

Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim irrigado com água de piscicultura e do lençol freático

José Américo de Souza Grilo Jr¹, Pedro Vieira de Azevedo², Milton Bezerra do Vale³
e Vanda Maria Saraiva⁴

¹Doutor em Recursos Naturais, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (jose.junior@ifrn.edu.br) ²Doutor em Agrometeorologia, Universidade Federal de Campina Grande (Pedro.vieira@ufcg.edu.br) ³ Doutor em Recursos Naturais, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (milton.vale@ifrn.edu.br) ⁴Doutora em Recursos Naturais, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (vanda.saraiva@ifrn.edu.br).

Resumo - A pesquisa de campo foi realizada no assentamento de Canudos, em Ceará-Mirim-RN, em uma área de 0,5 ha, sendo metade da área irrigada com água do lençol freático e metade com água do rejeito dos tanques de piscicultura. As plantas da cultivar gergelim BRS Seda foram espaçadas de 70 cm entre linhas e de 15 cm entre plantas, totalizando 46.000 plantas. O presente trabalho objetivou comparar os efeitos das irrigações sobre o diâmetro caulinar, altura das plantas, área foliar, e produtividade dos grãos do gergelim BRS Seda, além de ser uma fonte de informação para implantação da cultura naquela Agrovila. Ao final do ciclo produtivo o gergelim apresentou valores superiores em todos os parâmetros de produtividade, quando irrigado com água do rejeito dos tanques de piscicultura. O resultado indica que essa cultivar de gergelim deve ser irrigada com água dos tanques de piscicultura, pois, além de proporcionar uma maior produtividade há uma economia de água do lençol subterrâneo.

Palavras-chaves: produtividade, gergelim BRS seda, irrigação, rejeito.

Growth, development and productivity of irrigated sesame with fish water and groundwater

Abstract - The field research was conducted in the settlement of Canudos in Ceará-Mirim-RN, in an area of 0.5 ha, being half of the irrigated area with the use of ground water and the other half with water from the tailings of fishponds. The plants of the sesame cultivar BRS Silk were spaced 70 cm between rows and 15 cm between plants, totaling 46,000 plants. This study aimed to compare the effects of irrigation on the stem diameter, plant height, leaf area and grain yield of sesame BRS Seda, besides being a source of information for the deployment of such culture in that Agrovila (Agricultural settlement). At the end of the production cycle, the sesame showed higher values for all parameters of productivity when irrigated with water from the tailings of fishponds. The result indicates that this sesame cultivar should be irrigated with water from the fishponds, because as well as providing greater productivity, it saves ground water.

Keywords: productivity, sesame BRS silk, irrigation, tailings.

Introdução

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas subterrâneas apontam para uma tendência de um aproveitamento racional da água, com o mínimo de dano ao meio ambiente.

O reuso de água é uma prática antiga que vem ganhando importância com a redução da disponibilidade de recursos hídricos de boa qualidade, além de economizar água dos lençóis subterrâneos, fornece em parte, a matéria orgânica e nutrientes, como nitrogênio e fósforo, que podem ser transferidos para o solo, possibilitando que a irrigação com essas águas funcione como uma fertirrigação para as plantas (Aires; Westcot, 1991; Mancuso; Santos, 2003; Mota et al., 2007).

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é uma das plantas oleaginosas mais antigas e usadas pela humanidade, sendo a nona oleaginosa mais cultivada no mundo. O cultivo do gergelim apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como no internacional. Essa cultura se insere, tanto nos sistemas tradicionais de cultivo, como na agricultura

sustentável e orgânica. Além disso, possibilita aos produtores e suas famílias melhorarem sua renda através da venda dos seus produtos como fonte de alimento, motivo pelo qual se constitui numa das alternativas para manter os produtores e suas famílias no campo, visto que nessas atividades os produtores utilizam a mão de obra familiar (BRASIL, 2005).

Nos últimos anos, o gergelim tem despertado o interesse de novos produtores e empresários brasileiros que buscam uma cultura alternativa para alimentação e exploração agrícola viável. É um alimento de alto valor nutricional, rico em óleo e proteínas. Além de fins alimentares, seus grãos encontram diversas aplicações nas indústrias farmacêutica, cosmética e óleo-química (BRASIL, 2005). Por outro lado, essa cultura apresenta tolerância à seca, facilidade de cultivo e ampla adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região, além de ser pouco exigente em insumos e registrar baixa incidência de doenças. Na região Nordeste do Brasil, o gergelim passou a ser cultivado comercialmente a partir da década de 80, principalmente como uma alternativa pela redução da produção do algodão.

