

Adubação orgânica residual no crescimento e produção do gergelim irrigado com água residuária

Residual organic fertilization on growth and yield of sesame irrigated with wastewater

Robênia Nunes da Cruz¹, Carlos Alberto Vieira de Azevedo², Josely Dantas Fernandes³, Antonio Fernandes Monteiro Filho³, José Alberto Calado Wanderley⁴

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adubação residual da torta de mamona e o uso de água residuária e de abastecimento no crescimento e na produção do gergelim cultivar CNPA G3. O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial (2 x 5) + 2, com três repetições. O primeiro fator correspondeu a dois tipos de água (abastecimento e residuária) e o segundo fator a cinco doses de torta de mamona (0, 2, 3, 4, 5 t ha⁻¹), mais dois tratamentos adicionais com NPK (NPK + água de abastecimento e NPK + água residuária). Aos 30, 60 e 90 dias após a emergência das plântulas (DAE) avaliou-se a altura da planta, diâmetro caulinar, número de folhas e a área foliar e, no final do ciclo produtivo, o número de frutos, peso dos frutos e peso das sementes por planta. As doses de mamona influenciaram significativamente a altura da planta aos 30 e 60DAE e o diâmetro caulinar e a área foliar, ambos aos 60DAE. Os tipos de água diferiram entre si aos 30DAE para altura de planta, em todos os períodos de avaliação para diâmetro caulinar e área foliar, aos 60 e 90 DAE para número de folhas e para número de fruto, em todas essas situações a água residuária foi a que promoveu as maiores médias.

Palavras-chave: reúso, *Sesamum indicum* L., adubação orgânica.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effect of the residual fertilization of castor bean and the use of wastewater and supply on growth and yield of sesame cultivar CNPA G3. The experiment was conducted in a completely randomized design arranged in a factorial (2 x 5) + 2, with three replications. The first factor corresponded to two types of water (supply and wastewater) and the second factor five doses of castor bean (0, 2, 3, 4, 5 t ha⁻¹), plus two additional treatments with NPK (NPK + water supply and wastewater + NPK). At 30, 60 and 90 days after seedling emergence (DAE) evaluated the plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area at the end of the production cycle, the number of fruits, fruit weight and weight seeds per plant. Doses of castor significantly influenced the plant height at 30 and 60DAE and stem diameter, leaf area, both to 60DAE. Water types differ to 30DAE for plant height in all evaluation periods for stem diameter and leaf area at 60 and 90 DAE for number of leaves and number of fruit, in all these situations the wastewater was that promoted the highest averages.

Key words: reuse, *Sesamum indicum* L., organic fertilizer.

INTRODUÇÃO

O Gergelim (*Sesamum indicum* L.) é considerado planta tolerante à seca e despontou como opção de cultivo, em função de sua rusticidade e do fácil cultivo em relação às grandes culturas. Esta cultura se apresenta como opção para a produção de alimentos de elevada qualidade nutricional, podendo ser introduzida como fonte alimentar para a população de baixa renda, respaldada na existência de um crescente mercado nacional, na produção de biocombustível, panificação, fitoterápico e fitocosmético. A diversificação de seu uso e o aumento do consumo acarretaram uma significativa demanda por melhores informações sobre o cultivo do gergelim, visando ao aumento da produção e à redução das importações (LAGO et al., 2001).

No cenário atual, a utilização de resíduos orgânicos na agricultura, se destaca por favorecer o

aumento da produtividade e minimizar os impactos do seu destino final inadequado. Neste sentido, o reúso de água na agricultura e a adubação orgânica com torta de mamona, contribuem para a sustentabilidade da agricultura familiar através da redução de impactos socioambientais e econômicos.

