



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p336-342>

Fitomassa e produção do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica

Lauriane A. dos A. Soares¹, Geovani S. de Lima², Lucia H. G. Chaves³,
Diego A. Xavier⁴, Pedro D. Fernandes⁵ & Hans R. Gheyi⁶

Palavras-chave:

Helianthus annuus L.
lâminas de irrigação
potássio

RESUMO

Na região semiárida do Nordeste do Brasil a reduzida disponibilidade hídrica e a ocorrência de solos pouco férteis, principalmente em potássio, estão entre os fatores que mais têm limitado a produção agrícola. Neste sentido objetivou-se, com este trabalho, avaliar a fitomassa e a produção do girassol cv. 'Hélio 251' em função da irrigação com diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica sob condições de ambiente protegido do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da UFCG, Campina Grande, PB. Usou-se o delineamento estatístico de blocos casualizados estudando-se cinco níveis de reposição hídrica (40, 60, 80, 100 (testemunha) e 120% da evapotranspiração real-ET_r) associada a doses de adubação potássica (50; 75; 100; 125 e 150% da recomendação de K₂O para ensaios em vasos). Lâminas crescentes de água associadas a doses de potássio promoveram aumento na fitomassa seca de caule, da parte aérea e fitomassa seca de capítulo. Os máximos diâmetros externo e interno de capítulo do girassol ocorreram com lâminas variando de 99 a 120% da ET_r. Os níveis de reposição hídrica até de 120% da ET_r aumentaram de forma linear a massa de sementes total e a massa de cem sementes do girassol. A interação entre os níveis de reposição hídrica e doses de potássio afetou significativamente a fitomassa seca do caule, da parte aérea e do capítulo.

Key words:

Helianthus annuus L.
irrigation
potassium

Biomass and production of sunflower grown under different levels of water replenishment and potassium fertilization

ABSTRACT

In the semiarid region of Northeastern Brazil, reduced water availability and the occurrence of soils of low fertility, mainly in potassium, are among the factors that have limited agricultural production. In this context, the objective of this study was to evaluate the biomass and yield of sunflower cv. 'Hélio 251' as a function of irrigation with different levels of water replenishment and potassium fertilization under protected ambient at the Center of Technology and Natural Resources UFCG, Campina Grande, PB. A randomized block design was used, studying five levels of water replacement (40, 60, 80, 100 (control) and 120% of the real evapotranspiration-ET_r) associated with potassium fertilizer levels (50, 75, 100, 125 and 150% K₂O of the recommendation for assays in pots). Increasing water levels associated with potassium doses caused increase in dry weight of stem, aerial parts and dry matter of chapter. The maximum external and internal diameters of sunflower chapter occurred with water depths ranging between 99-120% of ET_r. Levels of water replenishments up to 120% of ET_r linearly increased the total mass of the seeds and mass of hundred seeds of sunflower. The interaction between levels of water replacement and potassium doses significantly affected the dry matter of stem, shoot and the chapter.

Protocolo 100-2014 – 31/03/2014 • Aprovado em 28/11/2014 • Publicado em 02/03/2015

¹ UAEEA/UFCG. Campina Grande, PB. E-mail: laurispo@hotmail.com (Autora correspondente)

² UAEEA/UFCG. Campina Grande, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

³ UAEEA/UFCG. Campina Grande, PB. E-mail: lhgarofalo@hotmail.com

⁴ UAEEA/UFCG. Campina Grande, PB. E-mail: dax_man89@hotmail.com

⁵ UAEEA/UFCG. Campina Grande, PB. E-mail: pdantas@pq.cnpq.br

⁶ CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: hans@pq.cnpq.br

INTRODUÇÃO

O girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, além de se constituir em importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas (Lopes et al., 2009); dentre os seus usos estão a produção de forragem alternativa, planta melífera, ornamental e a produção de óleo para alimentação humana (Nobre et al., 2010). Além disto, a cultura apresenta características desejáveis do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto e alta qualidade e quantidade de óleo produzido (Silva et al., 2007).

No semiárido do nordeste brasileiro as precipitações irregulares têm comprometido significativamente a produção agrícola (Santos et al., 2009). Esta situação justifica a necessidade de se recorrer à prática da irrigação (Bukhsh et al., 2009). Outro fator agravante nesta região é a ocorrência de solos com baixa fertilidade a qual contribui para que muitas culturas limitem sua produtividade em função da baixa disponibilidade de nutrientes, dentre eles o potássio (Feitosa et al., 2013).

Apesar de o girassol ser classificado como resistente à seca (Oliveira et al., 2012), o déficit hídrico tem afetado negativamente, durante o período de floração, o rendimento e o teor de óleo (Krizmanic et al., 2003; Iqbal et al., 2005). Por exemplo, Anastasi et al. (2010) observaram que a produtividade de óleo em cultivos de girassol sem irrigação oscila entre 400 a 1.000 kg ha⁻¹ porém quando irrigado se estima rendimento de 700 a 2200 kg ha⁻¹.

