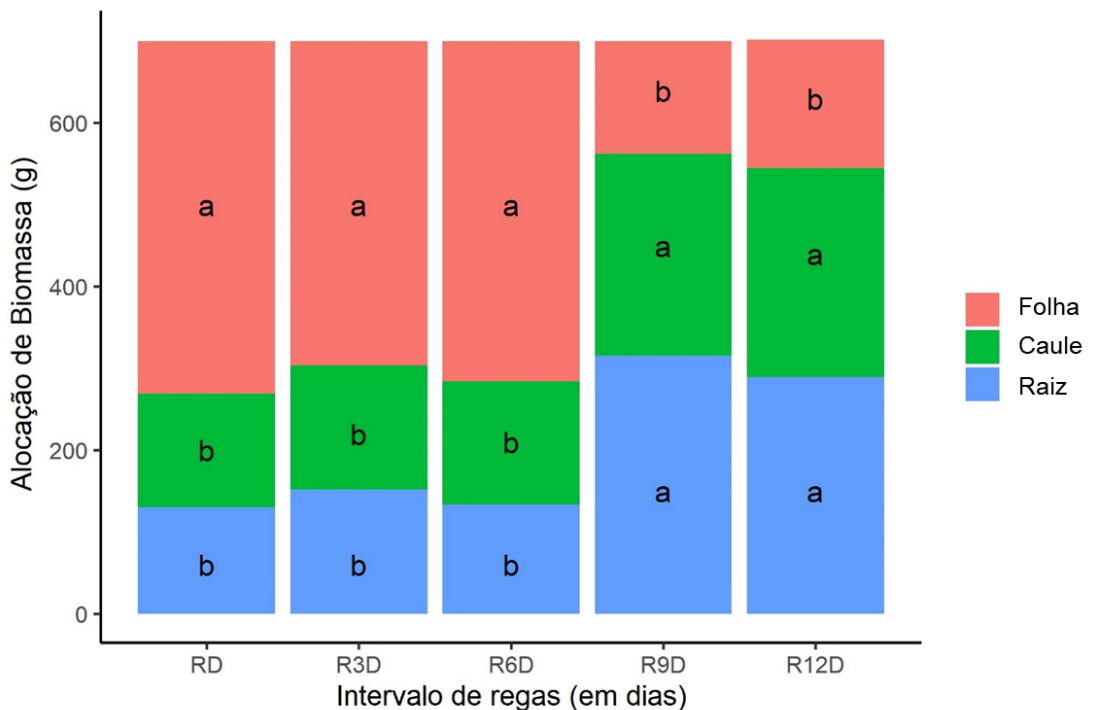


Figura 4. Alocação de biomassa foliar (ABF, vermelho), caule (ABC, azul) e raiz (ABR, verde) de mudas de *Piptadenia moniliformis* submetidas a intervalos de rega. As letras minúsculas dentro de cada cor comparam a influência dos tratamentos na atribuição de folha, caule e biomassa radicular pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 4, pode-se observar que as mudas submetidas a períodos de seca mais intensos e longos, foram as que apresentaram maior alocação de biomassa de caule e raiz, consistindo num aumento de $\pm 41\%$ no R9D e R12D em relação às mudas de irrigação diária. Enquanto mais de 50% da biomassa de RD, R3D e R6D está nas folhas, cerca de 90% da biomassa de R9D e R12D está no caule e na raiz. Estes resultados da alocação de biomassa expõem as prioridades das mudas de *P. moniliformis* para tolerar e sobreviver aos diferentes intervalos de rega.

Algumas espécies mostram um aumento da matéria seca das raízes quando sujeitas a um déficit hídrico, como estratégia para tolerar os períodos de seca. Isto porque ao desenvolverem mais o seu sistema radicular, as plântulas aumentam a probabilidade de encontrar água (Dranski *et al.*, 2017). As mudas de *Moringa oleifera* não mostraram diferença estatística quanto ao peso da matéria seca das raízes em cinco níveis diferentes de déficit hídrico, entre eles, as mudas regadas de 20 em 20 dias (Costa *et al.*, 2019).

Em condições de déficit hídrico, as mudas podem reduzir a alocação de biomassa foliar para evitar o aumento da transpiração e condicionar a acumulação de biomassa no caule e raízes, como estratégia para o período seco (COSTA *et al.*, 2019). Esta estratégia assegura o funcionamento do seu metabolismo e faz com que as mudas de *P. moniliformis* tolerem longos períodos de seca. Este fenômeno é definido como muito bem-sucedido, uma vez que uma grande parte das espécies nativas do bioma Caatinga utilizam esta estratégia para sobreviver a períodos de disponibilidade de água, tornando-se espécies tolerantes a este recurso.

Finalmente, agrupou-se todas as variáveis analisadas neste trabalho usando a análise de Componentes Principais (CP) para solidificar a compreensão do comportamento de *P. moniliformis* sob diferentes intervalos de irrigação (Figura 5).