O reúso planejado de águas residuárias para fins agrícolas significa controlar a poluição, economizar fertilizantes químicos comerciais, poupar a água de melhor qualidade, aumentar a produtividade da área irrigada e promover a agricultura orgânica; trata-se de uma forma de contribuir para o desenvolvimento sustentável objetivando proporcionar melhor qualidade de vida à população (SOUSA et al., 2006). Sabe-se que a qualidade da água de irrigação influencia no número e massa dos frutos de gergelim. Segundo Santos et al. (2010), a melhor resposta da cultura é obtida quando as

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 28/01/2013; aprovado em 30/03/2013

¹Mestre em Recursos Naturais, UFCG. robenianunes@hotmail.com

²UAEA/UFCG, Email: cazevedo@deag.ufcg.edu.br

³CCAA/UEPB, Emails:joselysolo@yahoo.com.br; afernandesmf@gmail.com

⁴Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG. Email: alberto_agronomo@hotmail.com

plantas são submetidas à irrigação com água residuária tratada em relação à água de abastecimento.

A torta de mamona como adubação orgânica tem despertado grande interesse agrícola, em virtude de seu elevado conteúdo em nutrientes e da alta capacidade de regeneração de solos, cujos efeitos se fazem sentir em longo prazo (CANGEMI et al., 2010). Sabe-se que o gergelim responde positivamente a adubação orgânica. Santos et al. (2010) obtiveram uma produção de 18,05 g de frutos/planta com a aplicação de 3,93 t ha⁻¹ de torta de mamona. Já Pereira et al. (2002), verificaram maior crescimento e desenvolvimento do gergelim na dose de 20 t ha⁻¹ de esterco de curral.

Após avaliarem a mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, Severino et al. (2004) verificaram que a torta de mamona foi a que apresentou maior atividade microbiana e mineralização o que refletiu na liberação dos nutrientes num menor período de tempo. Assim, o adubo orgânico adicionado ao solo, de acordo com o grau de decomposição de seus resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição.

A utilização de água residuária tratada e a adubação orgânica com torta de mamona na agricultura fornecem, ao solo e aos vegetais, água e nutrientes que conservam o solo e agem como fertilizantes orgânicos. Partindo do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da adubação residual com torta de mamona e o uso de água residuária e de abastecimento no crescimento e na produção do gergelim.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Programa de Saneamento Básico PROSAB/UFCG/UEPB localizado no bairro do Tambor, em Campina Grande - PB, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 7° 13'50"; longitude: 35° 52'52", a 551 m acima do nível do mar. Os tratamentos foram arrançados em fatorial (2 x 5) + 2, no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. O primeiro fator correspondeu a dois tipos de água (água de abastecimento - AA e água residuária - AR) e o segundo fator a cinco doses de torta de mamona (0, 2, 3, 4, 5 t ha⁻¹). Utilizou-se ainda, dois tratamentos adicionais (NPK + água de abastecimento e NPK + água residuária). A especificação para os tratamentos aplicados

é a que segue: T1 = AA + 0 t ha⁻¹ de torta de mamona; T2 = AA + 2 t ha⁻¹ de torta de mamona; T3 = AA + 3 t ha⁻¹ de torta de mamona; T4 = AA + 4 t ha⁻¹ de torta de mamona; T5 = AA + 5 t ha⁻¹ de torta de mamona; T6 = AA + NPK; T7 = AR + 0 t ha⁻¹ de torta de mamona; T8 = AR + 2 t ha⁻¹ de torta de mamona; T9 = AR + 3 t ha⁻¹ de torta de mamona; T10 = AR + 4 t ha⁻¹ de torta de mamona; T11 = AR + 5 t ha⁻¹ de torta de mamona; T12 = AR + NPK. Os diferentes níveis de torta de mamona e a adubação com NPK foram aplicados em fundação e a cultura utilizada foi o gergelim cv CNPA G3 (SANTOS et al., 2010).

Nos tratamentos onde se utilizou a torta de mamona, as doses aplicadas corresponderam a 0, 64,3, 96,51, 128,6 e 160,8 g vaso⁻¹. Estes quantitativos foram incorporados nos 15 primeiros centímetros do solo, 30 dias antes do plantio para que ocorresse a mineralização da mesma. A torta de mamona foi caracterizada quimicamente no laboratório de solos da Embrapa Algodão, em Campina Grande-PB e apresentou como resultados em %: 7,54 de N; 3,11 de P; 0,66 de K; 0,75 de Ca e 0,51 de Mg (SANTOS et al. 2010).