O cultivo de gergelim se desenvolve principalmente em sistemas de produção de pequena escala, que utilizam a mão-de-obra familiar e normalmente é consorciado com milho, feijão caupi e servindo de fonte alternativa de renda. Neste segmento, a exploração da cultura representa uma excelente opção por exigir práticas agrícolas simples e de fácil assimilação.

Alguns assentamentos rurais do semiárido nordestino desenvolve atividades de piscicultura, como forma de implementar as condições econômicas da comunidade. Entretanto, na agrovila de Canudos, o rejeito dessa atividade é lançado no meio ambiente, tornando os solos cada vez mais salinizados e impróprios às atividades agrícolas. Por outro lado, os assentados já exploram algumas culturas irrigadas com água do lençol freático, mas suspeita-se que existe a possibilidade de aumento da produtividade utilizando a água do rejeito dos tanques de piscicultura. O gergelim pode ser uma alternativa para esses produtores que usam água dos tanques de piscicultura, garantindo-lhes uma atividade econômica e geração de renda. Por outro lado, são escassos os estudos que mostrem, em escala real, a comparação da produtividade do cultivo de gergelim irrigado com água de diferentes qualidades. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou comparar os efeitos da irrigação com água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura no crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na Agrovila Canudos, distante 23 quilômetros do município de Ceará-Mirim-RN, a qual faz parte do assentamento Rosário, onde 40 famílias vivem das atividades de agricultura, pecuária e piscicultura.

Os experimentos foram realizados na agrovila de Canudos, situada nas coordenadas geográficas: 5° 28' S, 36° 25' W e 44 m de altitude. A climatologia da região apresenta as seguintes médias anuais: precipitação = 1.535 mm; evapotranspiração potencial = 1.700 mm; temperatura do ar = 25,3 °C; insolação anual = 2.700 horas; umidade relativa do ar = 79% (BRASIL, 2005). A classificação do clima, segundo Thornthwaite e Matter (1957) é do tipo *C₁A'Sa'*: seco, subúmido e megatérmico, com período chuvoso nos meses de março, abril e maio. A localização geográfica da Agrovila de Canudos local, onde o gergelim foi cultivado estão apresentados na Figura 1.

Os experimentos de campo foram realizados em uma área de 0,5 ha, sendo 0,25 ha, irrigada com água do lençol freático e 0,25 ha com água do rejeito dos tanques de piscicultura, nos períodos chuvoso e seco do ano de 2012. Utilizou-se o sistema de irrigação localizado do tipo gotejamento com água do lençol freático e vazão dos gotejadores de 1,0 L/h. Na linha principal, foi utilizada uma tubulação de 50 mm e, nas linhas secundárias, mangueiras de polietileno de 12 mm. Antes da semeadura, foi efetuada uma irrigação em toda a área para levar o solo à capacidade de campo; após a semeadura, foi aplicada

diariamente, uma irrigação com pequena lâmina, em torno de 5 mm.dia⁻¹, para assegurar uma boa germinação das sementes.

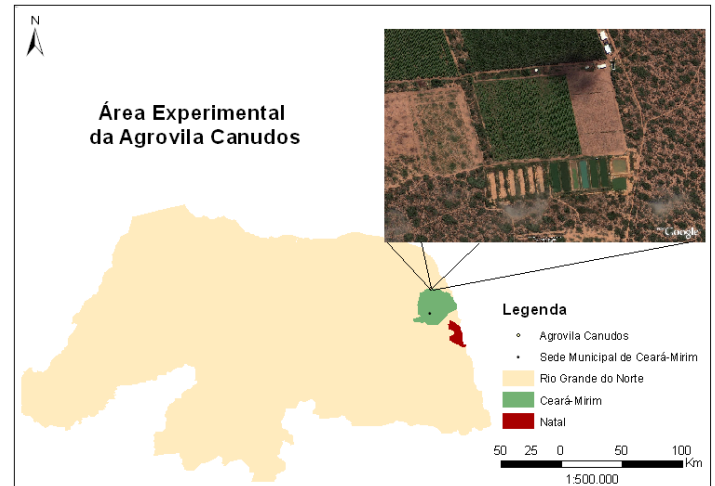


Figura 1. Visualização da área da Agrovila de Canudos, Ceará-Mirim-RN utilizada com piscicultura e agricultura irrigada, evidenciando a área a ser usada com o cultivo do gergelim.

