

## **Crescimento vegetativo de cultivares de milho sob diferentes disponibilidades hídricas**

Mirna Clarissa Rodrigues Almeida, Maurício Luiz de Mello Vieira Leite, Eduardo Henrique de Sá Júnior, Manoela Gomes da Cruz, Geovane Alves de Moura, Edvaldo Alves de Moura, Guilherme Augusto dos Santos Sá, Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, CEP 56909-535, Serra Talhada, PE, Brasil. E-mails: mirna-clarissa@hotmail.com, nopalea21@yahoo.com.br, eduardohenrike97@hotmail.com, manoelacruz.petro@gmail.com, geovane-am@hotmail.com, edvaldo10-am@hotmail.com, gyllerme@hotmail.com, leandroricardo\_est@yahoo.com.br

**Resumo:** O milho (*Pennisetum glaucum*) é uma gramínea com alto potencial forrageiro em regiões semiáridas, tanto pela qualidade nutricional como pela alta tolerância ao déficit hídrico. Objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo de duas cultivares de milho submetidas a diferentes níveis de água no solo. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 4x2x6, sendo quatro disponibilidades de água no solo (20, 40, 60, 80 %), duas cultivares de milho (ADR 300, IPA BULK 1BF) e seis períodos de avaliações, com seis repetições. Foram avaliados: diâmetro de colmo, comprimento de colmo, número de folhas mortas, folhas vivas expandidas, folhas vivas em expansão, altura de planta, número de perfilhos, comprimento e largura da lâmina foliar. Aos 70 dias após a emergência, realizou-se o corte de uma planta por vaso, separando-se os componentes morfológicos em lâmina foliar, panícula e colmo, para a determinação da massa fresca e seca, utilizando-se estufa para secagem e balança de precisão para aferição das massas. Para todas as análises utilizou-se o software R-project. As características morfogênicas e estruturais da cultivar IPA BULK 1BF não sofreram influência com a redução da disponibilidade hídrica, enquanto que a cultivar ADR 300 demonstrou menor desempenho quando submetida as menores disponibilidades de água (20 e 40%). Nas análises das massas frescas e secas, constatou-se que a cultivar ADR 300 apresentou-se inferior apenas quanto à massa de panícula, sendo iguais nas demais comparações. O milho apresenta tolerância ao déficit hídrico. A cultivar IPA BULK 1BF mostra-se mais tolerante ao déficit hídrico em comparação a ADR 300.

**Palavras chave:** *Pennisetum glaucum*, Déficit hídrico, Forragem.

### **Vegetative growth of millet cultivars under different water availability**

**Abstract:** Millet (*Pennisetum glaucum*) is a grass with high forage potential in semi-arid regions, both due to the nutritional quality and the high tolerance to water deficit. The objective was to evaluate the vegetative growth of two millet cultivars subjected to different levels of water in the soil. A completely randomized design was used in the 4x2x6 factorial arrangement, with four levels of water availability (20, 40, 60, 80%), two millet cultivars (ADR 300, IPA BULK 1BF) and six evaluation periods, with six replicates. Evaluations were performed for stem diameter, stem length, number of dead leaves, expanded leaves, expanding leaves, plant height, number of tillers, length and width of the leaf blade. At 70 days after emergence, a plant was cut by pot, separating the morphological components (leaf, panicle and stem) to determine the fresh and dry mass, using a drying oven and a precision scale for measuring the masses. R-project software was used for all analyses. The morphogenic and structural characteristics of the cultivar IPA BULK 1BF were not influenced by the reduction in water availability, while the cultivar ADR 300 showed lower performance when subjected to the lowest availability of water (20 and 40%). In the analysis of the fresh and dry mass, it was verified that the cultivar ADR 300 was inferior only in the panicle mass, and similar in the other comparisons. Millet is tolerant to water deficit. The cultivar IPA BULK 1BF is more tolerant to the water deficit than ADR 300.

**Key words:** *Pennisetum glaucum*, Water deficit, Forage.

## Introdução

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) é uma gramínea originária da África que apresenta grande potencial forrageiro, tanto pela sua versatilidade de utilização, quanto pelo seu alto valor nutritivo, tendo um bom desenvolvimento em regiões de clima semiárido (Guimarães et al., 2010). Essa cultura possui baixo custo de implantação e fácil condução depois de instalada, podendo ser utilizada na alimentação humana e animal, como cobertura do solo em sistemas de plantio direto e produção de biomassa para biocombustível (Priesnitz et al., 2011, Rodrigues & Cruz, 2009).

As regiões semiáridas possuem a característica climática de chuvas irregulares e elevadas taxas de evapotranspiração, acentuando-se o déficit hídrico nos períodos de estiagem. A precipitação pluvial média anual no Semiárido brasileiro é de 750 mm, porém, algumas regiões apresentam média em torno de 400 mm anuais, com evapotranspiração potencial média de 2500 mm.ano<sup>-1</sup>, gerando escassez de água e limitando os cultivos agrícolas nestes locais (Montenegro & Montenegro, 2012). Essa característica climática, impede que a maioria das espécies forrageiras cultiváveis desenvolvam-se nas áreas sem a utilização da irrigação, ocasionando a escassez de alimento para os animais em boa parte do ano. Logo, é necessário a utilização de espécies forrageiras que consigam produzir com qualidade em condição de pouca água disponível no solo.