O plantio foi realizado em vasos (20 dm³) preenchidos com o solo NEOSSOLO Regolítico eutroúmbico - RReh (EMBRAPA, 2009) de textura franco-arenosa, proveniente do município de Campina Grande, PB, coletado nos primeiros 20 cm da camada superficial do solo com as seguintes características físicoquímicas: pH em água 6,03; matéria orgânica 7,3 g dm⁻³; 8,8 mg dm⁻³ de P; 0,30 cmol_c dm⁻³ de K; 1,90 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,64 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,07 cmol_c dm⁻³ de Na; 0,06 cmol_c dm⁻³ de Al; 0,52 cmol_c dm⁻³ de H; 3,49 cmol_c dm⁻³ de T; 2,91% de V; 853 g dm⁻³ de areia; 39,17 g dm⁻³ de silte e 6,67 g dm⁻³ de argila (EMBRAPA 1997).

A água de abastecimento (AA) utilizada no experimento foi proveniente do Sistema de Abastecimento de Campina Grande - CAGEPA e era coletada no momento da irrigação. A água residuária (AR), coletada na Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES), era previamente tratada em sistema UASB (Reator Anaeróbico de Fluxo ascendente) o qual remove em parte a matéria orgânica e os sólidos em suspensão, após o tratamento, o efluente era armazenado em recipientes com capacidade para 60L e utilizado diariamente. A caracterização química das águas de abastecimento e residuária encontram-se exposta na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química das fontes de água, abastecimento - AA e residuária - AR, utilizadas na irrigação do gergelim no primeiro cultivo.

Tipo de água	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	RAS*	Classe	
			-----mg L ⁻¹ -----									
AA	7,00	0,57	36,0	22,8	92,0	7,02	20,0	70,0	142,0	3	C2S1	
AR	7,4	1,20	54,0	28,8	207,0	31,2	70,0	215,0	248,5	6	C3S1	

Fonte: SANTOS et al. (2010); *Razão de adsorção de sódio $RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$

A irrigação foi realizada em função da demanda evapotranspirométrica, avaliada através da diferença dos volumes aplicado e drenado. O volume de irrigação aplicado foi calculado com base no volume evapotranspirado, dividindo-se a diferença por 0,8, de maneira a restabelecer a umidade à capacidade de campo e se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 20%. Os volumes de irrigação foram estimados a partir da seguinte equação:

$$VI = (VA - VD) / 0,8 \quad (1)$$

Em que:

0,8 = coeficiente para restabelecer a umidade à capacidade de campo e se obter uma fração de lixiviação de aproximadamente 20% (1-0,20);

VI = volume de irrigação, em mL;
VA = volume aplicado, em mL;
VD é o volume drenado, em mL.

O primeiro cultivo foi conduzido no período de janeiro a abril de 2008. Após o seu término, em função dos tratamentos, coletaram-se amostras de solo com o auxílio de trado do tipo calador e, em seguida, as mesmas foram secadas ao ar para posterior caracterização química segundo metodologia proposta pela Embrapa (1997) no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo – UFPB (Tabela 2).

Tabela 2 - Características químicas do solo ao final do primeiro cultivo de gergelim, para os tratamentos irrigados com água de abastecimento (AA) e residuária (AR).

