

Produção de fitomassa do milho sob lâminas de irrigação e adubação nitrogenada

Biomass production of corn in blades of irrigation and nitrogen

Diego Azevedo Xavier^{1*}, Guilherme de Freitas Furtado², José Raimundo de Sousa Júnior², Jônatas Raulino Marques de Sousa³, Elysson Marcks Gonçalves Andrade².

Resumo: Em diversas culturas, as plantas geralmente estão expostas a condições ambientais desfavoráveis, tais como períodos de estresse hídrico, sendo necessário um manejo que resulte em maior produção e melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Neste sentido, objetivou-se estudar a formação de fitomassa do híbrido de milho AG1051, submetidos diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada. Em experimento realizado em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus de Campina Grande, sendo avaliados cinco níveis de reposição hídrica (40, 60, 80 100 (testemunha) e 120% da evapotranspiração da real - ETr) associado a quatro doses de adubação nitrogenadas (50; 75; 100 e 125 da indicação para ensaios em vaso). Combinados os fatores no delineamento em blocos casualizados, resultaram em 20 tratamentos (5 x 4) com uma planta por parcela e três repetições. Foram avaliadas a fitomassa fresca de folha, a fitomassa fresca de colmo, fitomassa fresca da parte aérea e a fitomassa seca de folha aos 30 dias após a sementeira. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando do software estatístico SISVAR. A fitomassa fresca de folha e a fitomassa fresca do colmo são variáveis indicadas para o estudo do estresse hídrico em milho, por serem mais sensíveis ao estresse. Os efeitos das diferentes lâminas de água sobre a cultura do milho resultam em maior crescimento e acúmulo de fitomassa quando irrigada com lâminas superiores a 80% da ETr. O manejo de irrigação a partir de 100% da ETr é o mais indicado por proporcionar maiores acúmulos de fitomassa da cultura do milho. A adubação nitrogenada não afetou as variáveis de crescimento analisadas no milho cv. AG1051.

Palavras-chave: *Zea mays L.*, estresse hídrico, nitrogênio.

Abstract: In many cultures, the plants are generally exposed to unfavorable environmental conditions, such as periods of drought stress, one handling that results in higher yields and better utilization of water resources is necessary. In this sense, it is aimed to study the formation of biomass corn hybrid AG1051, undergoing different water depths and nitrogen fertilization. In an experiment conducted in a greenhouse at the Academic Unit of Agricultural Engineering, Campus de Campina Grande, being assessed five levels of fluid replacement (40, 60, 80 100 (control) and 120% of the actual evapotranspiration - ETr) associated with four doses nitrogenous fertilizer (50, 75, 100 and 125 of the indication for testing in pot). Combined factors in randomized blocks, resulted in 20 treatments (5 x 4) with one plant per plot and three replications. The fresh weight of leaf, stem fresh biomass, fresh weight of shoot and leaf dry mass were assessed at 30 days after sowing. The obtained data were evaluated by analysis of variance test for 'F' at the level of 0.05 and 0.01 probability and in cases of significance, there was analysis of linear and quadratic polynomial regression using the statistical software SISVAR. The fresh weight of leaf and stem fresh weight are indicated variables for the study of drought stress in corn, because they are more sensitive to stress. The effects of different water depths on the corn crop resulted in higher growth and biomass formation when irrigated with over 80% of ETr blades. The irrigation management from 100% ETr is the most suitable for providing the highest accumulation of biomass corn. Nitrogen fertilization did not affect the growth variables in maize cv. AG1051.

Keywords: *Zea mays L.*, water stress, nitrogen

INTRODUÇÃO

A cultura do milho se constitui em uma das mais importantes atividades do cenário agrícola brasileiro,

considerando-se os aspectos socioeconômicos, já que é cultivado em todos os estados da Federação, em uma área de 7.141,8 ha, com produção superior a 33,867 milhões de toneladas (CONAB, 2014). Possuindo ampla adaptação às diferentes condições climática e grande versatilidade na

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 10/07/2014; aprovado em 22/08/2014

¹ Graduando UAEA/CTRN/UFCG, CEP: 58429-140, Campina Grande, PB. Email: daxengagricola@gmail.com.