A nutrição mineral se destaca, então, como uma das principais tecnologias utilizadas para incrementar a produtividade e a rentabilidade das culturas sendo o potássio de grande importância para a cultura do girassol em razão de exercer papel-chave na regulação osmótica e promover a manutenção do turgor nas células-guardas, por meio da elevação do seu potencial osmótico, o que resulta em absorção de água por essas células e por células adjacentes e, em contrapartida, gera maior turgor e abertura dos estômatos (Langer et al., 2004). Além disto, tal nutriente tem sido objeto de vários estudos nos quais se objetiva averiguar a importância da adubação potássica nas características morfológicas da cultura e seus eventuais reflexos na produtividade. Uchôa et al. (2011) comprovaram que o aumento da adubação potássica proporciona incremento das variáveis vegetativas e produtivas do girassol.

Diante da importância dos fatores água e adubação potássica para a cultura, torna-se necessária a realização de estudos a respeito dos níveis ótimos a serem aplicados para se obter o máximo rendimento agrônomo do girassol levando-se em consideração a variabilidade, de acordo com a cultivar

e com as condições ambientais de vez que, assim como a falta, os excessos desses insumos de produção podem refletir no insucesso da cultura em condições de campo (Mousinho et al., 2003).

Ressalta-se que existem pesquisas que reforçam a importância da interação positiva entre a adubação potássica e a disponibilidade hídrica no aumento da eficiência de produção das culturas, como Folegatti et al. (2004), para o meloeiro e a Perdigo et al. (2010) para a cultura do cajueiro.

Neste sentido propôs-se, com este trabalho, avaliar a produção de fitomassa e de sementes de girassol em função de diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre novembro de 2013 e janeiro de 2014, em vasos plásticos adaptados como lisímetros nas condições de ambiente protegido no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB, nas coordenadas geográficas 7° 15' 18" de latitude Sul, 35° 52' 28" de longitude Oeste e altitude média de 550 m.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos arranjos em esquema fatorial 5 x 5, com três repetições, sendo cinco lâminas de irrigação (40, 60, 80, 100 (controle) e 120% da Evapotranspiração real - ETr) associadas a cinco doses de adubação potássica (75; 112,5; 150; 187,5 e 225 mg kg⁻¹ de solo), correspondentes a 50; 75; 100; 125 e 150%, respectivamente, da recomendação de adubação potássica para ensaios em casa de vegetação, conforme Novais et al. (1991).

Ressalte-se que o volume de água aplicado em cada tratamento foi mensurado por meio do consumo das plantas sob 100% da ETr, usando-se do método da lisimetria de drenagem (Bernardo et al., 2008). Assim, para irrigação dos demais tratamentos multiplicou-se o valor da ETr obtida pela percentual de evapotranspiração de cada tratamento, diariamente. Outrossim, aos 16 dias após a semeadura se iniciou a aplicação dos níveis de reposição hídrica quando as plantas apresentaram a terceira folha definitiva.

Na condução das plantas utilizou-se de vasos plásticos de 10 L de capacidade, que foram perfurados na base para introdução de drenos, ou seja, uma mangueira com 5 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro nominal, a qual foi acoplada a um recipiente para coleta da água de drenagem visando permitir o acompanhamento do volume drenado e o consumo de água pela cultura. No preenchimento os vasos receberam uma camada de 0,3 kg de brita (número zero) a qual cobria a base e 14 kg de material de solo (tipo areia franca) não salino e não sódico (Tabela 1) devidamente destorroado e proveniente

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento

pH	Características químicas									Características físico-hídricas							
	MO dag kg ⁻¹	P mg kg ⁻¹	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Classe textural	Umidade (kPa)		Porosidade total m ³ m ⁻³	Densidade kg dm ⁻³	
									Areia	Silte	Argila		33,42	1519,5			AD
5,80	21,20	53,60	0,18	0,37	2,37	3,09	0,00	1,78	808,60	80,50	110,90	AF	11,48	2,41	9,07	38,59	1,67

pH_{ps} - pH da pasta de saturação; MO - Matéria orgânica; Digestão úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 mol L⁻¹ pH 7,0; AF - Areia franca; AD - Água disponível

da zona rural do município de Esperança, PB. Os vasos foram distribuídos no ambiente protegido sob o espaçamento de 0,7 m entre linhas e 0,4 m entre plantas dentro da fileira.

Foram utilizadas sementes da cultivar de girassol 'Hélio 251' fornecidas pela Embrapa Algodão. Este híbrido foi escolhido por se tratar de um material genético que apresenta ciclo precoce (100 dias), altura média de plantas de 1,87 m e produtividade sob condições de irrigação de 4631 kg ha⁻¹ e por ser resistente às principais doenças (Aquino et al., 2013). Em 11 de novembro de 2013 foi realizada a semeadura colocando-se 6 sementes de forma equidistante, a uma profundidade de 0,02 m. Com o início dos tratamentos procedeu-se ao desbaste deixando-se apenas uma planta com melhor vigor por vaso; a partir deste período a quantidade de água aplicada às plantas foi realizada conforme cada tratamento.