A cultura do milheto pode suprir as exigências nutricionais dos animais nos períodos mais críticos do ano no Semiárido brasileiro (Nicolau, Santos, Menezes, & Souto, 2009). Uma das principais características desta espécie é sua alta eficiência de uso de água, utilizando até 70% menos água que a cultura do milho para produzir a mesma quantidade de matéria seca. Esta planta pode ser cultivada em regiões com precipitações pluviométricas médias anuais entre 400 e 600 mm, porém, desenvolve-se em áreas com 150 a 200 mm anuais (Tabosa et al., 1999).

Algumas espécies de plantas desenvolveram adaptações morfológicas e fisiológicas capazes de evitar estresses em situações adversas do meio em que vivem (Costa et al., 2008). Modificações fisiológicas como o tipo fotossintético C4 permite às plantas se desenvolverem em ambientes mais secos. Além disso, a diminuição da área foliar, abscisão foliar,

fechamento dos estômatos, presença de cera na superfície da folha e ajuste osmótico são outras modificações que ajudam essas plantas a conviverem com o déficit hídrico (Taiz et al., 2017).

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura sobre o estudo do estresse hídrico em milheto, sendo necessário intensificar as pesquisas sobre esta cultura, principalmente, na condição de clima semiárido, visando melhorar o manejo para obter o melhor desempenho e aumentar a qualidade dos cultivos. Diante do exposto, objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo de duas cultivares de milheto submetidas a diferentes níveis de água no solo.

## Materiais e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco [UFRPE], Unidade Acadêmica de Serra Talhada [UAST], de julho a setembro de 2016, em Serra Talhada – PE, microrregião do Sertão do Pajeú, a uma altitude de 509 m, com coordenadas geográficas de 7°57'24" de latitude sul e 38°17'44" de longitude oeste. Conforme a classificação de Köppen, o clima enquadra-se no tipo BSw<sup>h</sup>, denominado semiárido, quente e seco, chuvas de verão-outono com pluviosidade média anual de 632 mm ano<sup>-1</sup> e temperatura do ar média superior a 25 °C (Leite et al., 2017).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três fontes de variação, no esquema fatorial 4x2x6, sendo quatro disponibilidades de água no solo (20, 40, 60 e 80 %), duas cultivares de milheto (ADR 300 e IPA BULK 1BF) e seis períodos de avaliações, com seis repetições. O solo utilizado no ensaio, classificado como Cambissolo, conforme descrito pela Embrapa (2013) foi coletado na área experimental da UAST na profundidade de 0-20 cm. Amostra desse solo foi analisada pelo laboratório de fertilidade do solo do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), caracterizado pelos seguintes atributos químicos: pH (água) = 7,2; P (extrator Mehlich I) = 40 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,45; Ca<sup>2+</sup> = 5,3; Mg<sup>2+</sup> = 1,1; Na<sup>+</sup> = 0,03; Al<sup>3+</sup> = 0,0; H + Al = 1,1; SB = 6,88; CTC = 7,98 (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), V = 86,21% e MO = 1,38%.

Neste ensaio, foram utilizados vasos plásticos com volume de 14,41 dm<sup>3</sup>, dispostos aleatoriamente sobre tijolos, colocando-se em

cada vaso, aproximadamente, 12 kg de solo do perfil, destorroado, homogeneizado, passado em peneira com malha de 2,0 mm, para retirada de cascalhos e calhaus, submetido ao revolvimento para secagem ao ar durante 10 dias e acondicionado em vasos plásticos, contendo 2,0 cm de areia lavada e perfurados no fundo para drenagem da água de irrigação.

Para calcular a capacidade de campo aproximada do solo, determinou-se a massa inicial do conjunto vaso + solo + areia, de todos os vasos e, em seguida, adicionou-se água até elevá-los a condição de saturação. Para evitar a perda de água por evaporação, cobriram-se os vasos com filme plástico, colocando-se sobre tijolos para que pudessem perder água apenas por drenagem durante um período de 24 horas, tempo necessário para atingirem massa constante. Mediante a diferença de massa entre os vasos com solo na capacidade de campo e com solo seco, foi possível determinar a quantidade máxima de água que os solos dos vasos poderiam reter. A partir disso, foram calculadas as lâminas para as condições de água disponível pré determinadas.

O conteúdo de água em cada vaso foi controlado diariamente, com base no método gravimétrico, utilizando-se balança com precisão de 20,0 g, repondo-se o volume de água consumido (evapotranspiração) pelo sistema solo-planta, conforme Casaroli e Lier (2008).

O semeio foi realizado no dia 25 de julho de 2017, com cinco sementes por vaso a uma profundidade aproximada de 2,0 cm. O desbaste foi realizado sete dias após a emergência (DAE), procurando-se eliminar as plantas menores e mais fracas, mantendo duas plantas por vaso. A aplicação dos tratamentos foi iniciada aos 15 DAE, e as avaliações morfométricas do milheto foram iniciadas aos 20 DAE, sendo repetidas em intervalos de 10 dias até os 70 DAE, objetivando monitorar o crescimento da cultura, através das seguintes variáveis: altura de planta (AP), medida com trena métrica da base do solo até a curvatura da última folha completamente expandida; diâmetro de colmo (DC), medido aproximadamente 5,0 cm acima do solo com auxílio de paquímetro; comprimento de colmo (CC), medido com fita métrica da base até o ápice do mesmo; número de folhas mortas (NFM), sendo consideradas aquelas com mais de 50% da lâmina foliar necrosada; número de folhas vivas expandidas (NFVE), sendo considerada aquelas em que a lígula estava destacada do

colmo; número de folhas vivas em expansão (NFVX), referente às folhas cuja lígula ainda não estava destacada; comprimento de lâmina foliar (CF), medido ao longo da nervura central, considerando o ponto de inserção da lígula com a lâmina foliar até o ápice (extremidade superior) da lâmina foliar, na folha mais velha completamente expandida e largura da lâmina foliar (LF), sendo medida com trena na região mediana da folha mais velha completamente expandida e número de perfilhos (NP).