A irrigação na área do rejeito foi feita por aspersores da marca Agropolo NY25, com pressão de serviço de 20 mca, precipitação de 5 mm.h⁻¹, com diâmetro do bocal de 5,20 mm x 3,40 mm e alcance máximo de 18 m. Para o acompanhamento do nível de umidade do solo foram instalados dois tensiômetros (Figura 2) no intuito de monitorar a umidade do solo.



Figura 2. Tensiômetro com escala graduada para monitorar a irrigação

Antes da semeadura, um trator fez a escarificação e duas gradagens cruzadas do solo, utilizando-se uma grade niveladora. Em seguida, foi realizada a abertura de sulcos e a semeadura do gergelim, num espaçamento de 70 cm entre linhas por 15 cm entre plantas, e a uma profundidade média de 2 cm. O desbaste foi realizado em duas etapas: a primeira quando as plantas estavam com 4 folhas (pré-desbaste), e a segunda quando estavam com 15 cm de altura (desbaste definitivo).

O tipo de solo da área experimental é areia quartzosa distrófica de baixa fertilidade. Considerando à análise do solo, a adubação de fundação utilizou esterco de caprino, na proporção de 5 m³ por hectare, enquanto na adubação química de fundação, foram utilizados: 50 kg de sulfato de amônio, 31 kg de fosfato monoatômico (MAP), 60 kg de sulfato de potássio e 20 kg de FTE BR8. Trinta dias após a semeadura, foi utilizada uma adubação de cobertura, com mais 50 kg de nitrogênio em forma de sulfato de amônio.

Foram analisadas seis amostras de água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura. Na Tabela 1 estão contidos os valores de pH, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio, macronutrientes e alguns micronutrientes presentes nas águas de irrigação.

Tabela 1. Valores médios dos principais parâmetros físico-químico e bacteriológico na água do lençol freático e na água do rejeito ao longo dos experimentos.

Parâmetros	Unidade	Água do Lençol Freático	Água do Rejeito
Condutividade Elétrica	dS.m ⁻¹	0,07	0,10
pH	ND	6,05	6,66
Cálcio	mg.L ⁻¹ Ca ²⁺	2,78	6,36
Magnésio	mg.L ⁻¹ Mg ²⁺	0,58	4,46
Sódio	mg.L ⁻¹	5,60	16,20
RAS ⁰	(mmol.L ⁻¹) ^{0,5}	0,85	1,25
Nitrogênio Total	mg.L ⁻¹ N	0,25	4,48
Fósforo Total	mg.L ⁻¹ P	0,16	11,27
Potássio K ⁺	mg.L ⁻¹ K ⁺	0,20	6,70

Fonte: Grilo Jr & Azevedo (2013)

A cada 15 dias, uma amostragem em 20 plantas (5 plantas por repetição), anteriormente selecionadas e representativas da população da parcela, foram coletados para realização da análise de crescimento não destrutiva: altura média de plantas; diâmetro caulinar; área foliar das plantas.

A área foliar das foi estimada em conformidade como (Silva et al., 2002):

$$AF = 0,7 * C * L \quad (1)$$

Sendo: C o comprimento da nervura principal da folha do gergelim (cm), L a largura da folha, e AF a área da folha do gergelim em cm². A área foliar da planta (AFP) foi estimada como:

$$AFP = \sum_{i=1}^n AF_i \quad (2)$$

Onde AFP foi obtida em cm² e n é o número de folhas.

Simultaneamente, foram realizadas as coletas para análises de crescimento destrutivas de cada parcela, em cada tratamento, sendo amostradas 5 plantas de tamanho representativo da população. Esse material coletado foi fracionado em caule, folha e raiz e pesado em balança eletrônica com precisão de 0,01 g. Depois de pesadas, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em uma estufa de circulação forçada, com

temperatura de aproximadamente 75 °C. As amostras permaneceram em estufa, por no mínimo 24 horas, ou até a amostra atingir o peso constante, para se assegurar a obtenção do peso seco real. A partir dessa análise, foi efetuado o peso da matéria verde e da matéria seca ao final do ciclo da cultura.