Na adubação de fundação para nitrogênio e fósforo foram aplicados 8,07 g de monoamônio fosfato e 3,11 g de ureia, conforme indicado por Novais et al. (1991). O material de solo, após acondicionado nos vasos, foi posto em capacidade de campo. A adubação potássica foi parcelada em três vezes e aplicada via fertirrigação em intervalos de sete dias a partir de 24 dias após a semeadura (DAS), sendo aplicados por vaso no tratamento K3 (100% da dose recomendada), 23,2 g de cloreto de potássio.

No momento em que as plantas atingiram o estágio de maturação fisiológica dos aquênios, ou seja, quando os mesmos se apresentavam com massa dura (Silva et al., 2007), fez-se a suspensão da irrigação seguida pela colheita simultânea em todos os tratamentos. Conforme Connor & Hall (1997), este estágio fenológico é denominado "R9", quando o capítulo se encontra inclinado para baixo, com dorso e brácteas com coloração entre amarelo e castanho.

Para a análise do efeito dos tratamentos sobre o acúmulo de fitomassa e produção do girassol, foram mensurados: fitomassa seca de folhas (FSF); fitomassa seca de caule (FSC); fitomassa seca da parte aérea (FSPA); fitomassa seca de capítulo (FSCa); diâmetro do capítulo externo (DCE) e interno (DCI); massa de sementes total por planta (MST) e massa de cem sementes (MCS).

Decorridos 10 dias após a suspensão da irrigação, a haste de cada planta foi cortada rente ao solo e, em seguida, foram separadas as distintas partes (caule, folha e capítulo) e logo após acondicionadas em saco de papel; posteriormente, foram postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, na temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante; posteriormente, o material foi pesado obtendo-se a fitomassa das folhas e caule cujo somatório resultou na fitomassa da parte aérea. Os aquênios de cada capítulo foram debulhados manualmente antes da condução dos capítulos à estufa; posteriormente e se utilizando os aquênios de aparência normal, efetuou-se a determinação da FSCa, MST e MCS. Ressalta-se que a MST e a MCS tiveram o grau de umidade ajustado para 10%.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância contidos na Tabela 2, observa-se que, de modo geral, os fatores isolados tiveram efeito significativo ($p < 0,01$) sobre as variáveis: fitomassa seca de folhas (FSF) e de caule (FSC). Verificou-se ainda interação significativa entre os níveis de reposição hídrica e doses de potássio sobre as variáveis FSC, FSPA e FSCa ($p < 0,05$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para fitomassa seca de folhas (FSF), fitomassa seca e de caule (FSC) e fitomassa seca de capítulo (FSCa) do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e de adubação potássica

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		FSF	FSC	FSPA	FSCa
Reposição hídrica (RH)	4	200,42**	631,57**	1557,38**	216,30**
Regressão linear	4	682,66**	2196,96**	5413,92**	747,00**
Regressão quadrática	4	75,600**	156,14 ^{ns}	459,86**	78,99**
Doses de potássio (DK)	4	5,55 ^{ns}	31,86*	50,28*	6,79 ^{ns}
Regressão linear	4	4,16 ^{ns}	116,49*	155,04*	10,45 ^{ns}
Regressão quadrática	4	16,57 ^{ns}	2,32 ^{ns}	29,91 ^{ns}	6,83 ^{ns}
Interação (RH x DK)	16	2,82 ^{ns}	33,88*	45,28*	10,17*
Bloco	2	0,16 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,33 ^{ns}
Resíduo	48	2,60	13,20	20,13	5,31
CV (%)		10,37	18,21	12,65	16,28

ns, **, *Não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente

Ao analisar a equação de regressão para a fitomassa seca das folhas do girassol (Figura 1A), em função das lâminas de água, percebe-se que o modelo de regressão ao qual os dados se ajustaram melhor, foi o quadrático, em que a lâmina de água estimada de 115% da ETr promoveu o máximo acúmulo na FSF das plantas (18,65 g). Entretanto, a menor FSF (10,09 g) foi obtida no menor nível de reposição hídrica avaliado (40% da ETr), o que indica que tanto o déficit como o excesso de água aplicada prejudicam a alocação de fitomassa foliar do girassol. Conforme Andrade & Abreu (2007) a produção de matéria seca foliar no girassol sob déficit hídrico é negativamente afetada devido a mecanismos fisiológicos adaptativos desenvolvidos pela planta perante o déficit hídrico, como a aceleração do processo de senescência das folhas que, desta forma, objetiva restringir a área foliar e, em contrapartida, a superfície exposta às perdas, por transpiração.

