



PRPG | Pré-Reitoria de Pós-Graduação
PIBIC/CNPq/UFPG-2009

PRODUÇÃO DE GERGELIM SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA E ADUBAÇÃO COM TORTA DE MAMONA

Fillipe Araújo do Nascimento¹, Vera Lúcia Antunes de Lima², Michele da Silva Santos³, Leda Veronica Benevides Dantas Silva⁴

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das adubações mineral e orgânica com torta de mamona sobre a produção de duas cultivares de gergelim irrigadas com efluente de esgoto doméstico tratado e água de abastecimento. Para isto, plantas de gergelim foram cultivadas em vasos com capacidade para 20 L preenchidos com solo de textura franco-arenosa e submetidas aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial submetido aos tratamentos que resultaram da combinação fatorial de duas cultivares de gergelim (CNPA G3 e CNPA G4), cinco doses de torta de mamona no substrato (0, 2, 3, 4 e 5 ton ha⁻¹) e duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e água residuária), além de dois tratamentos adicionais com adubação mineral para cada uma das cultivares (NPK + água de abastecimento e NPK + água residuária). A cultura foi conduzida até o final do ciclo quando se avaliou a altura de inserção do primeiro fruto, o número de frutos por planta, o peso dos frutos e o peso de 100 sementes. Os resultados mostraram que os frutos apresentaram maior peso quando irrigados com água residuária e adubado com torta de mamona na dose de 4 ton ha⁻¹; com relação à produção por planta, as melhores médias foram observadas para a cultivar CNPA G4 irrigada com água residuária. A altura de inserção do primeiro fruto e o peso médio de 100 sementes não sofreram influência dos fatores testados.

Palavras-chave: torta de mamona, água residuária, gergelim

PRODUCTION OF SESAME UNDER IRRIGATION WITH TREATED WASTEWATER AND FERTILIZER WITH CASTOR CAKE

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of mineral and organic fertilization with castor cake on production of two of sesame irrigated with domestic wastewater and water supply. For that, sesame plants were grown in pots with a capacity of 20 L filled with sandy-loam soil and subjected to treatment that resulted from the factorial combination of treatments that resulted from combinations of two varieties of sesame (CNPA G3 and CNPA G4), five doses of castor cake in the substrate (0, 2, 3, 4 and 5 ton ha⁻¹) and two qualities of irrigation water (water supply and wastewater), plus two additional treatments with mineral fertilizer for each of the varieties (NPK + water supply and NPK + wastewater). The crop was conducted until the end of the cycle when it was evaluated the height of insertion of the first fruit, the number of fruits per plant, fruit weight and the weight of 100 seeds. The results showed that the fruit had higher weight when irrigated with wastewater and fertilized with cake of castor bean at a dose of 4 ton ha⁻¹; regarding to production per plant, the best results were observed for the variety CNPA G4 irrigated with wastewater. The height of the first fruit and average weight of 100 seeds had not been influenced by factors tested.

Keywords: Castor cake, wastewater, sesame.

¹ Aluno de Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: fillipe_nascimento@hotmail.com

² Engenheira Agrícola, Professora Doutora da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: antuneslima@gmail.com

³ Engenheira Agrônoma, Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: micheleagricola@yahoo.com.br

⁴ Engenheira Agrônoma, Mestranda do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB, E-mail: ledavdantas@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a nona oleaginosa mais cultivada no mundo e tem por origem mais provável a África, com forte evidência para a região da Etiópia (BELTRÃO, 2001). Suas sementes contêm cerca de 50% de óleo de excelente qualidade, semelhante ao óleo de oliva, que pode ser usado nas indústrias alimentar e química. O gergelim é cultivado em quase todos os países de clima quente, podendo sê-lo também em zonas temperadas de clima mais ameno (ARRIEL et al., 2000). Suporta altitudes de até 1.250m sem que a produtividade se altere e, acima disto, ocorre uma queda considerável na mesma. Trata-se, portanto, de uma excelente opção de cultivo para as regiões semi-áridas do Nordeste e como safrinha, na região dos cerrados.

Os principais países produtores de gergelim são Índia e China, com 50% da produção mundial, sendo o maior importador, o Japão, e o exportador a China (BARROS & SANTOS, 2002). De acordo com BARROS et al. (2001), a possibilidade de exportação de óleo para a Comunidade Européia, Japão, Israel e outros países possibilitará, em futuro próximo, maior projeção do produto brasileiro no mercado internacional.