Aos 70 DAE, quando os grãos estavam no estágio pastoso-farináceo, realizou-se o corte, rente ao solo, da planta em cada vaso, sendo em seguida ensacada e transportada para o laboratório, separando-se os componentes morfológicos em lâmina foliar, colmo e panícula, para a determinação da massa fresca (MF) da parte aérea em balança de precisão. Para determinação da fitomassa seca, os diferentes componentes morfológicos da planta foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufas de circulação forçada de ar, com temperatura de  $65 \pm 5$  °C, até atingirem massa constante.

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov), homocedasticidade (Cochran), análise de variância pelo Teste F e suas médias comparadas pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram ajustados modelos de regressão para as variáveis NFM, NFVX, NFVE, AP, NP e CC. Foi utilizado o software R-project versão 2.13.1. (R Core Team, 2016).

## Resultados e discussões

O incremento do número de folhas mortas (NFM) em função do tempo após a emergência foi diferente entre as cultivares de milheto, assim como em relação aos níveis de disponibilidade de água ( $p < 0,05$ ), porém não houve interação da cultivar com a disponibilidade de água ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). Observou-se que a cultivar ADR 300 apresentou menor número de folhas mortas que a cultivar IPA BULK 1BF, sendo que o maior valor ao final do ciclo ocorreu com 60% de água disponível no solo, já para IPA BULK 1BF o maior valor ocorreu com 80% de água disponível. Ambas as cultivares apresentaram menores valores com 20% de água disponível no final do ciclo (Figura 1, A e B). De forma similar, Silva et al. (2015) encontraram maior número de folhas

mortas para a cultivar IPA BULK 1BF cultivado em solo degradado com lâminas de 60% da evapotranspiração da cultura. Este resultado indica a sensibilidade do milho ao aumento de água no solo, tendo como resposta maior morte das folhas com níveis elevados de água no solo. As respostas das plantas ao estresse hídrico dependem do genótipo da planta, duração e severidade do estresse, podendo causar diminuição no fechamento estomático, reduzindo a fotossíntese e causando morte das folhas (Cavalcante, Cavallini, Lima, 2009 & Araújo et al., 2010). O excesso de água na planta pode causar rompimento da parede celular e, conseqüentemente, morte das folhas (Taiz et al., 2017).

O número de folhas vivas expandidas (NFVE) mostrou-se variável ao longo do tempo, com diferença entre cultivares e entre disponibilidades de água no solo ( $p < 0,05$ ), sem ocorrência de interação entre os fatores (Tabela 1). A Figura 1 (C e D) mostra que a cultivar IPA BULK 1BF apresentou maior NFVE a partir dos 40 DAE com 80% de água disponível, onde se manteve constante até o final do ciclo, neste ponto, os maiores valores foram observados com 80% e 20% de água disponível. A cultivar ADR 300 apresentou maior NFVE a partir dos 40 até os 70 DAE com 60 a 80% de água disponível, sendo que ao final do ciclo a planta necessitou de uma maior disponibilidade de água para apresentar um maior NFVE. Essa resposta pode

estar associada ao crescimento tardio deste genótipo. De forma semelhante, Silva et al. (2015) cultivando milho em solo degradado sob diferentes disponibilidades de água, obtiveram maior número de folhas vivas da cultivar IPA BULK 1BF com 60% da evapotranspiração da cultura.

O número de folhas vivas em expansão (NFVX) apresentou desempenho semelhante ao número de folhas vivas expandidas, as fontes de variação apresentaram-se significativas isoladamente ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). A Tabela 2 mostra que a cultivar ADR 300 apresentou menor NFVX em relação a cultivar IPA BULK 1BF, apenas com 20% de água disponível, sendo similares nos demais níveis hídricos. Na Figura 1 observa-se a evolução do NFVX nas diferentes disponibilidades de água no solo ao longo do tempo. A cultivar IPA BULK 1BF apresentou uma evolução exponencial de NFVX em todos os níveis de água no solo, enquanto que a cultivar ADR 300 mostrou evolução também exponencial, porém, com desempenho diferente para cada nível hídrico no solo. Bonfim-Silva et al. (2011) em trabalho comparando milho, sorgo e milho submetidos a três condições de estresse hídrico (30 e 60% da capacidade de campo e alagamento), observaram que o número de folhas do milho foi superior nas disponibilidades de 30 e 60%, demonstrando restrição para se estabelecer sob condição de alagamento.