Verificou-se efeito significativo para interação entre níveis de reposição hídrica e doses de potássio sobre a FSC. De acordo com as equações de regressão (Figura 1B) verifica-se efeito linear crescente sobre a FSC das plantas adubadas com 75 e 100% da dose indicada de potássio cujos acréscimos foram de 97,18 e 149,83% por aumento de 20% da ETr. Tahir et al. (2002) constataram, ao avaliar plantas de girassol submetidas a estresse hídrico, decréscimo da fitomassa seca do caule da ordem de 19,56% comparando com o tratamento sem estresse hídrico.

Em relação às doses de potássio de 50; 125 e 150%, os dados se ajustaram ao modelo quadrático observando-se que os maiores valores de FSC (23,63; 22,91 e 26,04 g), respectivamente, foram alcançados com lâminas de água de 119, 120 e 120% da ETr. Em relação à dose mais baixa de adubação (50%), a aplicação

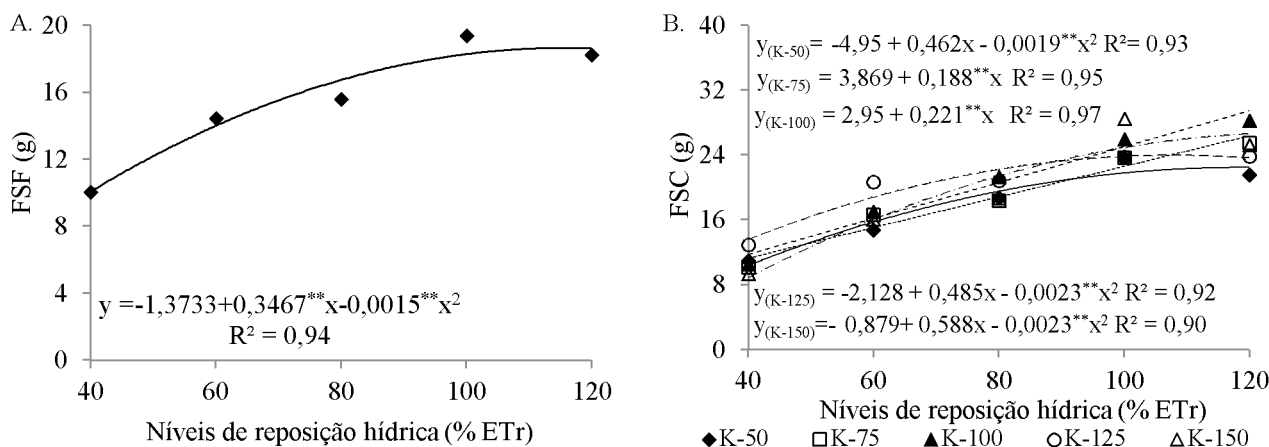


Figura 1. Fitomassa seca de folhas - FSF - (A) em função dos diferentes níveis de reposição hídrica e fitomassa seca do caule - FSC - (B) do girassol, em função da interação entre os diferentes níveis de reposição hídrica e doses de potássio

de 150% da adubação potássica resultou em acréscimo de 36,73% no acúmulo da FSC das plantas.

Vários processos fisiológicos essenciais ao funcionamento da planta envolvem o acúmulo de íons para diminuir o potencial osmótico e aumentar a pressão de turgor, com destaque para o papel do potássio. Se o suprimento de potássio é inadequado a condutância estomática fica comprometida (Marschner, 1995). Desta forma, plantas com suprimento adequado de potássio, são menos suscetíveis ao estresse hídrico.

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) para interação entre níveis de reposição hídrica e doses de potássio sobre a fitomassa seca da parte aérea. Verifica-se resposta quadrática para as doses de 125 e 150% de potássio (Figura 2A) em que a maior produção de FSPA foi obtida com as lâminas de 108 e 120% da ETr, respectivamente, cujas plantas possuíam, quando submetidas a esses níveis de reposição hídrica, em média 42,75 e 57,90 g de fitomassa na parte aérea.

Conforme equações de regressão referentes às doses de 50, 75 e 100% de K_2O (Figura 2A), houve efeito linear crescente na fitomassa seca da parte aérea da ordem de 54,20; 50,64 e 67,47%, respectivamente, por aumento de 20% da ETr, ou seja, aumento de 216,82; 202,58 e 269,88% na FSPA das plantas irrigadas com 120% da ETr quando comparadas àquelas sob 40% da ETr. Nobre et al. (2010) observaram crescimento linear da fitomassa seca da parte aérea do girassol com o aumento das lâminas de irrigação, sendo incrementada em 280,88% em

comparação com os tratamentos em condição de hipoxia e 40% da necessidade hídrica. Silva et al. (2007) também encontraram maior acúmulo de biomassa para os maiores níveis de água.