O gergelim extrai do solo, em termos relativos, quantidades elevadas de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K), que variam conforme a produção, o estado nutricional, a variedade utilizada e a parte da planta colhida sendo, por isto, considerado como uma planta esgotante do solo (BELTRÃO et al., 1994; BELTRÃO et al., 2001). Em solos pobres em matéria orgânica, caso não haja aplicação de fertilizantes orgânicos ou químicos, as plantas de gergelim apresentam sintomas de deficiências complexas, envolvendo interação de vários nutrientes, como nitrogênio e enxofre (BELTRÃO et al., 2001).

Uma forma eficiente e relativamente barata de se melhorar a qualidade do solo, em especial o teor de matéria orgânica, é fazer uso da adubação orgânica que consiste na aplicação de produtos de origem orgânica processados sob diversas formas (tortas, esterco, cinzas, vermicompostos, etc) em solos agrícolas. De forma geral os fertilizantes orgânicos possuem baixa concentração mineral e, se aplicados na forma e quantidade corretas, possibilitam o adequado suprimento de nutrientes às plantas, além de atuarem como agentes condicionantes melhorando as características físicas dos solos. Pode-se citar como exemplo, o aumento da aeração, da disponibilidade de água no solo e a melhoria da agregação das partículas, aspectos estes que auxiliam no controle dos processos erosivos e de degradação dos solos (DRINKWATER et al., 1995).

Entre os adubos orgânicos comumente usados, destaca-se a torta de mamona, que é o mais tradicional e importante subproduto da cadeia produtiva da mamoneira (*Ricinus communis* L.), produzido a partir da extração do óleo das sementes desta oleaginosa. Quando comparada a outros adubos orgânicos, a torta de mamona apresenta maiores teores de nutrientes, na proporção de 16,2 kg ton⁻¹ de fósforo, 11,2 kg ton⁻¹ de potássio e 64,1 kg ton⁻¹ de cálcio, enquanto no esterco bovino verificam-se teores de 3,4 kg ton⁻¹, 1,3 kg ton⁻¹ e 3,5 kg ton⁻¹ dos mesmos nutrientes (BELTRÃO, 2002).

PEREIRA et al. (2001), estudando níveis de adubação com esterco bovino variando de 0 a 40 t ha⁻¹ na cultura do gergelim cultivar CNPA G4 em condições de sequeiro, em um ano com baixa precipitação, observaram aumento no rendimento de grãos e na altura de inserção do 1º fruto.

A fertirrigação com águas residuárias também deve ser considerada como uma alternativa viável para a cultura do gergelim principalmente em regiões semi-áridas uma vez que, ao utilizar efluentes ricos em nutrientes e de elevada carga orgânica, permite fertilizar o solo ao mesmo tempo em que fornece adequado suprimento de água à cultura. LIMA et al. (2003), ao utilizar efluente doméstico tratado para irrigação da cultura do gergelim, constatou que a aplicação de água residuária proporcionou à cultura a mesma produtividade obtida pela adubação mineral, evidenciando o poder fertilizante destes resíduos.

No entanto, ainda são incipientes os estudos que envolvem a aplicação de resíduos sólidos ou líquidos na fertilização da cultura do gergelim. O estudo destes fatores é de relevante importância uma vez que constitui uma opção economicamente viável e ambientalmente sustentável de cultivo. Desta forma, objetivou-se com este trabalho verificar o efeito das adubações mineral e orgânica com torta de mamona em duas cultivares de gergelim irrigadas com água de abastecimento e efluente doméstico tratado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área não coberta pertencente à Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA), localizada no município de Campina Grande, PB, onde se localizam a Estação de Tratamento Biológico de Esgotos (EXTRABES) e o grupo de pesquisa do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB).

Conduziu-se o experimento em vasos de 20 L preenchidos com Neossolo Regolítico psamítico solódico (EMBRAPA, 1999). A caracterização química do solo utilizado se encontra na Tabela 1.

A irrigação foi realizada em função da demanda evapotranspirométrica, sendo esta avaliada através da diferença entre os volumes aplicado e drenado. Assim, o volume de irrigação a ser aplicado era 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:

$$VI = \frac{(VA - VD)}{(1 - 0,2)} \quad (mL)$$

em que: VA – volume aplicado; VD – volume drenado.

O sistema de drenagem foi constituído de uma camada de brita zero de aproximadamente, 2 cm de espessura e um tubo interligando o vaso a uma mangueira conectada a uma garrafa PET de 2000 mL.

Tabela 1. Resultados da análise de fertilidade do solo do experimento.