Tipo de água	pH	P ---mg dm ⁻³ ---	K ⁺	Na ⁺	H+Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M.O g dm ⁻³
		-----cmol _c dm ⁻³ -----									
T1	4,91	10,50	68,40	0,17	2,64	0,00	1,95	0,80	3,09	5,75	6,96
T2	4,64	58,60	85,57	0,22	2,48	0,05	1,65	0,60	2,69	5,17	5,43
T3	4,65	17,23	107,00	0,24	1,40	0,05	1,70	0,75	2,98	4,38	5,33
T4	5,69	29,33	94,15	0,26	2,97	0,00	1,95	0,80	3,23	6,20	7,58
T5	4,49	18,00	80,20	0,20	3,47	0,10	1,65	0,40	2,45	5,93	6,55
T6	4,85	69,95	95,22	0,24	3,80	0,10	1,55	0,50	2,53	6,33	6,15
T7	4,43	23,45	85,57	0,21	2,56	0,10	1,65	0,65	2,68	5,24	7,99
T8	4,55	23,10	102,00	0,25	2,39	0,10	1,85	0,50	2,86	5,25	8,60
T9	4,45	26,32	65,17	0,17	1,90	0,10	1,20	0,65	2,19	4,09	6,55
T10	4,58	23,17	76,00	0,19	2,64	0,05	1,55	0,80	2,73	5,37	7,58
T11	4,75	39,00	96,30	0,24	2,06	0,05	1,05	2,80	5,33	7,39	7,07
T12	4,12	57,73	193,00	0,44	3,55	0,20	1,00	0,65	2,58	6,13	5,53

Para avaliação do efeito residual dos tratamentos aplicados (doses da torta de mamona), um segundo cultivo foi realizado 60 dias após a colheita do primeiro. Os tipos de água utilizados foram os mesmos

do primeiro experimento, ou seja, água de abastecimento e água residuária que também foram caracterizadas quimicamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Caracterização química das fontes de água, abastecimento - AA e residuária - AR, utilizadas na irrigação do gergelim no segundo cultivo.

Tipo de água	pH	CE dS m ⁻¹	Ca	Mg	Na	K	CO ₃	HCO ₃	Cl	RAS*	Classe	
			-----mg L ⁻¹ -----									
AA	7,20	0,54	12,5	21,60	59,0	3,80	0,0	18,0	131,4	3,3	C2S1	
AR	8,30	2,09	89,4	67,31	202,6	34,4	0,0	911,8	328,3	5,6	C3S1	

O volume de água utilizado na irrigação seguiu o mesmo raciocínio descrito anteriormente. Avaliaram-se os parâmetros de crescimento em intervalos de 30 dias para: altura da planta (cm), medida desde a superfície do solo até a extremidade do broto terminal, com o auxílio de uma régua graduada; diâmetro do caule (mm), medido a um cm de altura em relação à superfície do solo, utilizando-se um paquímetro digital; número de folhas por planta através da contagem de todas as folhas formadas em cada unidade experimental e a área foliar através da fórmula proposta por Silva et al. (2002) multiplicando o comprimento da nervura principal vezes a largura da folhas vezes o coeficiente de ajuste 0,7.

Avaliou-se ainda, no final do ciclo produtivo, o rendimento da cultura com base nos seguintes parâmetros: número de frutos por planta, peso dos frutos por planta e peso das sementes por planta. A colheita foi realizada manualmente contando todos os frutos produzidos e em seguida, os mesmos foram

pesados utilizando-se balança. Após a tabulação dos dados, procedeu-se à análise de variância e teste de médias, utilizando-se o SISVAR - versão 4.6 (Build 6.0) Universidade Federal de Lavras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo resumo da análise de variância Tabela 4 observam-se efeito significativo do tipo de água aos 30 DAE a 1% de probabilidade e da dose de torta (DT) aos 30 DAE e 60 DAE a 1% e a 5% de probabilidade, respectivamente. O diâmetro caulinar e a área foliar foram influenciados significativamente pelo tipo de água em todo o seu ciclo (30, 60 e 90DAE) e pelo efeito residual da torta de mamona apenas aos 30 DAE. Quanto ao número de folhas, verificou-se diferença entre os tipos de água apenas aos 60 e 90 DAE. Independente da variável analisada e do período de avaliação não se observou interação significativa entre os fatores tipos de água e doses de torta de mamona