Para fitomassa do capítulo (FSCa) ao analisar a interação entre níveis de reposição hídrica versus doses de potássio (Figura 2B), verifica-se que os maiores valores de FSCa foram obtidos com a aplicação de 120% da ETr, nas doses de 50, 125 e 150% de K_2O , sendo acumulados nas plantas desses tratamentos 23,65; 26,74 e 26,04 g de FSCa, respectivamente. Segundo Silva et al. (2009), baixos rendimentos em girassol ocorrem em função da redução da disponibilidade hídrica no solo afetando o crescimento dos capítulos e aquênios.

Pelas equações de regressão (Figura 2B) referentes às doses de potássio de 75 e 100%, o modelo ao qual os dados se ajustaram melhor foi o linear ocorrendo aumento na FSCa das plantas de 39,66 e 47,81% respectivamente, por aumento de 20% da ETr, ou seja, acréscimos de 158,66 e 191,26% na FSCa das plantas irrigadas com 120% da ETr em relação às submetidas a 40% da ETr. Oliveira et al. (2012) também observaram, conduzindo experimento em ambiente protegido com cultivares de girassol, efeito linear e crescente dos diferentes níveis de água disponível no solo sobre a FSCa constatando aumento de 1,68 g por planta com o incremento de 10% da água disponível.

Verifica-se, a partir dos dados da análise de variância apresentados na Tabela 3, que ocorreu efeito significativo

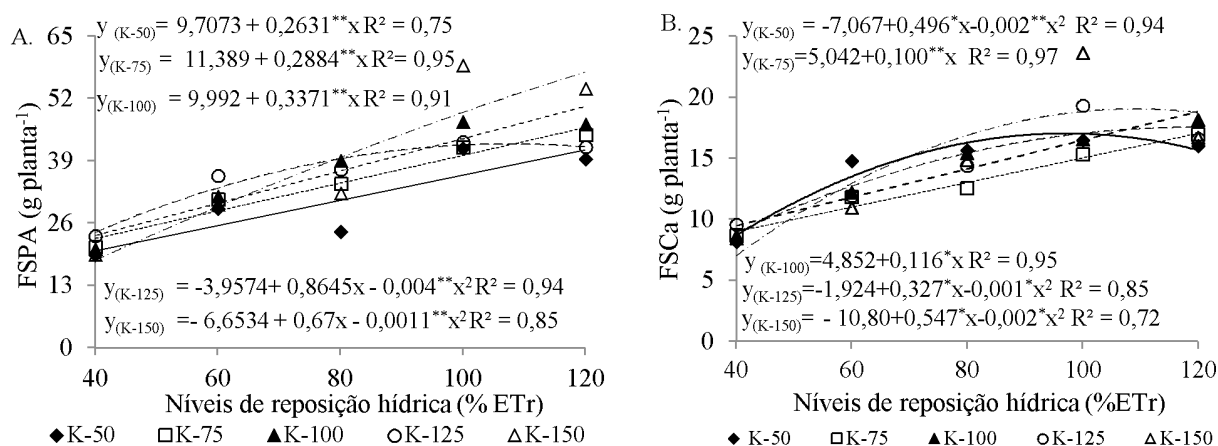


Figura 2. Fitomassa seca da parte aérea - FSPA (A) e fitomassa seca de capítulo - FSCa (B) do girassol, em função da interação entre os diferentes níveis de reposição hídrica e doses de potássio

Tabela 3. Resumo da análise de variância para diâmetro de capítulo externo (DCE) e interno (DCI), massa de sementes total (MST) e massa de cem sementes (MCS) do girassol cultivado sob diferentes níveis de reposição hídrica e adubação potássica

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		DCE	DCI	MST	MCS
Reposição hídrica (RH)	4	2862,32**	2512,20**	999,82**	3,50**
Regressão linear	4	9262,38**	8674,94**	3418,27**	9,59**
Regressão quadrática	4	2088,07**	1297,54**	531,15**	2,00*
Doses de potássio (DK)	4	82,65 ^{ns}	69,85 ^{ns}	31,13 ^{ns}	0,79 ^{ns}
Regressão linear	4	73,15 ^{ns}	19,00 ^{ns}	101,10*	0,36 ^{ns}
Regressão quadrática	4	8,36 ^{ns}	11,78 ^{ns}	11,71 ^{ns}	0,44 ^{ns}
Interação (NRH x DK)	16	76,89 ^{ns}	34,33 ^{ns}	9,28 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Bloco	2	237,48*	169,51*	17,38 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Resíduo	48	80,64	37,99	15,37	0,28
CV (%)		8,89	6,77	11,05	13,78

ns, **Não significativo, significativo a $p < 0,01$ e $p < 0,05$ *, respectivamente

($p < 0,01$) do fator níveis de reposição hídrica sobre todas as variáveis de produção. Com relação ao fator doses de potássio e sua interação com os níveis de reposição hídrica observa-se não haver efeito significativo para nenhuma variável estudada, sinalizando que os fatores em estudo (RH e DK) variaram de modo independente entre si.