² Mestrando UAEA/CTRN/UFCG, CEP: 58429-140, Campina Grande, PB. Email: gfreitasagro@gmail.com; jrjssjunior@gmail.com; elyssonmarcks@yahoo.com.br

³ Doutorando UAEA/CTRN/UFCG, CEP: 58429-140, Campina Grande, PB. Email: jonatasraulyno@gmail.com

alimentação humana com grande diversidade no comércio de produtos industrializados.

No Nordeste brasileiro o recurso água se constitui no principal fator limitante, devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos; tais condições interferem no crescimento e desenvolvimento da planta, como consequência da deficiência hídrica, verifica-se uma desidratação do protoplasto e diminuição do volume celular, promovendo um aumento nas concentrações de solutos (NOGUEIRA et al., 2005).

Salienta-se que o milho, possui desenvolvimento influenciado pelas condições de umidade do solo. A deficiência hídrica é, normalmente, o fator mais limitante à obtenção de produtividades elevadas e produtos de boa qualidade, mas o excesso também pode ser prejudicial, sendo que a reposição de água ao solo por irrigação, na quantidade e no momento oportuno, é decisiva para obter maximização da produção (MATOS et al., 2012; MAROUELLI & SILVA, 2006).

Segundo Bergamaschi et al. (2004) o déficit hídrico na cultura do milho provoca diminuição considerável na produção de sementes, nos componentes de produção e no enchimento de grãos. Por isso, a cultura de milho responde à disponibilidade hídrica do solo em decorrência da irrigação, como foi observado por Brito et al. (2013) que verificaram que uma lâmina de irrigação de 80% da evaporação da cultura (ETc) do milho doce, proporcionou limitações diâmetro de colmo e a massa seca do colmo.

Para que os rendimentos obtidos da cultura do milho possam ser considerados altos, é de extrema importância aplicação de fertilizantes que contém nitrogênio, uma vez, que às funções do nitrogênio nas plantas, desempenha função estrutural, fazendo parte de diversos compostos orgânicos vitais para o vegetal, como aminoácidos, proteínas, prolina, entre outros; sendo um dos nutrientes que apresenta os efeitos mais significativos no aumento da produtividade da cultura do milho (BÜLL, 1993; POTTKER & WIETHOLTER, 2004).

Os efeitos da adubação nitrogenada na cultura do milho foi investigada por Carvalho & Pissaia (2002) que obtiveram aumento no peso de 1.000 aquênios de girassol cultivado sob plantio direto na palha quando da aplicação de 125 kg ha⁻¹ de N. Biscaro et al. (2008), estudando a aplicação parcelada de N em cobertura (0 a 80 kg ha⁻¹ de N) na cultura do girassol em campo, obtiveram incremento nas variáveis de crescimento e de produção, alcançando, com a dose de 55 kg ha⁻¹ de N, a máxima eficiência para produção.

Diante da importância da cultura do milho para o desenvolvimento do semiárido nordestino, objetivou-se estudar a formação de fitomassa do híbrido de milho AG1051, submetidos diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos sob condições de ambiente protegido, no Centro de Tecnologia e

Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, 6°48'16" de latitude S e 37°49'15" de longitude W, a uma altitude de 174 m. localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 07°15'18" Sul, 35°52'28" Oeste e altitude média de 550 m. O clima da região é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno, conforme a classificação climática de Köppen adaptada ao Brasil (COELHO e SONCIN, 1982).

Utilizou-se o delineamento estatístico em blocos inteiramente casualizado com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 5 x 4, com três repetições, sendo cinco níveis de reposição hídrica (40, 60, 80, 100 (testemunha) e 120% da evapotranspiração real - ETr) e quatro doses de adubação nitrogenada [N1 - 50; N2 - 75; N3 - 100 e N4 - 125 mg kg⁻¹ de solo, conforme a indicação de adubação nitrogenada para ensaios (NOVAIS et al., 1991)].

O volume de água aplicado em cada tratamento foi mensurado através do consumo das plantas sob 100% da ETr (BERNARDO et al., 2008). Tal volume foi convertido em ETr, pela divisão com a área do lisímetro, sendo mensurada a irrigação dos demais tratamentos multiplicando-se o valor da ETr obtida pelo percentual de evapotranspiração de cada tratamento (Quadro 1). Outrossim, iniciou-se a aplicação dos níveis de reposição hídrica quando as plantas apresentaram o primeiro par de folha definitiva, utilizando-se o híbrido de milho AG1051.