Tabela 4 - Resumo das análises de variância para a variável altura da planta (AP), diâmetro caulinar (DC), área foliar (AF) e número de folhas (NF) em função dos diferentes tipos de água e doses residuais de torta de mamona nos diferentes períodos de avaliação.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios											
		Dias após a emergência (DAE)											
		30			60			90			90		
		Variáveis de crescimento											
	AP	AP	AP	DC	DC	DC	AF	AF	AF	NF	NF	NF	
Tipo de Água (TA)	1	93,9**	136,5 ^{ns}	163,3 ^{ns}	0,09**	6,20**	36,49**	131956,9**	24944532,1**	10465113,1**	32,03 ^{ns}	15322,8**	5333,3**
Dose de Torta (DT)	(4)	92,1**	417,1*	395,7 ^{ns}	0,10**	1,39 ^{ns}	1,03 ^{ns}	181037,5**	280500,9 ^{ns}	659641,5 ^{ns}	23,28 ^{ns}	416,7 ^{ns}	213,0 ^{ns}
Linear	1	152,4**	1386,3**	--	0,17**	--	--	363411,5**	--	--	--	--	--
Quadrática	1	0,98 ^{ns}	113,4 ^{ns}	--	0,03 ^{ns}	--	--	11133,9 ^{ns}	--	--	--	--	--
Cúbica	1	0,30 ^{ns}	313,9 ^{ns}	--	0,00 ^{ns}	--	--	29581,5 ^{ns}	--	--	--	--	--
Desvios	1	2,35 ^{ns}	1,08 ^{ns}	--	0,00 ^{ns}	--	--	63668,5 ^{ns}	--	--	--	--	--
TA x DT	4	6,7 ^{ns}	160,7 ^{ns}	109,7 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,46 ^{ns}	0,81 ^{ns}	25134,5 ^{ns}	684373,5 ^{ns}	439435,5 ^{ns}	5,61 ^{ns}	668,1 ^{ns}	859,8 ^{ns}
Tratamentos	11	45,7**	272,5 ^{ns}	224,1**	0,05**	2,42**	5,77**	106189,0**	3053248,9**	1655951,4 ^{ns}	21,53 ^{ns}	2314,8**	1068,9 ^{ns}
Fator VS Test 1	1	45,7 ^{ns}	350,3 ^{ns}	217,6 ^{ns}	0,008 ^{ns}	8,90**	19,59**	147858,9 ^{ns}	3997284,5**	1000042,7 ^{ns}	0,003 ^{ns}	4334,6**	1731,9 ^{ns}
Fator VS Test 2	1	2,16 ^{ns}	153,4 ^{ns}	85,5 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,29 ^{ns}	81826,9 ^{ns}	490354,5 ^{ns}	1000042,7 ^{ns}	88,60 ^{ns}	1033,5 ^{ns}	261,9 ^{ns}
Resíduo	20	13,12	128,5	244,8	0,012	0,86	1,47	36058,5	325543,8	809538,2	21,53	429,86	715,6
Tipo de Água		Médias											
AA		16,8 b	65,0 a	120,6 a	6,8 b	11,1 b	11,4 b	687,1 b	1358,6 b	829,8 b	15,7 a	49,9 b	33,86 b
AR		20,4 a	69,3 a	125,2 a	6,9 a	12,0 a	13,6 a	819,7 a	3182,3 a	2011,1 a	17,7 a	95,1 a	60,53 a

*Significativo (p < 0,05); **Significativo (p < 0,01); ^{ns}não significativo.

As plantas irrigadas com água residuária tratada tiveram crescimento superior ao das irrigadas com água de abastecimento, em 21,43% aos 30 DAE, e mostraram maior desenvolvimento e vigor (Tabela 4). Santos et al. (2008), observaram, em estudo com plantas de gergelim, diferença significativa na altura das plantas irrigadas com

água residuária a nível de 1% aos 30 e 60 DAE. Costa et al. (2009), utilizando água residuária no cultivo do milho após o cultivo da mamona, verificou que a irrigação com água residuária influenciou positivamente a altura das plantas, em todo o seu ciclo. Alves et al. (2009), também avaliando diferentes tipos de água, verificaram maior

altura de plantas de algodão quando irrigadas com água residuária. Portanto, os resultados indicam a importância do uso da água residuária na agricultura.