Além dessas variáveis, foram analisados alguns indicadores de produtividade da cultura, tais como: peso de mil sementes, número de cápsulas por planta, peso médio de grãos por planta e a produtividade das sementes em cada parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas análises foi utilizado o programa ASSISTAT.

Resultados e Discussão

Ciclo fenológico do gergelim BRS seda

O ciclo da planta do gergelim da cultivar BRS Seda foi de aproximadamente 90 dias entre a emergência e a maturação dos frutos (Tabela 2). A germinação iniciou-se no quarto dia após a semeadura (DAS = 4), tendo-se 100% das plântulas germinadas no 6° dia. A floração teve início no 35° dia após a semeadura (DAS = 35), e todas as plantas estavam floradas aos 45 dias após a semeadura (DAS = 45). A maturação dos frutos, por sua vez, iniciou-se no 75° dia após a semeadura (DAS = 75), terminando aos 90 dias (Grilo Jr & Azevedo, 2013). Cabe ressaltar que o florescimento do gergelim irrigado com águas dos tanques de piscicultura foi antecipado em 5 dias, portanto no trigésimo dia, já existiam plantas florescendo, isso ocasionou uma redução no ciclo do cultivo para 85 dias.

Tabela 2. Ciclo fenológico da cultura do gergelim, variedade BRS Seda.

Dias após a semeadura DAS	Fases do desenvolvimento	Período após emergência (dias)
07	Germinação	1-7
35	Crescimento vegetativo	7-35
75	Floração e frutificação	36-75
90	Maturação dos frutos	76-90

Análise de crescimento e desenvolvimento do gergelim

A Tabela 3 contém os valores médios em 20 plantas, obtidos a cada 15 dias, da altura, diâmetro caulinar, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, irrigadas com água do lençol freático e com água do rejeito dos tanques de piscicultura. Avaliando-se esses resultados, observa-se que, as plantas irrigadas com água do rejeito atingiram uma altura média de 172 cm e um diâmetro caulinar médio de 22,71 cm, enquanto as irrigadas com água do lençol freático atingiram 172 cm e 18 mm. A maior taxa de variação na altura ocorreu entre 30 e 60 dias, sendo o valor igual a 2,07 cm/dia no rejeito e

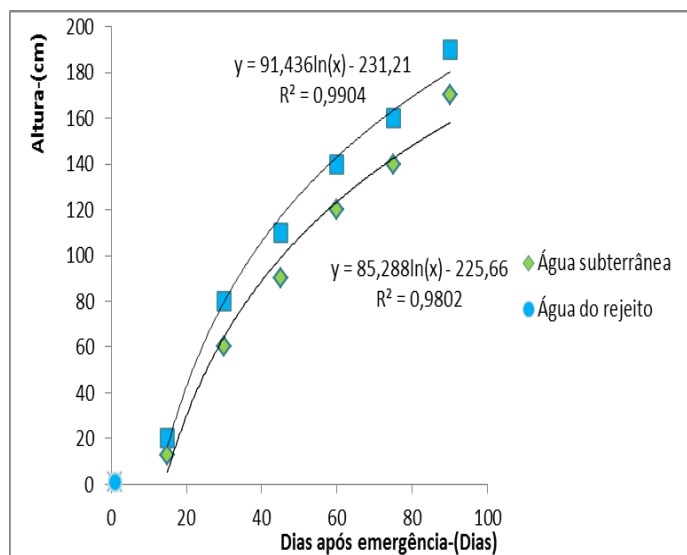
de 1,7 na água do lençol. Pode-se atribuir esta superioridade à qualidade das águas serem ricas em nutrientes, utilizados pela planta para crescer e desenvolver.

Tabela 3. Valores médios da altura da planta e do diâmetro caulinar de gergelim a cada 15 dias após a semeadura.