Quadro 1. Distribuição dos níveis de água a serem aplicados.

Nível	ETr (%)	Lâmina
1	40	0,4*ETr
2	60	0,6*ETr
3	80	0,8*ETr
4	100	1,0*ETr
5	120	1,2*ETr

Na condução das plantas, utilizaram-se vasos plásticos de 10L de capacidade, que foram perfurados na base para introdução de uma mangueira, a qual foi acoplada a um recipiente para coleta da água da drenada. No preenchimento, os vasos receberam uma manta geotextil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução da mangueira pelo solo, seguindo por acrescentar uma camada de 4 kg de brita, para facilitar a drenagem subterrânea e 14 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico.

Na adubação de fundação foram aplicados 8,07 g de monoamônio fosfato e 3,11g de ureia, conforme indicado por Novais et al. (1991). O material de solo após acondicionado nos vasos foi posto em capacidade de campo, usando-se as distintas águas conforme tratamentos. A adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes e aplicada via fertirrigação em intervalos de sete

dias a partir da semeadura (DAS), sendo aplicados por vaso no tratamento N3, 23,2g uréia.

As sementes de milho utilizadas foram da variedade AG1051, na semeadura foram inseridas cinco sementes por cova, sendo três plântulas desbastadas aos 15 dias após semeadura (DAS), no espaçamento de 0,7 m entre plantas e 0,4 m entre linhas

Para análise do efeito dos tratamentos sobre acúmulo de fitomassa do milho, as plantas foram coletadas aos 30 DAS determinando-se: a fitomassa fresca de folha (FFFolha), a fitomassa fresca de colmo (FFColmo), fitomassa fresca da parte aérea (FFPA), fitomassa seca de folha (FSFolha). Realizou-se, por ocasião da coleta das plantas, a separação das plantas em folhas e colmos, os quais foram pesados visando à obtenção da fitomassa fresca, em seguida foram acondicionados em sacos de papel e levados para secagem em estufa de circulação de ar, mantida a 65 °C; posteriormente, o material foi pesado em balança de precisão de 0,0001 g.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando do software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento das lâminas de irrigação promoveu incremento linear da fitomassa fresca de folhas (FFFolha) e fitomassa fresca do colmo (FFColmo) do milho (Figura 1A e 1B). Os maiores valores de FFFolha e FFColmo

foram respectivamente de 77,16 e 49,51 g por planta com o nível de 120% da ETr, o que correspondeu a um incremento respectivamente de, 63,43% e 41,78% em relação à irrigação com 40% da ETr. Observa-se ainda que ao se aumentar em 20% a lâmina de irrigação tem-se um incremento de 15,86% e 10,45%, respectivamente para FFFolha e FFColmo. Tais resultados evidenciam que possivelmente com a aplicação de lâminas superiores ainda haveria respostas positivas no acúmulo de fitomassa do milho. Estudando o crescimento e a transpiração do milho em casa de vegetação sob deficiência hídrica, Wu et al. (2011), verificaram redução na formação de fitomassa de milho quando a umidade nos vasos são inferiores a 90% da capacidade de campo.

O aumento do potencial hídrico celular favorece o incremento da pressão interna, conhecida como pressão ou potencial de turgescência (P ou Ψ_p), a qual expande o protoplasto contra a parede celular aumentando o tamanho da célula, assim, com as células túrgidas, o produto da fotossíntese pode ser usado para converter CO₂ do ar em moléculas mais complexas que, após serem formadas, são transferidas às células dreno por meio do floema e com energia da pressão exercida pela solução, favorecendo dessa forma o crescimento vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Resultados semelhantes são reportados por Brito et al. (2013), os quais observaram incremento linear na formação de fitomassa de folhas e colmo de milho doce com o aumento da disponibilidade hídrica. Corroborando Costa et al. (2008) verificaram que a redução do nível de água disponível afeta negativamente a produção de matéria seca da parte aérea das plantas de milho.