As diferentes doses de torta de mamona influenciaram significativamente a altura da planta aos 30 e 60 DAE cujas médias ajustaram a modelos de regressões lineares (Figura 1A). Nesses períodos de avaliação as plantas cresceram a uma taxa de 1,96 e 4,15 cm por tonelada de torta de mamona aplicado em um hectare,

As plantas de gergelim irrigadas com água residuária apresentaram, em média, valores de diâmetro caulinar superiores aquelas irrigadas com água de abastecimento na ordem 1,47, 8,1 e 19,30% aos 30, 60 e 90 DAE, respectivamente (Tabela 4). Tais resultados corroboram Santos (2009) que também verificou maiores médias de diâmetro caulinar em plantas irrigadas com água residuária. Andrade et al. (2007) observaram, em estudo com a cultura do girassol, que as mudas irrigadas com água residuária obtiveram diâmetro de caule superior ao das mudas irrigadas com água de abastecimento, em 12,45%.

Costa et al. (2009) notaram, em experimento com a cultura do milho, que aos 20 e 34 dias após a semeadura os diâmetros médios das plantas irrigadas com água residuária foram, respectivamente, 37 e 45% superiores aos diâmetros médios das plantas irrigadas com água de abastecimento. Estudo realizado por Tavares et al. (2005), com a cultura da alface revelou, no primeiro ciclo, diferença estatisticamente significativa (em nível de significância de 1%) para circunferência da planta irrigada com água residuária.

O diâmetro do caule é uma característica importante haja vista que o seu aumento proporciona a planta maior vigor, robustez e, portanto, maior resistência ao tombamento e ao ataque de pragas. De acordo com a análise de regressão (Figura 1B), o modelo que melhor representou o aumento do diâmetro caulinar em função do efeito residual das doses de torta de mamona aplicadas no primeiro cultivo, foi o linear. Observa-se, aos 30 DAE, uma taxa de crescimento de 0,06 cm no diâmetro do caule por tonelada de torta de mamona aplicado por unidade de área.

Observa-se que as médias da área foliar das plantas irrigadas com água residuária foram significativamente superiores às irrigadas com água de abastecimento em todos os períodos de avaliação, indicando um acréscimo de 19,30% aos 30 DAE, 134,23% aos 60 DAE e 142,46% aos 90 DAE (Tabela 4). Em estudos realizados por Santos (2009), com a cultura do gergelim e por Alves et al. (2005) com o algodão marrom, foram constatados maiores valores de área foliar das plantas irrigadas com água residuária em relação às irrigadas com água de abastecimento.

Em relação às doses de torta de mamona aplicadas no primeiro cultivo da cultura observou-se, para a área foliar (Figura 1C), um crescimento linear aos 30 DAE, de 86,24 cm², para cada tonelada de torta de mamona aplicada por hectare.

respectivamente. Resultado semelhante ao do presente estudo foi encontrado por Silva (2010), com a cultura do algodão, em que ocorreu um aumento de 1,37 cm na altura de plantas aos (50 DAE), a cada tonelada de torta de mamona aplicada ao solo. Pereira et al. (2002), também observaram que a adubação orgânica na cultivar de gergelim CNPA G3 no Seridó paraibano em regime de sequeiro, influenciou a altura das plantas, apresentando melhor resposta na menor disponibilidade hídrica de solo.