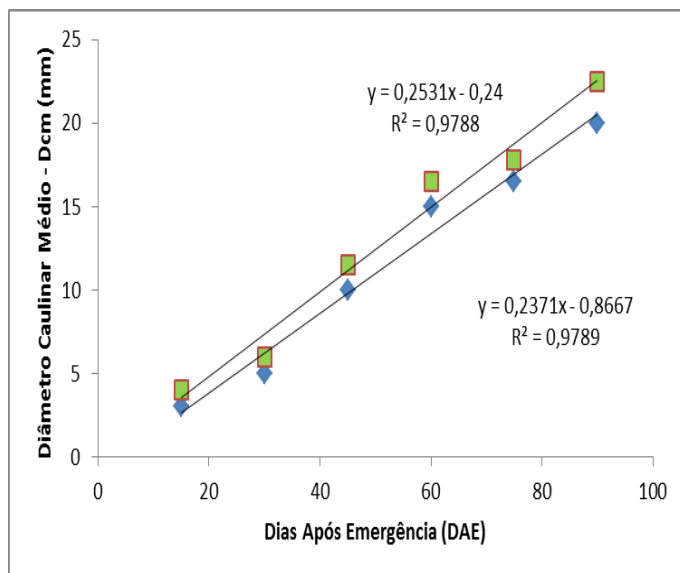
Tipo de água	Época de semeadura					
	15	30	45	60	75	90
Altura de plantas						
Água do lençol	7,50	42,40	95,60	135,80	160,20	170,20
Água do rejeito	8,90	45,70	111,40	147,30	175,20	192,50
Diâmetro Caulinar						
Água do lençol	3,0	5,2	11,40	16,15	17,27	17,27
Água do rejeito	4,0	6,2	10,30	17,35	18,56	20,13

Após o estudo de análise de variância, geraram-se equações de regressão, de forma a se ter uma estimativa do comportamento da altura da planta, diâmetro caulinar e área foliar, em função dos dias após a semeadura, constatando-se que os modelos que melhor esses parâmetros são uma função polinomial do 1º grau e uma função polinomial do 3º grau, conforme as Figuras 3A, 3B e 3C.

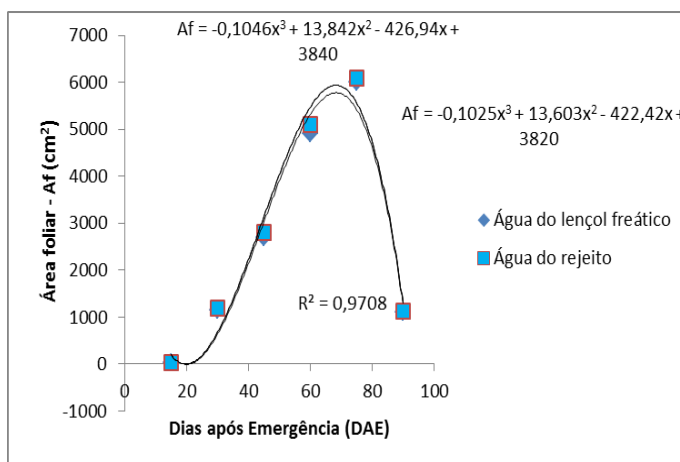
Nas tendências das curvas de área foliar, representadas na Figura 3C, são observadas nitidamente as proporcionalidades do aumento em todas as fases do ciclo fenológico. A área foliar atingiu o valor máximo aos 75 dias após a semeadura, declinando gradativamente até o final do ciclo da cultura. Severino et al. (2002) ressaltam ainda, que pouco se conhece a respeito do crescimento da área foliar do gergelim, sobretudo por se tratar de uma planta com morfologia foliar bastante complexa, apresentando folhas de vários formatos, tamanhos e espessuras, de acordo com a fase da cultura.



A – Altura de planta



B – Diâmetro caulinar



C – Área foliar

Figura 3. Curvas de regressão para altura de plantas, diâmetro caulinar e área foliar do gergelim.

Índices de produção do gergelim

Estudos de cultivares de gergelim indicam uma forte correlação do rendimento com os componentes: peso de mil sementes, peso de grãos e número de cápsulas por planta. O número de cápsulas está ligado diretamente à produtividade do gergelim, assim como a emissão de ramos produtivos. De acordo com Arriel (1999), existe uma grande correlação entre o número total de frutos por planta e o rendimento, o que sugere que o aumento do número de frutos por planta contribui para o incremento na produção. Os resultados referentes a todas essas variáveis, apresentados na Tabela 4, estão dentro da média, quando comparados aos de outras experiências com o gergelim, como os realizados por Queiroga & Silva (2008), que obtiveram um valor de 3,40 g para massa de 1.000 sementes utilizando a mesma cultivar.