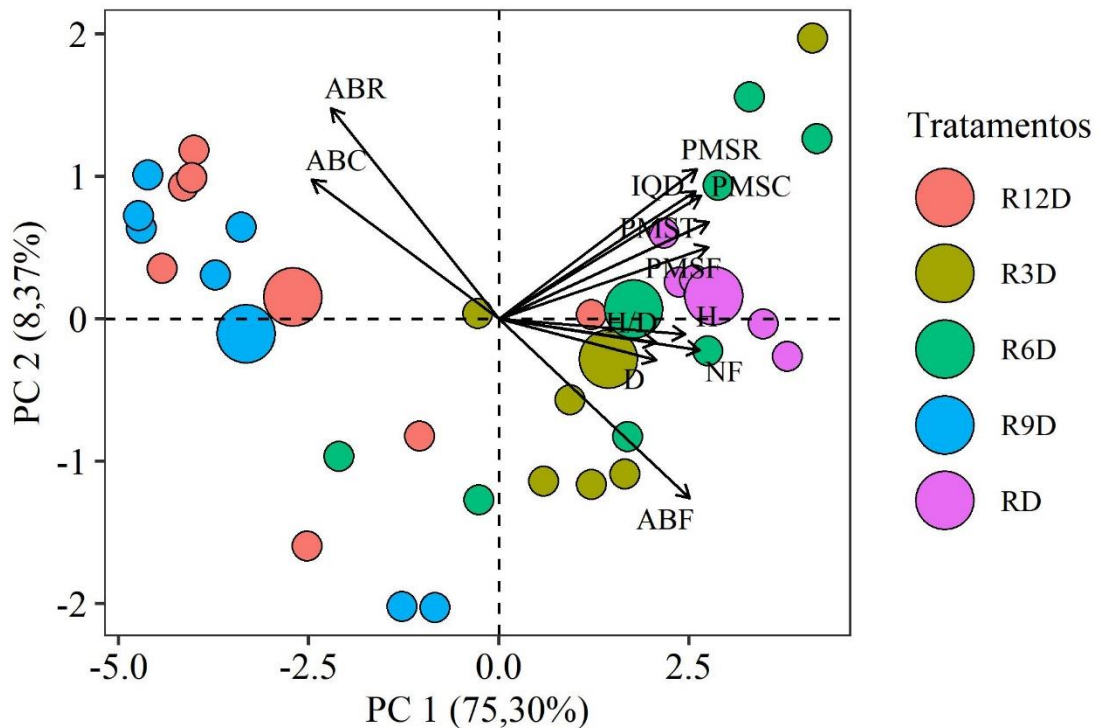


Figura 5. Agrupamentos de Altura (H), Diâmetro do coleto (DC), Número de Folhas (NF), Massa seca da folha (PMSF), Peso da matéria seca do caule (PMSC), Peso da matéria seca da raiz (PMSR), Peso da matéria seca total (PMST), Alocação de Biomassa de Folhas (ABF), Alocação de Biomassa do caule (ABC), Alocação de Biomassa de Raiz (ABR), Relação Altura/Diâmetro (Relação H/D) e Índice de Qualidade Dickson (IQD) para a construção de análise de Componentes Principais (CP). Os eixos CP 1 e CP 2 explicam 87,67% da variação dos dados. Fonte: Elaborado pelos autores.

CP 1 e CP 2 explicam mais de 87% da variação do conjunto de dados original e mostram uma clara oposição entre os tratamentos RD, R3D, e R6D dos tratamentos R9D e R12D (Figura 5). As variáveis H, D, NF, e H/D foram muito importantes na explicação do desempenho de RD, R3D e R6D. Por outro lado, ABF, ABC, e ABR explicam o desempenho de R9D e R12D, corroborando a discussão acerca da alocação de biomassa em plântulas (Figura 4).

Além disso, a relação H/D e IQD estão estritamente correlacionadas com a qualidade das mudas de *P. moniliformis*. Todas as variáveis avaliadas ao longo do trabalho sugeriram os melhores grupos de tratamento em relação aos intervalos de rega (com base no teste Scott-Knott). - Contudo, a análise de CP esclareceu a compreensão da produção de mudas num viveiro (Silva *et al.*, 2020), e aqui, deu-se uma visão mais clara destes contrastes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a fase inicial de crescimento, as mudas de *Piptadenia moniliformis* mantiveram uma alta qualidade quando submetidas a um intervalo de irrigação de até 6 dias.

As mudas de *Piptadenia moniliformis* são severamente afetadas por intervalos de rega superiores a 6 dias.