Analisando a equação de regressão para diâmetro de capítulo externo (DCE) em função das lâminas de irrigação (Figura 3A) o modelo ao qual os dados se ajustaram foi o quadrático notando-se que a lâmina de água estimada de 105% da ETr promoveu o máximo diâmetro de capítulo externo nas plantas (111,98 mm). Esses resultados são indicativos de que em condições de baixa disponibilidade de água no solo, vários processos metabólicos das plantas podem ser influenciados, como o fechamento estomático, redução da condutância estomática, redução da fotossíntese e transpiração, levando ao declínio no crescimento (Portes et al., 2006), principalmente quando se relaciona com o crescimento do diâmetro de capítulo externo, já que este reflete a eficiência de produção da planta.

Os resultados observados para o diâmetro de capítulo interno - DCI (Figura 3B), seguiram a mesma tendência da variável diâmetro de capítulo externo. Todavia, notou-se resposta quadrática no final do ciclo do girassol com máxima DCI obtida no intervalo de 99 a 120% da ETr observando-se,

portanto, um diâmetro interno médio das plantas irrigadas nesse intervalo de 101 mm. De maneira geral e verificando a formação do capítulo do girassol, pode-se observar maior crescimento no capítulo externo. Salienta-se que uma planta, quando submetida ao estresse hídrico, tem praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados o que pode modificar a anatomia e a morfologia e também interferir em muitas reações metabólicas (Nelson & Moser, 1994). A falta de água reduz a pressão de turgor e, conseqüentemente, o fluxo de seiva pelos vasos condutores (Taiz & Zeiger, 2009), fato que tende a diminuir o alongamento celular e, assim, o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Silva et al. (2007) também observaram, trabalhando com a cultura do girassol cv. Hélio 250 e cv. Hélio 251 sob diferentes lâminas de irrigação (17,20, 350,84, 428,70 e 522,14 mm) que o incremento hídrico contribuiu para o aumento dos diâmetros externo e interno do capítulo.

O fator níveis de reposição hídrica influenciou significativamente ($p < 0,01$) a massa de sementes total - MST do girassol cv. Hélio 251 (Tabela 3) e pela equação de regressão (Figura 4A) observa-se comportamento linear crescente, com incremento na MST de 29,04% por aumento de 20% da ETr, proporcionando aumento de 19,04 g (116,10%) na MST das plantas submetidas a irrigação com 120% da ETr em relação às que receberam 40% de ETr. O incremento na MST em função dos níveis de reposição de água reforça a ideia de que a água é essencial para o rendimento da cultura do girassol e que esta cultura responde positivamente ao incremento das lâminas de irrigação. De acordo com Thomaz (2008) a cultura do girassol se comporta de maneira significativa à reposição de água no solo por meio da prática da irrigação respondendo positivamente com incrementos na produtividade.

Com relação à variável massa de cem sementes (Figura 4B) o comportamento foi semelhante ao ocorrido com a massa de sementes total (Figura 4A). Por meio da análise de regressão constata-se efeito linear crescente com incremento na MCS de 10,03% por aumento de 20% da ETr. Verifica-se que, em termos percentuais, o acréscimo desta variável de produção foi de 40,1% e em termos quantitativos referido incremento resultou em aumento de 1,12 g na MCS das plantas submetidas à irrigação com o maior nível de reposição hídrica (120% da ETr), em comparação com as plantas que foram irrigadas com 40% da ETr.