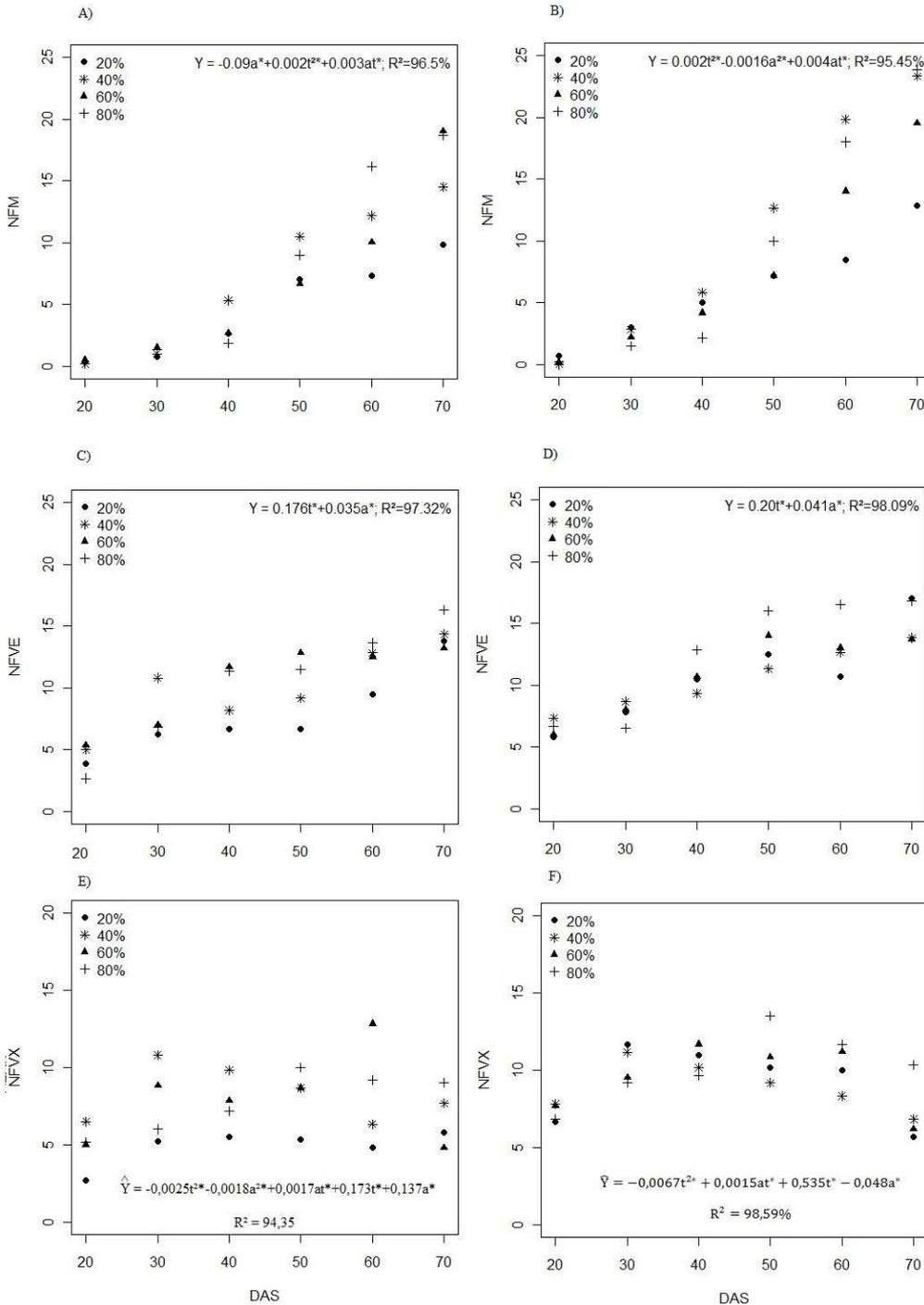
**Tabela 1** - Teste F de comparação de médias das variáveis biométricas de cultivares de milho em função de diferentes níveis hídricos no solo

	GL	NFM	NFVE	NFVX	NP	AP (cm)	CC (cm)	CF (cm)	DC (cm)	LF (cm)
DAE	5	162,49*	24,39*	5,58*	24,91*	68,91*	115,92*	2,77*	5,26*	5,24*
CV	1	18,43*	6,03*	19,66*	12,95*	2,08 <sup>ns</sup>	7,21*	12,03*	21,74*	1,00 <sup>ns</sup>
DA	3	13,17*	3,44*	3,05*	9,87*	12,69*	13,33*	5,41*	2,08 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>
DAExCV	5	2,57*	0,68 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	1,38 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
DAExDA	15	4,76*	1,06 <sup>ns</sup>	1,49 <sup>ns</sup>	4,65*	0,97 <sup>ns</sup>	2,68*	0,56 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,48 <sup>ns</sup>
CVxDA	3	1,46 <sup>ns</sup>	1,11 <sup>ns</sup>	2,46 <sup>ns</sup>	4,58*	3,76*	2,99*	1,56 <sup>ns</sup>	2,95*	4,34*

DAE: dias após a emergência; CV: cultivar; DA: disponibilidade de água; GL: grau de liberdade; NFM: número de folhas mortas; NFVE: número de folhas vivas expandidas; NFVX: número de folhas vivas em expansão; NP: número de perfilhos; AP: altura de planta; CC: comprimento de colmo; CF: comprimento de lâmina foliar; DC: diâmetro de colmo; LF: largura de lâmina foliar. \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

**Figura 1** - Evolução do: número de folhas mortas das cultivares de milho ADR 300 (A) e IPA-BULK 1BF (B); número de folhas vivas expandidas (NFVE) das cultivares de milho ADR 300 (C) e IPA-BULK 1BF (D); número de folhas vivas em expansão (NFVX) das cultivares de milho ADR 300 (E) e IPA-BULK 1BF (F) em função de diferentes níveis hídricos no solo ao longo do tempo. a = fator disponibilidade de água; t = fator tempo (dias após a emergência); at = interação entre o fatores (a x t); \* = significativo a 5% de probabilidade.