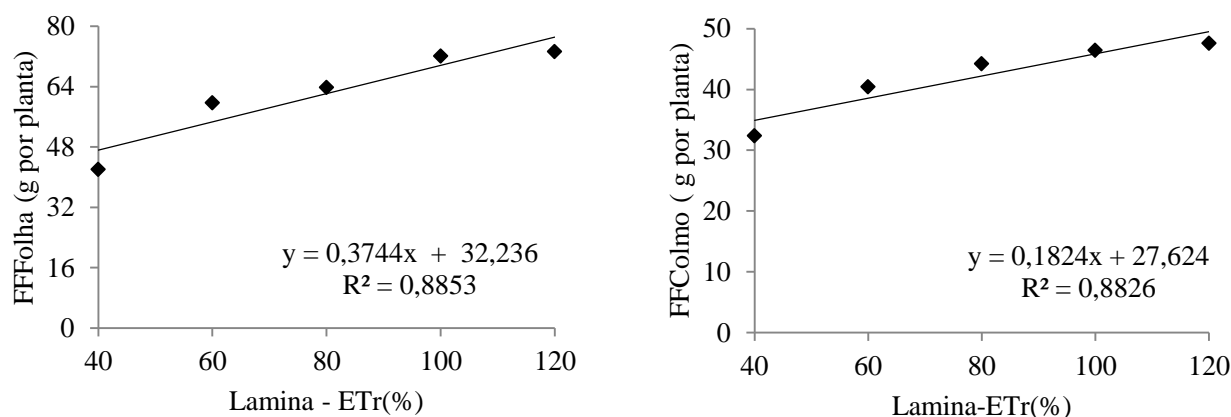


Figura 1. Fitomassa fresca de folha (FFFolha) e fitomassa fresca de colmo (FFColmo) em função das lâminas de irrigação aos 30 dias após a semeadura.

Analisando a equação de regressão para o acúmulo de fitomassa fresca da parte aérea (Figura 2) em função das lâminas de água de irrigação, o modelo ao qual os dados melhor se ajustaram foi o quadrático, onde nota-se na lâmina de 116% da ETr o máximo acúmulo em FFPA nas plantas (120,91 g), a partir dessa lâmina ocorreu pequena

redução na fitomassa fresca da parte aérea. Provavelmente, o déficit hídrico reduziu a pressão de turgor e, conseqüentemente, o fluxo de seiva pelos vasos condutores, como explica Taiz & Zeiger (2013), o que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas,

proporcionando reduções na expansão foliar, altura e diâmetro das plantas, resultando em perda da biomassa vegetal, assim como atesta Rivera-Hernández et al. (2009), que estudando tensões de umidade no solo

combinado a fertilização fosfatada na cultura do milho, verificaram redução no crescimento e formação de fitomassa com tensões mais negativas, ou seja, com menor disponibilidade de água no solo.

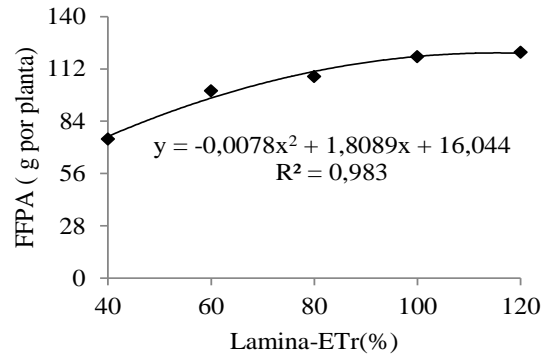


Figura 2. Fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) em função das lâminas de irrigação aos 30 dias após a semeadura

Estudando-se a fitomassa seca de folha (FSF) em função das lâminas de irrigação (Figura 3), observa-se resposta quadrática, evidenciando-se maior acúmulo em massa de folhas nas lâminas de 89 e 103% da ETr, respectivamente, acrescenta-se que as plantas quando irrigadas com essas lâminas possuíam, em média, FSFolha igual a 8,7 g por planta. De acordo com Malavolta et al. (1997) a produção de matéria seca está intimamente

associada à lâmina de água colocada à disposição da planta, o que denota o ocorrido neste experimento visto que, à medida que se aumentou as lâminas de água, verificou-se acréscimo na FSFolha.