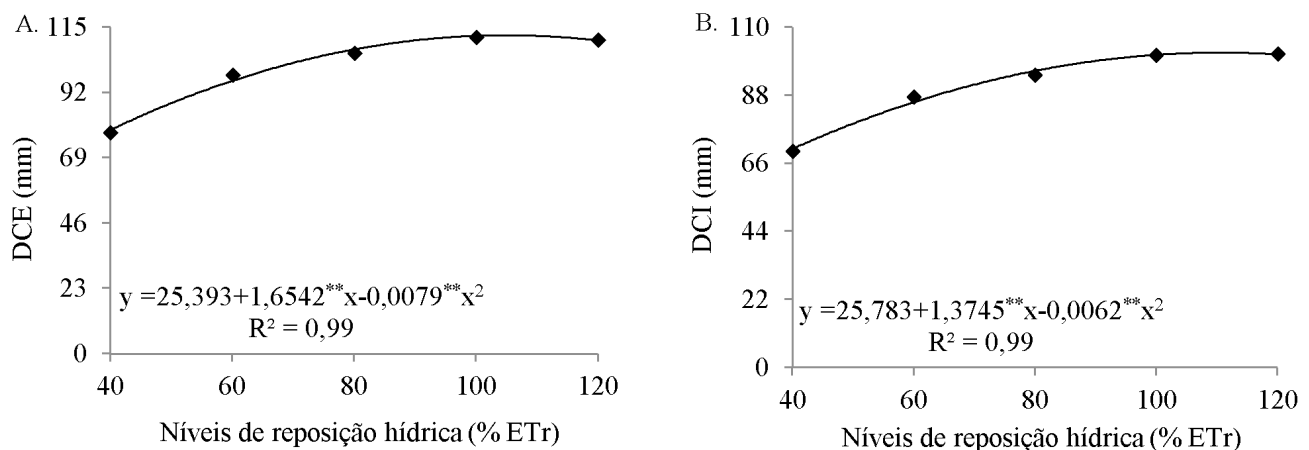


Figura 3. Diâmetro de capítulo externo - DCE (A) e interno - DCI (B) do girassol, em função dos diferentes níveis de reposição hídrica

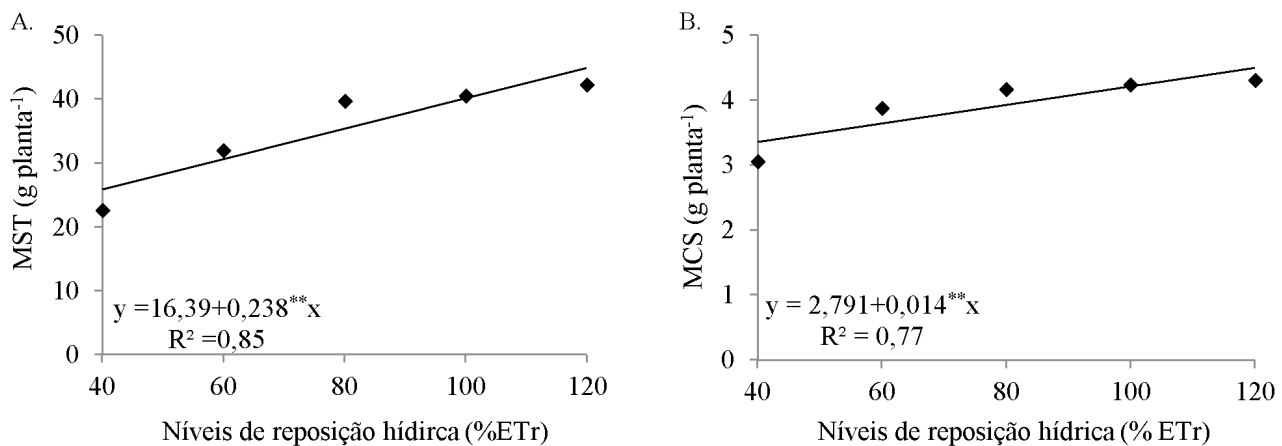


Figura 4. Massa de sementes total - MST (A) e massa de cem sementes - MCS (B) do girassol, em função dos diferentes níveis de reposição hídrica

O fato de se constar a maior redução na massa de cem sementes nos tratamentos submetidos às menores lâminas de irrigação, conforme Taiz & Zeiger (2009) tal redução está relacionada ao fato de as plantas em condições de deficiência hídrica utilizarem o mecanismo de fechamento dos estômatos no intuito de restringir a perda de água reduzindo a transpiração, sacrificando a absorção de CO₂ e acarretando, como consequência, reduções nas taxas fotossintéticas. Tais mecanismos reduzem a acumulação de fotossintatos e, por conseguinte, a produtividade de sementes nesta cultura. Viana et al. (2012) constataram, trabalhando com a cultivar de girassol Catisol 01 sob diferentes lâminas de irrigação (25 a 125% da evaporação do tanque classe A) em condições de campo, que a massa de 1000 aquênios aumentou conforme se diminuiu o déficit hídrico.

CONCLUSÕES

1. Lâminas crescentes de água associadas a doses de potássio promovem aumento na fitomassa seca de caule, da parte aérea e fitomassa seca de capítulo.
2. Os máximos diâmetros externo e interno de capítulo do girassol ocorreram com lâminas variando de 99 a 120% da ETr.
3. Os níveis de reposição hídrica até 120% da ETr aumentam de forma linear a massa de sementes total e a massa de cem sementes do girassol.
4. A interação entre os níveis de reposição hídrica e doses de potássio afetou significativamente a fitomassa seca do caule, da parte aérea e do capítulo.