As mudas com intervalos de irrigação de 9 a 12 dias sobreviveram, atribuindo uma quantidade relevante de biomassa ao caule e à raiz, o que se revela ser a sua adaptação para resistir ao período de déficit hídrico.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, G. S. M.; BENEDITO, C.P.; PEREIRA, K.T.O.; SANTOS, P.C.S.; OLIVEIRA, J.C.D. Accelerated aging of *Piptadenia moniliformis* (Benth.) seeds. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 3, p. 681-686, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n317rc>.
- AVELINO, N.R.; SCHILLING, A.C.; DALMOLIN, Â.C.; SANTOS, M.S.D.; MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 31 n. 4, p. 1733-1750, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509843229>.
- BARROS, I.O.; SOARES, A.A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 192-198, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000100024>.
- BENEDITO, C.P.; TORRES, S.B.; RIBEIRO, M.C.C; NUNES, T.A. Superação da dormência de sementes de Catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 90-93, 2008.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. 1ª ed. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995, 460p.
- COSTA, J.R.S; ALMEIDA, G.N.; SILVA, L.G.C.; ALMEIDA, G.N.; SILVA, E.C.A. Condicionamento de mudas de Moringa a diferentes ciclos de rega. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 80-87, 2019. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v27i1.894>.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, Canadian, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- DRANSKI, J.A.L.; MALAVASI, U.C.; MALAVASI, M.M. Manejo hídrico na rustificação em mudas de *Maytenus ilicifolia* [(Schrad.) Planch.]. **Biotemas**, Florianópolis, v30, n. 1, p. 45-54, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2017v30n1p45>.

FAO. **Current World Fertilizer Trends and Outlook to 2011/12**. 1^a ed. Roma: Foods and Agriculture Organization of the United Nations, 2007.

FERREIRA, E.C.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. (2021). **ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (português)**. R package version 1.2.1. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>. Acesso em: 23 mar. 2022.

FREITAS, R.S.; SILVA, E.C. Respostas fisiológicas de mudas de *Aspidosperma pyrifolium* (Apocynaceae) à ciclos de suspensão de rega. **Scientia Plena**, v. 14, n. 5, p. 1-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2018.051201>.

GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. a questão energética. *In: Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília: DF, 2010, p.65-75.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 03 fev. 2019.

KASSAMBARA, A.; MUNDT, F. (2020). **factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses**. R package version 1.0.7. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>. Acesso em: 14 abr. 2022.

KUAN-HUNG, L.I.N.; CHUN-WEI, W.U.; CHANG, YU-SEN. Applying Dickson quality index, chlorophyll fluorescence, and leaf area index for assessing plant quality of *Pentas lanceolata*. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Romania, 47(1): 169-176. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha47111312>.

LIMA FILHO, P.; LELES, P.S.D.S.; ABREU, A.H.M.D.; SILVA, E.V.D.; FONSECA, A.C.D. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biossólido como substrato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019.

LIU, F.; XING, S.; MA, H.; DU, Z.; MA, B. Cytokinin-producing, plant growth-promoting rhizobacteria that confer resistance to drought stress in *Platyclusus orientalis* container seedlings. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 97, n. 20, p. 9155-9164, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5193-2>.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 02 fev. 2022.

RAIESI, F. A minimum data set and soil quality index to quantify the effect of land use conversion on soil quality and degradation in native rangelands of upland arid and semiarid regions. **Ecological Indicators**, v.75, n. 1, p. 307-320, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.049>.

SAHITYA, L.U.; KRISHNA, M.S.R.; DEEPTHI, R.S.; PRASAD, G.S.; KASIM, D.P. Seed antioxidants interplay with drought stress tolerance indices in chilli (*Capsicum annuum* L) seedlings. **BioMed Research International**, v. 2018, n. 1, p. 1-14, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/1605096>.

SEABRA, C.C.D.; ANGELO, H.; GOULART, G.D.S.; AFONSO, S.; STERNADT, G.H.; ALMEIDA, A.N.D. Madeiras da Caatinga para produção de Pequenos Objetos de Madeira (POM). **Ciência Florestal**, v. 32, n. 4, p. 1980-2006, 2023.

<https://doi.org/10.5902/1980509864567>

SILVA, J.N.; SILVA, M.A.D. Seed vigor of *Piptadenia moniliformis* Benth. subjected to thermal stress. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 42, n. 1, p. e51287, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v42i1.51287>.

SILVEIRA, G.V.S.; HOLANDA, A.C.; ALVES, A.R.; COSTA, J.R.S.; PINHEIRO, E.S. Produção de mudas de *Piptadenia moniliformis* B. irrigadas com água residuária da carcinicultura. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 1-13, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e8899>.

TSAI, H.J.; SHAO, K.H.; CHAN, M.T.; CHENG, C.P.; YEH, K.W.; OELMÜLLER, R. et al. *Piriformospora indica* symbiosis improves water deficit tolerance of rice through regulating stomata behavior and ROS scavenging systems. **Plant signaling & behavior**, v. 15, n. 2, p.

e1722447, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1722447>.

ZIA, R.; NAWAZ, M.S.; SIDDIQUE, M. J.; HAKIM, S.; IMRAN, A. Plant survival under drought stress: Implications, adaptive responses, and integrated rhizosphere management strategy for stress mitigation. **Microbiological research**, v. 242, p. 126626, 2021. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126626>.