Comportamento similar foi obtido por França et al. (1999) trabalhando com restrição hídrica sob o crescimento do milho, que constataram decréscimos no acúmulo de fitomassa.

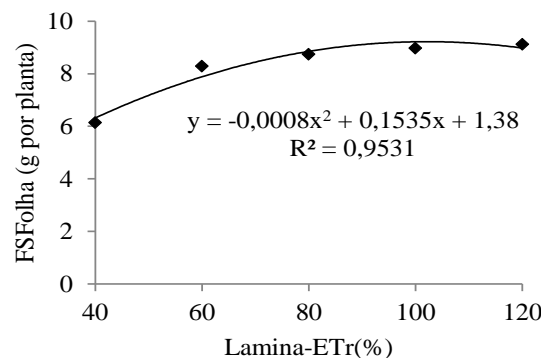


Figura 3. Fitomassa seca de folha (FSFolha) em função das lâminas de irrigação aos 30 dias após a semeadura

CONCLUSÕES

A fitomassa fresca de folha e a fitomassa fresca do colmo são variáveis indicadas para o estudo do estresse hídrico em milho, por serem mais sensíveis ao estresse.

Os efeitos das diferentes lâminas de água sobre a cultura do milho resultam em maior crescimento e acúmulo de fitomassa quando irrigada com lâminas superiores a 80% da ETr.

O manejo de irrigação a partir de 100% da ETr é o mais indicado por proporcionar maiores acúmulos de fitomassa da cultura do milho.

A adubação nitrogenada não afetou as variáveis de crescimento analisadas no milho cv. AG1051.

REFERÊNCIAS

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.;

- COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.831-839, 2004.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2008. 625 p.
- BISCARO G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. da S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. de. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS, *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.
- BRITO, M. E. B.; ARAÚJO FILHO, G. D. de; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S. de; COSTA, F. B. da; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. *Bioscience Journal*, v.29, n.5, p.1244-1254, 2013.
- BÜLL, L.T. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). Piracicaba: Potafós, 1993. p. 63-145.
- CARVALHO, D. B.de; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: I – rendimento de grãos e seus componentes, índice de colheita e teor de óleo. *Scientia Agraria*, v.3, n.1-2, p.41-45, 2002.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. Geografia do Brasil. São Paulo: Moderna. 1982. 368 p.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 28 de ago. de 2014.
- COSTA, J.R.; PINHO, J.L.N.; PARRY, M.M. Produção de matéria seca de cultivares de milho sob diferentes níveis de estresse hídrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.5, p.443-450, 2008.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- FRANÇA, S.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L. M. G. Modelagem de crescimento e rendimento de milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.7, p.59-66, 1999.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 201p.
- MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região do cerrado. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.3, p.342-346, 2006.
- MATOS, F. M. DE; ANDRADE, C. DE L.T. DE; AMARAL, T. A.; MOURA, B. F.; CASTRO, L. A. DE; RODRIGUES, C. C. F.; PAIXÃO, J. S. Produtividade do milho cultivado sob diferentes regimes hídricos, XXIX Congresso Nacional de milho e sorgo - águas de Lindóia. Agosto de 2012
- NOGUEIRA, R. J. M. C., MORAES, J. A. P. V., BURITY, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.13, n.1, p.75-87, 2001.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA A. J. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília: EMBRAPA-SEA. p. 189-253, 1991.
- PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v.34, n.4, p.1015-1020, 2004.
- RIVERA-HERNÁNDEZ, B.; CARRILO-ÁVILA, E.; OBRADOR-OLÁN, J.J.; JUÁREZ-LÓPEZ, J.F.; ACEVES-NAVARRO, L.A.; GARCÍA-LÓPEZ, E. Soil moisture tension and phosphate fertilization on yield components of A-7573 sweet corn (*Zea mays* L.) hybrid, in Campeche, Mexico. *Agricultural Water Management*, v.96, p.1285-1292, 2009.
- WU, Y.; HUANG, M.; WARRINGTON, D.N. Growth and transpiration of maize and winter wheat in response to water deficits in pots and plots. *Environmental and Experimental Botany*, Paris, v.71, n.1, p.65-71, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.