Para a variável número de perfilhos (NP), apenas a interação entre dias após a emergência e cultivar não foi significativa ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). A cultivar ADR 300 submetida à disponibilidade de água de 20% apresentou menor número de

perfilhos em comparação a cultivar IPA BULK 1BF (Tabela 2). Dessa forma, infere-se que a cultivar IPA BULK 1BF apresenta bom perfilhamento, mesmo em condições de déficit hídrico.

**Tabela 2** - Teste de comparação de médias para as variáveis diâmetro de colmo, número de folhas vivas em expansão, comprimento e largura de lâmina foliar e número de perfilhos aos 70 dias após a emergência de duas cultivares de milho sob diferentes disponibilidades de água

Disponibilidade de água (%)	Cultivar		p-valor
	ADR 300	IPA BULK 1BF	
	Diâmetro de colmo (cm)		
20	0,823Bb	1,156Aa	0,006
40	0,932ABb	1,212Aa	0,011
60	1,042ABa	1,065Aa	0,778
80	1,068Aa	1,198Aa	0,279
p-valor	0,04	0,504	
	Número de folhas vivas expandidas		
20	7,778Aa	10,722Aa	0,195
40	10,050Aa	10,527Aa	0,786
60	10,417Aa	10,890Aa	0,811
80	10,388Aa	12,555Aa	0,459
p-valor	0,590	0,771	
	Número de folhas vivas em expansão		
20	4,888Bb	9,197Aa	0,003
40	8,300Aa	8,917Aa	0,543
60	7,990ABa	9,502Aa	0,338
80	7,752ABa	10,195Aa	0,073
p-valor	0,034	0,758	
	Comprimento de lâmina foliar (cm)		
20	32,015Bb	39,362Aa	0,005
40	35,950ABb	41,695Aa	0,026
60	41,640Aa	42,612Aa	0,682
80	36,112ABa	38,445Aa	0,343
p-valor	0,007	0,173	
	Largura de lâmina foliar (cm)		
20	1,850Ba	2,103Aa	0,188
40	1,907ABb	2,245Aa	0,022
60	2,322Aa	1,995Ab	0,029
80	2,005ABa	2,028Aa	0,874
p-valor	0,038	0,243	
	Número de perfilhos		
20	1,623Ab	2,973Aa	0,010
40	2,778Aa	2,557Aa	0,501
60	3,110Aa	3,418Aa	0,691
80	2,917Aa	3,750Aa	0,460
p-valor	0,151	0,426	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

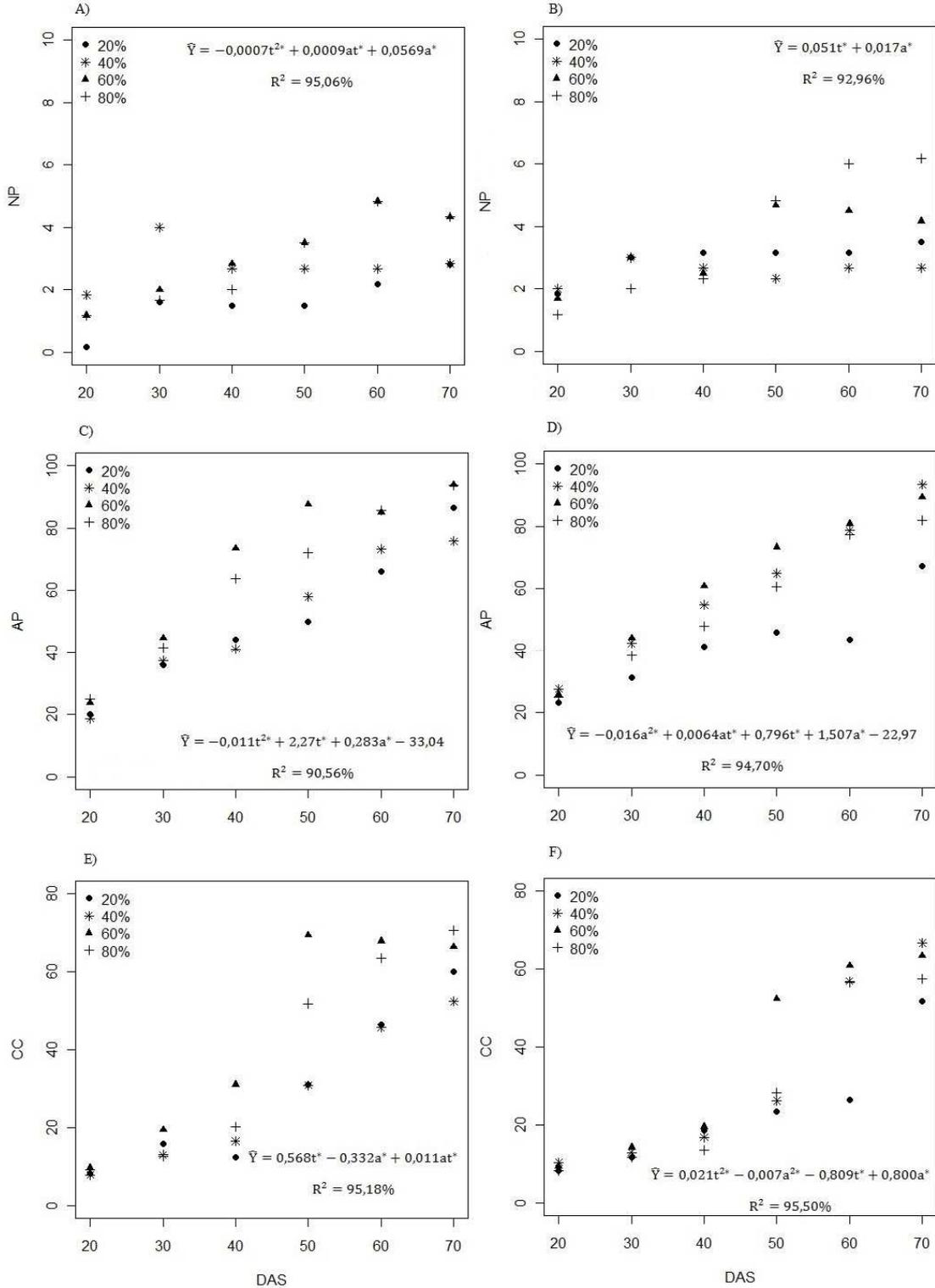
**Fonte:** Dados da Pesquisa.