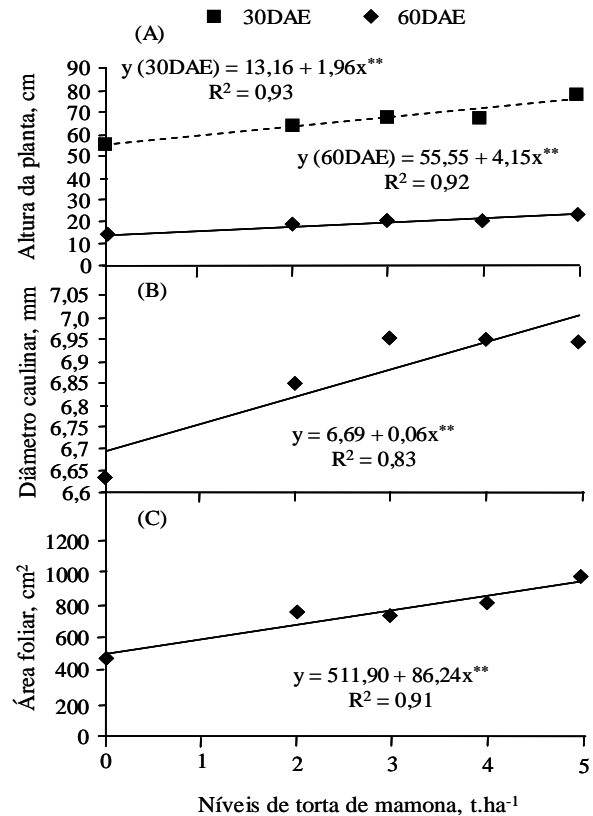


Figura 1. Altura da planta (A), diâmetro caulinar (B) e área foliar (C) de plantas de gergelim em função do efeito residual das doses de torta de mamona aplicadas no primeiro cultivo.

Quanto ao número de folhas, as plantas irrigadas com água residuária apresentaram número de folhas superior ao das irrigadas com água de abastecimento, em 90,5% aos 60 DAE e 78,8% aos 90 DAE. Andrade et al. (2007), observaram em experimento com a cultura do girassol, observou que as mudas irrigadas com água residuária obtiveram número de folhas superior ao das mudas irrigadas com água de abastecimento, em 19,04%.

Observando a análise de variância para os parâmetros de produção (Tabela 5), verifica-se que o número de frutos (NF) foi influenciado significativamente pelo tipo de água (TA) e pelo fatorial versus testemunha, a 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 5 - Resumo das análises de variância para número de frutos (NF), peso dos frutos (PF) e peso das sementes (PS) em função dos diferentes tipos de água e doses residuais de torta de mamona.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		NF	PF	PS
Tipo de água (TA)	1	2557,63**	0,17 ^{ns}	13,95 ^{ns}
Dose de Torta (DT)	4	163,66 ^{ns}	72,33 ^{ns}	3,00 ^{ns}
Interação TA x DT	4	57,13 ^{ns}	32,67 ^{ns}	1,55 ^{ns}
Tratamentos	11	428,54 ^{ns}	43,37 ^{ns}	3,92 ^{ns}
Fator vs Test 1	1	967,34**	56,89 ^{ns}	7,33 ^{ns}
Fator vs Test 2	1	212,80 ^{ns}	0,19 ^{ns}	4,56 ^{ns}
Resíduo		190,33	45,88	4,49
Tipo de água		Médias		
Abastecimento	1	30,26 b	7,02 a	4,69 a
Residuária	1	48,73 a	7,17 a	6,06 a

*, ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, ns – não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O número de frutos colhidos nas plantas irrigadas com água residuária superou significativamente a obtida quando irrigadas com água de abastecimento, em média 61,03% maior. Esta superioridade pode ser atribuída à disponibilidade de nutrientes às plantas, promovida pelo uso da água residuária tratada na irrigação. Este resultado corrobora Pereira et al. (2003), os quais verificaram que o número de frutos por planta de gergelim foi maior quando irrigado com esgoto tratado.

Não se constatou efeito significativo da dose de torta (DT) nem da interação (TA x DT) para nenhum dos parâmetros de produção avaliados; o peso dos frutos e o peso das sementes não sofreram influência significativa de qualquer um dos fatores analisados. Tais efeitos evidenciam que uma boa parte dos nutrientes disponibilizados pela torta de mamona foram absorvidos pela cultura no primeiro ano de cultivo, uma vez que Santos et al. (2010) encontraram efeito significativo das diferentes doses de torta de mamona no número e massa dos frutos de gergelim.

CONCLUSÕES

1 - Os tipos de água diferiram entre si aos 30DAE para altura de planta, em todos os períodos de avaliação para diâmetro caulinar e área foliar, aos 60 e 90 DAE para número de folhas, em todas essas situações a água residuária foi a que promoveu as maiores médias.

2 - O número de frutos foi a única variável de produção influenciada significativamente pelos tipos de água, sendo a água residuária a que promoveu a maior média.