Em relação ao número de cápsulas por planta, Mesquita (2010) através da fertiirrigação, em uma área de 12 x 43 m, com doses estimadas de 125 kg/ha de nitrogênio, encontrou um valor médio de 143 cápsulas,

valor superior aos encontrados nesse experimento. Vieira et al. (1994) relata que, em período crítico de competição de plantas daninhas e da adubação nitrogenada na cultura do gergelim, em regime de sequeiro, cada planta produziu, em média, 70 cápsulas, enquanto Beltrão et al. (1994), utilizando diferentes configurações de plantio em três cultivares de gergelim, obtiveram valores médios variando de 102 a 135 cápsulas por planta. Nesse experimento o que contribuiu para a maior produtividade do gergelim BRS Seda, foram o número de ramos produtivos por planta. Observa-se ainda pela Tabela 4, que o número de cápsulas nas plantas irrigadas com água do rejeito foi 35% superior daquelas irrigadas com água do lençol freático.

Tabela 4. Valores médios do número de cápsulas, do peso de grão e peso de mil sementes por planta de gergelim, nos dois tratamentos.

Variáveis	Tipo de água	
	Água do lençol freático	Água do rejeito
Nº de cápsulas	95,40	132,40
Peso de grãos (g)	20,40	24,40
Massa de mil sementes (g)	3,40	3,43

Produtividade de grãos

A produtividade dos grãos do gergelim é a variável mais importante para se avaliar a viabilidade econômica da cultura. O resultado obtido neste experimento foi de 1.400 kg.ha⁻¹ quando o gergelim foi irrigado com água do lençol freático e de 1.600 kg.ha⁻¹ quando irrigado com água do rejeito (Figura 4). Esses resultados são superiores aos encontrada por Pereira et al. (2002), trabalhando com a cultivar CNPA G-3. Os referidos autores conseguiram uma produtividade média de grãos de 757 kg.ha⁻¹. Perin et al. (2010), em experimento de campo, obtiveram uma produtividade média de 842,4 kg.ha⁻¹, enquanto Mesquita (2010), através de estudos em casa de vegetação com o gergelim, obteve uma produtividade de 1.000 kg/ha aplicando uma dose de 125 kg.ha⁻¹ via fertirrigação.

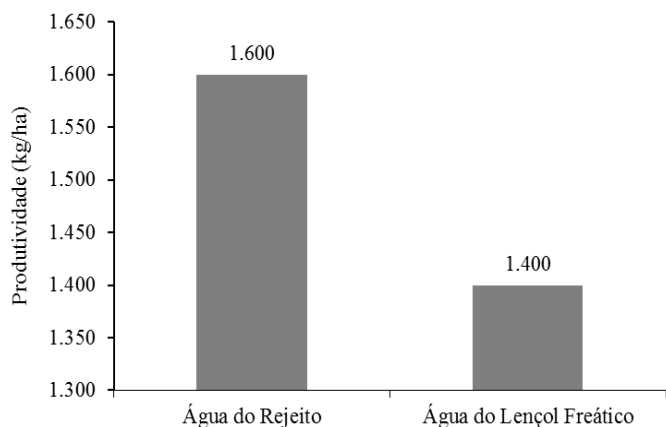


Figura 4. Produtividade de grãos de gergelim em diferentes tipos de água de irrigação.

Conclusões

1. A análise comparativa da produtividade do gergelim, variedade BRS Seda irrigado com água do lençol freático e do rejeito dos tanques de piscicultura, na agrovila Canudos, em Ceará-Mirim (RN) permite concluir que:

2. A média de grãos para um ciclo de 90 dias foi maior quando irrigado com água do rejeito dos tanques de piscicultura (1.600 kg.ha⁻¹), em comparação com a irrigação com água do lençol freático (1.400 kg.ha⁻¹). Esses valores são importantes indicadores de benefícios econômicos e sociais para os assentados;

3. Ao final do ciclo fenológico e após secagem, a biomassa seca de gergelim foi maior no tratamento de irrigação com água do rejeito dos tanques de piscicultura (8.400 kg), em comparação aquela obtida no tratamento de irrigação com água do lençol freático (7.200 kg);

4. Com relação ao número de cápsulas e o peso de grãos por planta, o tratamento de irrigação com água do rejeito dos tanques de piscicultura apresentou valores 30% e 20% superiores, respectivamente;

5. Enfim, considera-se que a cultura apresentou um rendimento superior quanto aos padrões de produtividade, quando irrigado com águas do tanque de piscicultura. Diante de tal constatação, vale ressaltar que as águas provenientes dos tanques de piscicultura aumentam a produtividade da cultura do gergelim, além de economizar as águas subterrâneas de qualidade superior.