Ao final do ciclo, as duas cultivares apresentaram um maior número de perfilhos na maior disponibilidade de água (Figura 2, A e B). O menor NFV e menor NP com menor disponibilidade de água pode ser uma resposta do milho para diminuir sua área foliar e, conseqüentemente, reduzir a perda de água por transpiração. Este é um mecanismo de adaptação

das plantas ao déficit hídrico (Taiz et al., 2017).

Silva et al. (2015) avaliando cinco genótipos de milho cultivado em solo degradado sob diferentes lâminas de irrigação, não observaram diferença significativa para número de perfilhos, mostrando que a quantidade de água no solo não afeta o perfilhamento do milho.

**Figura 2** - Evolução do: número de perfilhos (NP) da cultivar ADR300 (A) e IPA-BULK 1BF (B) de milho; altura de planta (AP) de duas cultivares de milho, ADR 300 (C) e IPA-BULK 1BF (D) em função de diferentes níveis hídricos no solo ao longo do tempo. Análise de regressão para comprimento de colmo (CC) de duas cultivares de milho, ADR 300 (E) e IPA-BULK 1BF (F) submetidas a diferentes disponibilidades de água no solo. a = fator disponibilidade de água; t = fator tempo (dias após a emergência); at = interação entre o fatores (a x t); \* = significativo a 5% de probabilidade.



A altura de planta (AP) do milho apresentou diferença nas variáveis dias após a emergência, disponibilidade de água e na interação entre cultivar e disponibilidade hídrica ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). A Figura 2 (C e D) mostra que a maior altura de plantas ocorreu com 60% de água disponível durante todo o desenvolvimento da cultivar IPA BULK 1BF, exceto ao final do ciclo, aos 70 DAE (40% de água disponível). Enquanto que a cultivar ADR 300 apresentou maior altura de planta com 60% e 80% de água disponível. Como a cultivar IPA BULK 1BF apresentou melhor desempenho de altura de planta em disponibilidade hídrica menor que a cultivar ADR 300, é coerente afirmar que seu crescimento é menos afetado pelo déficit hídrico, porém, quando submetida a 20% de água disponível no solo, seu crescimento é afetado negativamente. Estes resultados corroboram com os de Nascimento (2008), que avaliou o milho comum sob diferentes disponibilidades de água no solo (40, 60, 80 e 100% da capacidade de campo) e não encontrou diferença significativa para a variável altura de planta aos 30 dias após a emergência. Posteriormente, Bonfim-Silva et al. (2011) encontraram resultados semelhantes quando submeteram o milho a 30 e 60% da capacidade campo, afirmando que altura de planta não foi afetada pelo estresse hídrico. Por outro lado, Silva et al. (2015) avaliando diferentes genótipos de milho cultivados em solo degradado sob diferentes lâminas de irrigação, afirmaram que a medida que se aumenta a quantidade de água a altura das plantas também aumenta.

Para comprimento de colmo (CC) apenas a interação entre dias após a emergência e cultivar não foi significativa ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). A cultivar ADR 300 apresentou maior comprimento de colmo quando submetido aos níveis de 60 e 80% após os 40 DAE, enquanto que a cultivar IPA BULK 1BF apresentou maior comprimento de colmo nos níveis hídricos de 40 e 60% ao final do ciclo (Figura 2, E e F).

Para o comprimento de lâmina foliar (CF) não houve interações ( $p > 0,05$ ), apenas diferença isolada entre as fontes de variação ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Na Tabela 2, comparando-se as cultivares, observa-se que a cultivar ADR 300 apresentou menor comprimento de lâmina foliar que a cultivar IPA BULK 1BF quando submetida a 20 e 40% de disponibilidade de água. Analisando-se as disponibilidades de água para a cultivar ADR 300 encontrou-se menores crescimentos foliares com 20, 40 e 80% de disponibilidade de

água, logo, o comprimento de lâmina foliar é afetado pela disponibilidade de água no solo para esta cultivar. As diferentes quantidades de água no solo não afetaram o comprimento de lâmina foliar na cultivar IPA BULK 1BF, enfatizando sua maior tolerância a diferentes disponibilidades de água no solo.