REFERÊNCIAS

- ALVES, W. W. A.; AZEVEDO, C. A. V.; NETO, J. D.; LIMA, V. L. A.; SOUSA, J. S. C. Altura da planta do algodoeiro de fibra marrom irrigado com água residuária doméstica tratada. **Revista Verde**, v.4, n.1, p. 28-32, 2009.
- ALVES, W. W. A.; BATISTA, R. C.; SOUSA, J. S. C.; NETO, J. D.; AZEVEDO, C. A. V.; LIMA, V. L. A. Influência da água residuária disponível no solo e adubação nitrogenada sobre o algodão marrom. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.248-25, 2005.
- ANDRADE, L. O. de; NOBRE, R. G.; SOARES, F. A. L.; GHEYI, H. R.; FIGUEIREDO, G. R. G. de; SILVA, L. A. da. Germinação e crescimento inicial de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L.) irrigadas com água residuária. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.22, n.2, p.48-50, 2007.
- CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. DOS; NETO, S. C. A revolução verde da mamona, **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, p. 3 - 8 , 2010.

- COSTA, F. X.; LIMA, V. L. A. de; BELTRÃO, N. E. de M. ; AZEVEDO, C. A. V. de; SOARES, F. A. L.; ALVA, IACER D. M. de. Efeitos residuais da aplicação de biossólidos e da irrigação com água residuária no crescimento do milho. **Revista Brasileira. Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.13, n. 6, Campina Grande, 2009.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: 1997
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema **brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. xxvi, 412p.
- LAGO, A. A.; CAMARGO, O. B. A.; SAVY FILHO, A.; MAEDAJ. A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 363-369, 2001.
- PEREIRA, R. P.; BELTRÃO, N. E. M.; ARRIEL, H. C.A.; SILVA, E. S. B. Adubação orgânica do gergelim no Seridó Paraibano. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 6, n. 2, p. 515-523, 2002.
- PEREIRA, M. G.; MELO, H. N. de S.; ANDRADE NETO, C. O. de; SILVA, D. A. da. Viabilidade de reuso de águas residuárias tratadas no cultivo do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: **Anais**. 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Joinville, Santa Catarina, 2003. p 1-14.
- SANTOS, M. S. **Crescimento, desenvolvimento e produção de gergelim sob irrigação com água residuária e adubação com torta de mamona**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 2009.
- SANTOS, M. da S.; BARROS, H. M. M.; LIMA, V. L. A. de; BELTRÃO, N. E. de M.; TRAVASSOS, K. D. Adubação orgânica e qualidade da água de irrigação no diâmetro e na altura de duas cultivares de gergelim. **In...** II Workshop Internacional de Inovações tecnológicas na Irrigação & I Simpósio Brasileiro sobre o uso múltiplo da água. Anais... Fortaleza Ceará, 2008.
- SANTOS, M. S.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; BARROS, H. M. M.; SAMPAIO, M. V.; MARTINS, E. S. C. S. Produção de gergelim sob irrigação com água residuária tratada e adubação com torta de mamona. **Tecnologia & Ciência. Agropecuária**, v.4, n.1, p.31-35, 2010.
- SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M. de; LUCENA, A. M. A. de; GUIMARÃES, M.M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 5, n.1, 2004.
- SILVA, L. V. B. D. **Efeito residual da adubação orgânica com torta de mamona e impactos do reuso de águas no sistema solo-planta**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. 2010.
- SILVA, L. C.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; ALVES, I. JERÔNIMO, J.F. Um método simples para se estimar área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 6, n.1, p.491-496, 2002.
- SOUSA, J. T. DE.; CEBALLOS, B. S. O. DE; HENRIQUE, I. N.; DANTAS, J. P.; LIMA, S. M. S. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, p.89-96, 2006.
- TAVARES, T. de L.; KÖNIG, A.; CEBALLOS, B. S. O.; AZEVEDO, M. R. de Q. A Efeitos da adubação do solo e da irrigação sobre os componentes de produção da alfaca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, (Suplemento), p.231-235, 2005.