LITERATURA CITADA

- Anastasi, U.; Santonoceto, C.; Giuffrè, A. M.; Sortino, O.; Abbate, V. Yield performance and grain lipid composition of standard and oleic sunflower as affected by water supply. *Field Crops Research*, v.119, p.145-153, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2010.07.001>
- Andrade, J. A.; Abreu, F. G. Influência da temperatura e do teor de umidade do solo na área foliar e acumulação de matéria seca durante o estabelecimento da ervilha, do milho e do girassol. *Revista de Ciências Agrárias*, v.30, p.27-37, 2007.
- Aquino, L. A.; Silva, F. D. B.; Berger, P.G. Características agrônômicas e o estado nutricional de cultivares de girassol irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.551-557. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000500013>

- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2008. 625p.
- Bukhsh, M. A. H. A.; Malik, A. U.; Ishaque, M.; Sadiq, S. H. Performance of sunflower in response to exogenously applied salicylic acid under varying irrigation regimes. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v.19, p.130-134, 2009.
- Connor, J. D.; Hall, A. J. Sunflower physiology. In: Schneider, A. A.; Gerald, J. J.; Bartels M. Sunflower technology and production. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1997. p.113-181. Series of Monographs, 35.
- Feitosa, H. de O.; Farias, G. C.; Silva Júnior, R. J. C.; Ferreira, F. J.; Andrade Filho, F. L. C. F. L. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. *Comunicata Scientiae*, v.4, p.302-307, 2013.
- Folegatti, M. V.; Vásquez, M. A. N.; Dias, N. da S.; Sousa, V. F. de. Qualidade física do melão fertirrigado com diferentes dosagens de potássio e lâminas de irrigação, em gotejamentos superficial e subsuperficial. *Irriga*, v.9, p.52-61, 2004.
- Iqbal, N.; Ashraf, M.; Ashraf, M. Y.; Azam, F. Effect of exogenous application of glycinebetaine on capitulum size and achene number of sunflower under water stress. *International Journal of Biology and Biotechnology*, v.2, p.765-771, 2005.
- Krizmanic, M.; Liovic, I.; Mijic, A.; Bilandzic, M.; Krizmanic, G. Genetic potential of OS sunflower hybrids in different agro-ecological conditions. *Sjemenarstvo*, v.20, p.237-245, 2003.
- Langer, K.; Levchenko, V.; Fromm, J.; Geiger, D.; Steinmeyer, R.; Lautner, S.; Ache, P.; Hedrich, R. The poplar K⁺ channel KPT1 is associated with K⁺ uptake during stomatal opening and bud development. *The Plant Journal*, v.37, p.828-838, 2004. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0960-7412.2003.02008.x>
- Lopes, P. V. L.; Martins, M. C.; Tamai, M. A.; Oliveira, A. C. B. de.; Carvalho, C. G. P. de. Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. *Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 208.
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889p.
- Mousinho, F. E. P.; Costa, R. N. T.; Souza, F. de; Gomes Filho, R. R. Função de resposta da melancia à aplicação de água enitrogênio para as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. *Irriga*, v.8, p.264-272, 2003.
- Nelson, C. J.; Moser, L. E. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey J. R.; Collins, M.; Mertens, D. R. (ed.) Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.115-154.

- Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Correia, K. G.; Soares, F. A. L.; Andrade, L. O. de. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p.358-365, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902010000300006>
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. 1991. p.189-253.
- Oliveira, J. T. de L.; Chaves, L. H. G.; Campos, V. B.; Santos Júnior, J. A.; Guedes Filho, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.6, p.23-32, 2012. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v6n100077>
- Perdigão, P. de C. N.; Costa, R. N. T.; Medeiros, A. T.; Silva, L. A. da; Santos, M. D. S. Efeitos de níveis de água e adubação potássica no desenvolvimento do cajueiro anão-precoce, BRS-189. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, p.90-94, 2010. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v5i1a277>
- Portes, M. T.; Alves, T. H.; Souza, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understory and gap conditions. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.18, p.491-512, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202006000400007>
- Santos, P. R.; Ruiz, H. A.; Neves, J. C. L.; Freire, M. B. G. S.; Freire, F. J. Acúmulo de cátions em dois cultivares de feijoeiro crescidos em soluções salinas. *Revista Ceres*, v.56, p.666-678, 2009.
- Silva, A. G.; Pires, R.; Morões, E. B.; Oliveira, A. C. B.; Carvalho, C. G. P. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. *Ciências Agrárias*, v.30, p.31-38, 2009. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n1p31>
- Silva, M. de L. O. E.; Farias, M. A. de; Morais, A. R. de; Andrade, G. P.; Lima, E. M. de C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.482-488, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000500006>
- Tahir, M. H.; Sadaqat, H. A.; Bashir, S. Correlation and path coefficient analysis of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations. *International Journal of Agriculture and Biology*, v.4, p.341-343, 2002.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.819p.
- Thomaz, G. L. Comportamento de cultivares de girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa, PR. Ponta Grossa: UEPG, 2008. 92p. Dissertação Mestrado
- Uchôa, S. C. P.; Ivanoff, M. E. A.; Alves, J. M. A.; Sediya, T.; Martins, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, p.8-15, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902011000100002>
- Viana, T. V. de A.; Lima, A. D.; Marinho, A. B.; Duarte, J. M. de L.; Azevedo, B. M. de; Costa, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. *Irriga*, v.17, p.126-136, 2012. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2012v17n2p126>