O estresse hídrico causa redução da expansão celular e, conseqüentemente, da expansão foliar, promovendo uma área foliar menor, visando a diminuição da taxa de transpiração, desta forma, conservando um suprimento de água limitado no solo por um período mais longo (Taiz et al., 2017).

A largura de lâmina foliar (LF) mostrou-se diferente apenas nos dias após a emergência e na interação entre disponibilidade de água no solo e cultivar ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Comparando-se a largura foliar entre as cultivares, nota-se que a cultivar IPA BULK 1BF apresentou-se inferior apenas no nível hídrico de 60%, enquanto que a cultivar ADR 300 foi inferior apenas no nível de 40% de água disponível (Tabela 2). Avaliando-se as cultivares isoladamente com os níveis hídricos, os maiores valores da cultivar ADR 300 foram verificados nas disponibilidades hídricas de 40, 60 e 80%, enquanto a cultivar IPA BULK 1B não apresentou diferença com relação aos níveis hídricos para esta variável (Tabela 2).

O diâmetro de colmo (DC) apresentou-se significativo para os dias após a emergência, cultivar e interação entre cultivar e disponibilidade de água ( $p < 0,05$ ) (Tabela 1). Verifica-se que quando cultivado com 20 e 40% de água disponível no solo, a cultivar ADR 300 apresentou menor diâmetro de colmo que a cultivar IPA BULK 1BF na mesma condição hídrica. Comparando-se as disponibilidades de água no solo para cada cultivar, observa-se que a cultivar ADR 300 obteve maior DC com 40, 60 e 80% de disponibilidade de água, enquanto a cultivar IPA BULK 1BF não diferiu o DC nas diferentes disponibilidades de água (Tabela 2).

Nascimento (2008) obteve resultado semelhante quando avaliou diâmetro de colmo de milho submetido a estresse hídrico com quatro níveis de água no solo aos 30 DAE, constatando-se que as parcelas submetidas a 60, 80 e 100% da capacidade de campo, mostraram-se semelhantes estatisticamente. Silva et al. (2015) obtiveram maior diâmetro de colmo na cultivar IPA BULK 1 BF em relação aos outros genótipos de milho submetido a diferentes níveis de água. Estes autores afirmaram que há possibilidade de

diminuição da lâmina de água sem afetar os valores biométricos como diâmetro de colmo.

Houve diferença na massa fresca e seca de panícula entre as cultivares (Tabela 3). A produção de massa fresca da parte aérea apresentou diferença apenas nas variáveis massa fresca da panícula ao nível de 20% de disponibilidade de água, sendo a cultivar ADR 300 superior a cultivar IPA BULK 1BF nessa condição (Tabela 4). Da mesma forma, a

produção de massa seca da parte aérea apresentou diferença apenas nas variáveis massa seca da panícula ao nível de 20% de disponibilidade de água, sendo a cultivar ADR 300 superior à cultivar IPA BULK 1BF (Tabela 5). Santos et al. (2011) avaliando clones de *Pennisetum* sp. sob estresse hídrico notaram que o híbrido de capim-elefante x milho (HV 241) apresentou maior produção de matéria seca quando submetido ao estresse hídrico.

**Tabela 3** - Teste F de comparação de médias das variáveis biométricas de cultivares de milho em função de diferentes níveis hídricos no solo

	GL	MFF (g)	MFC (g)	MFP (g)	MSF (g)	MSC (g)	MSP (g)
CV	1	0,77 <sup>ns</sup>	4,13 <sup>ns</sup>	6,56*	0,40 <sup>ns</sup>	3,67 <sup>ns</sup>	6,63*
DA	3	1,84 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>
CVxDA	3	0,23 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>

DAE: dias após a emergência; CV: cultivar; DA: disponibilidade de água; GL: grau de liberdade; MFF=massa fresca de folha, MFC=massa fresca de colmo, MFP=massa fresca de panícula, MSF=massa seca de folha, MSC=massa seca de colmo, MSP=massa seca de panícula, \* Significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Dados da Pesquisa

**Tabela 4** - Médias das massas frescas dos componentes morfológicos da parte aérea em função dos níveis hídricos aos 70 dias após a emergência de duas cultivares de milho

Disponibilidades de água (%)	Cultivares (Média±DP)		p-valor
	ADR 300	IPA BULK 1BF	
	Folha (g/planta)		
20	21,48±17,05Aa	19,27±13,87Aa	0,870
40	23,17±10,87Aa	17,02±11,41Aa	0,537
60	19,97±11,01Aa	18,56±6,35Aa	0,857
80	50,21±38,82Aa	32,37±24,25Aa	0,537
p-valor	0,668	0,612	
	Colmo (g/planta)		
20	49,90±15,26Aa	41,10±19,72Aa	0,574
40	76,64±36,67Aa	52,54±18,13Aa	0,365
60	56,33±9,29Aa	51,99±11,77Aa	0,642
80	98,90±32,32Aa	57,63±30,28Aa	0,182
p-valor	0,248	0,806	
	Panícula (g/planta)		
20	6,28±1,91Aa	2,63±0,95Ab	0,041
40	8,03±2,27Aa	7,57±5,54Aa	0,902
60	11,39±0,0Aa	6,13±4,62Aa	0,954
80	7,49±3,04Aa	6,42±3,55Aa	0,712
p-valor	0,397	0,502	

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey. ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Dados da Pesquisa.