Referências

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29, rev. 1).

ARRIEL, N.H.C.; VIEIRA, D.J.; ARRIEL, E.F.; PEREIRA, J.R.; COSTA, I.T. Correlações genéticas e fenotípicas e herdabilidade em genótipos de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.3, n.3, p.175-180, 1999.

BELTRÃO, N.E.M.; NOBREGA, L.B. da; AZEVÊDO, D.M.P. de; SILVA, L.C.; ARAUJO, J.D.; SILVA, M.B. da; DIAS, J.M. **Configurações de plantio e cultivares na sésamocultura no nordeste brasileiro**. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Relatório técnico anual. Campina Grande, 1994. p. 457-459.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto de fontes de abastecimento por água subterrânea no Estado do Rio Grande do Norte**: diagnóstico do município de Ceará-Mirim (RN). Brasília, DF: MME, 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 25 jul. 2011.

- FAVARIN, J.L.; DOURADO, D.N; VILA NOVA, N.A.; AXEL, G. Equações para estimativas do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.37, n.6, p.769-773, 2002.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Global Aquiculture production < url : www.fao.org>. Acesso em: 23 mar. 2012.
- GRILO JR, J.A.S.; AZEVEDO, P.V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim BRS Seda irrigado com água do lençol freático na agrovila de Canudos, em Ceará-Mirim (RN). **Revista Holos**, p.18-33, v.2, 2013.
- MAIA FILHO, F.C.F.; MESQUITA, E.F.; MELO, D.S.; SOUSA, P.M.; PEREIRA, R.F; MELO, W.B.; VIEIRA, I.G.S.; ANDRADE, R. Desenvolvimento fisiológico do gergelim BRS Seda sob cultivo orgânico. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS E FIBROSAS, 1., 2010, Campina Grande. **Anais**, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 616-621.
- MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. **Reúso de água**. Editora Manole Ltda, Barueri, SP, 576p, 2007.
- MARQUELL, W.A. **Tensiômetros para controle de irrigação em hortaliças**. Brasília, DF, 2008. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 57).
- MESQUITA, J.B.R. **Manejo da cultura do gergelim submetida a diferentes lâminas de irrigação, doses de nitrogênio e de potássio pelo método convencional e por fertirrigação**. 2010. 82p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010, 82f.
- MOTA, S.; AQUINO, M.D.; SANTOS, A.B. (Organizadores). In: **Reúso de Águas em Irrigação e Piscicultura**. Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, 2007, 350p.
- LIMA, V.I. **Crescimento e Produção de gergelim cv. G3 em função de zinco e boro**. 2006. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2006,72p.
- LIMA, F.V.; PEREIRA, J.R.; ARAÚJO, W.P.; ALMEIDA, S.A.B.; LEITE, A.G. Definição de espaçamentos para o gergelim irrigado. **Revista Educação Agrícola Superior**, ABEAS, v.26, n.1, p.10-16, 2011.
- 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**. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.6, n.3, p.599-608, 2002.
- PERIN, A.; CRUVINEL, J.D.; SILVA, W.J. Desempenho do gergelim em função da adubação NPK e do nível de fertilidade do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n.1, p.93-98, 2010.
- SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M.; CARDOSO, G.D.; FARIAS, V.A; LIMA, C.L.D. Análise do crescimento e fenologia do gergelim cultivar CNPA G4. **Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas**, v.6, n.3, p. 599-608, 2002.
- SANTOS, M.S; BARROS, H.M.M; MARTINS, E.S. C.S.; SAMPAIO, M.; LIMA, V.L.A.; BELTRÃO, N.E.M.; SALES SAMPAIO, F.M.A. de. Irrigação com efluente do reator UASB em duas cultivares de gergelim no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.1, p.27-30, 2010.
- SILVA, L.C.; SANTOS, J.W.; VIEIRA, D.J.; BELTRÃO, N.E.M.; ALVES, I.J.F. Um método simples para se estimar a área foliar de plantas de gergelim (*Sesamum indicum* L.). **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. v.6, n.1, p.491-496, 2002.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, publications in Climatology. v. 8, n. 1, 1957. 104 p.
- VIEIRA, D.J.; AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E.M.; NOBREGA, L.B. da. **Estudo de período crítico de competição de plantas daninhas e da adubação nitrogenada na cultura do gergelim em regime de sequeiro**. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. Relatório técnico anual. Campina Grande, p.460-461,1994.