**Tabela 5** - Médias das massas secas dos componentes morfológicos da parte aérea em função dos níveis hídricos aos 70 dias após a emergência de duas cultivares de milho

Disponibilidades de água (%)	Cultivar (Média±DP)		p-valor
	ADR 300	IPA BULK 1BF	
	Folha (g/planta)		
20	7,00±7,69Aa	4,06±2,57Aa	0,562
40	5,59±2,68Aa	3,14±2,31Aa	0,297
60	3,61±1,67Aa	4,69±1,12Aa	0,404
80	7,00±4,05Aa	7,24±5,06Aa	0,951
p-valor	0,782	0,460	
	Colmo (g/planta)		
20	9,06±4,50Aa	5,45±2,04Aa	0,275
40	13,31±5,18Aa	7,72±1,61Aa	0,150
60	8,38±3,22Aa	9,05±0,85Aa	0,749
80	13,02±5,94Aa	9,43±4,46Aa	0,450
p-valor	0,499	0,309	
	Panícula (g/planta)		
20	2,29±0,88Aa	0,52±0,21Ab	0,028
40	3,22±0,50Aa	2,31±1,22Aa	0,299
60	5,62±0,00Aa	2,96±1,66Aa	0,967
80	2,60±1,74Aa	1,83±0,38Aa	0,494
p-valor	0,185	0,091	

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0.05$ ).

**Fonte:** Dados da Pesquisa.

## Conclusão

Independente da cultivar avaliada, a disponibilidade de água superior a 40% proporciona maior crescimento vegetativo do milho.

A cultivar de milho IPA BULK 1BF mostra-se mais tolerante ao déficit hídrico em comparação a ADR 300.

A disponibilidade de água de 80% é a que proporciona maior desempenho da cultivar ADR 300.

## Referências

- Araújo, S. A.C., Vasquez, H. M., Campostrini, E., Netto, A. T., Deminici, B. B., & Lima, E. S. (2010). Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.), em estresse hídrico. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32, 1, 1-7.
- Bomfim-Silva, E. D., Silva, T. J. A., Cabral, C. E. A., Kroth, B. E., & Rezende, D. (2011). Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, 24, 180-186.
- Cavalcante, A.C.R., Cavalinni, M.C., & Lima, N.R.C.B. (2009). *Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras*. Embrapa Caprinos e Ovinos - Documentos.
- Casaroli, D., & Lier, Q. J. V. (2008). Critérios para determinação da capacidade de vaso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32 (1) 59-66.
- Costa, J. R., Pinho, J. L. N., & Parry, M. M. (2008). Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12, 443-450.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2013). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos* (3 ed., 353 p). Brasília: Embrapa Solos.
- Guimarães, R., Jr., Gonçalves, L. C., Jayme, D. G., Pires, D. A. A., Rodrigues, J. A. S., & Tomich, T. R. (2010). Degradabilidade *in situ* de silagens

de milho em ovinos. *Ciência Animal Brasileira*, 11, 334-343.

Leite, M. L. M. V., Lucena, L. R. R.; Sá Jr., E. H., & Cruz, M. G. (2017). Estimativa da área foliar em *Urochloa mosambicensis* por dimensões lineares. *Revista Agropecuária Técnica*, 38 (1) 9-16,

Montenegro, A. A. A., & Montenegro, S. M. G. L. (2012). Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: Gheyi, H. R., Paz, V. P. S., Medeiros, S. S., & Galvão, C. O. (Eds). *Recursos hídricos em regiões semiáridas* (pp. 3-4). Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

Nascimento, R. (2008). Avaliação do crescimento do milho sob diferentes níveis de água no solo. *Revista Educação Agrícola Superior*, 23, 51-52.

Nicolau Sobrinho, W., Santos, R. V., Menezes, J. C. Jr., & Souto, J. S. (2009). Acúmulo de nutrientes nas plantas de milho em função da adubação orgânica e mineral. *Revista Caatinga*, 22, 107-110.

Priesnitz, R., Costa, A. C. T., Jandrey, P. E., Fréz, J. R. S., Duarte Jr., J. B., & Oliveira, P. S. R. (2011). Espaçamento entre linhas na produtividade de biomassa e de grãos em genótipos de milho pérola. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 485-494.

R Core Team. (2016). (Versão 2.13.1.) [Software]. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rodrigues, J. A. S., & Cruz, J. C. (2009). *Cultivo do milho*. Embrapa Milho e Sorgo.

Santos, M. C. S, Lira M. A., Tabosa, J. N., Mello, A. C. L., & Santos, M. V. F. (2011). Comportamento de clones de *Pennisetum* submetido a períodos de restrição hídrica controlada. *Archivos de Zootecnia*, 60, 31-39.

Silva, K. F., Melo, M. D., Primo, A. A., & Fontinele, R. G., Carvalho, M. A. R. & Souza, H. A. (2015). Parâmetros biométricos e clorofila de cultivares

de milho em função de lâminas de irrigação, cultivados em solo degradado (pp 2847-2857). *Anais do Inovagri International Meeting*, Fortaleza, CE, Brasil, 3

Tabosa, J. N., Lima, G. S., Lira, M. A., Tavares Filho, J. J., & Brito, A. R. M. B. (1999). Programa de Melhoramento de Sorgo e Milho em Pernambuco. *Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro*.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, Y. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal* (6 ed., 858p). Porto Alegre, RS: Artmed.

Recebido em: 21/11/2017  
Aceito em: 18/07/2018