Características químicas*	
pH em água	6,03
Matéria orgânica (%)	0,73
Fósforo assimilável (mg/100g de solo)	0,88
Potássio (meq/100g de solo)	0,30
Alumínio (meq/100 g de solo)	0,06
Cálcio (meq/100g de solo)	1,90
Magnésio (mg/100g de solo)	0,64
Sódio (mg/100g de solo)	0,07
Hidrogênio (mg/100g de solo)	0,52
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência
Carbono orgânico (%)	0,40
Nitrogênio (%)	0,06
Condutividade elétrica (mmhos cm ⁻¹ , suspensão solo-água)	0,23

*análise realizada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial misto (2 x 2 x 5 + 4), sendo os fatores constituídos por duas cultivares de gergelim (CNPA G3 e CNPA G4), duas qualidades de água de irrigação (água de abastecimento e água residuária), cinco doses de torta de mamona no substrato (0, 2, 3, 4 e 5 ton ha⁻¹) e quatro tratamentos adicionais com adubação química (G3 com NPK e água de abastecimento, G4 com NPK e água de abastecimento, G3 com NPK e água residuária e G4 com NPK com água residuária).

No experimento foram utilizadas as cultivares de gergelim CNPA G3 e CNPA G4, cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa em Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Algodão), situada em Campina Grande, PB.

A água de abastecimento utilizada procedia do sistema de abastecimento público do município de Campina Grande, enquanto que a água residuária era proveniente da estação experimental de tratamentos biológico de esgotos sanitários (PROSAB) que recebe diariamente cerca de 1,50 m³ de esgoto bruto da parte norte da cidade. O esgoto foi tratado através do sistema UASB (Reator Anaeróbico de Fluxo Ascendente) o qual remove matéria orgânica e agentes patogênicos. A caracterização da água de abastecimento e da água residuária utilizada se encontram nas Tabela 2 e 3.

A adubação mineral foi realizada com 60 kg de N, 60 kg P₂O₅ e 40 kg K₂O. Sendo que no plantio utilizou-se 20 kg de sulfato de amônio, 20 kg de superfosfato simples e 13,3 kg de cloreto de potássio, distribuídos no sulco e levemente incorporados. Após 30 dias foi realizada a segunda parte da adubação com o restante do fertilizante.

Nos tratamentos onde se utilizou a torta de mamona como fonte de adubação, o biofertilizante foi introduzido e incorporado nos 15 primeiros centímetros do solo 30 dias antes do plantio da cultura.

Tabela 2. Composição físico-química da água de abastecimento

Parâmetro	Unidade	Água de Abastecimento
Condutividade elétrica	Micromhos cm^{-1} a 25 °C	572
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7
Cloretos em Cl^-	mg L^{-1}	142,0
Sulfatos em $\text{SO}_4^{=}$		Leves traços
Alcalinidade de Hidróxidos em CaCO_3		ausência
Alcalinidade de Carbonato em CaCO_3	mg L^{-1}	20,0
Alcalinidade de Bicarbonato em CaCO_3	mg L^{-1}	70,0
Cálcio em Ca^{++}	mg L^{-1}	36,0
Magnésio em Mg^{++}	mg L^{-1}	22,8
Sódio em Na^+	mg L^{-1}	92,0
Potássio em K^+	mg L^{-1}	7,02
Dureza Total em CaCO_3	mg L^{-1}	185,0
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)		3
Classe		C2S1

Análises realizadas no Laboratório de Solo da EMBRAPA Algodão

Tabela 3. Composição físico-química da água residuária tratada

Parâmetro	Unidade	Água Residuária
Condutividade elétrica	Micromhos cm^{-1} a 25 °C	1.205
Potencial Hidrogeniônico (pH)		7,4
Cloretos em Cl^-	mg L^{-1}	248,5
Sulfatos em $\text{SO}_4^{=}$		Leves traços
Alcalinidade de Hidróxidos em CaCO_3		ausência
Alcalinidade de Carbonato em CaCO_3	mg L^{-1}	70,0
Alcalinidade de Bicarbonato em CaCO_3	mg L^{-1}	215,0
Cálcio em Ca^{++}	mg L^{-1}	54,0
Magnésio em Mg^{++}	mg L^{-1}	28,8
Sódio em Na^+	mg L^{-1}	207,0
Potássio em K^+	mg L^{-1}	31,2
Dureza Total em CaCO_3	mg L^{-1}	255,0
Relação de Adsorção de Sódio (RAS)		6
Classe		C3S2

Análises realizadas no Laboratório de Solo da EMBRAPA Algodão

A cultura foi conduzida até o final do ciclo, quando foram determinados altura de inserção do primeiro fruto, número de frutos, peso dos frutos e peso de 100 sementes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, seguida de análise de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para os tratamentos e para os contrastes encontram-se na Tabela 4. Observa-se que o fator cultivar exerceu influência significativa sobre o número de frutos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. Já nas demais variáveis, não se observou efeito significativo. Os fatores água e dose de torta de mamona influenciaram significativamente as variáveis número de frutos e peso dos frutos. Em relação à altura de inserção do 1º fruto e de peso de 100 sementes, não houve interação significativa para os fatores água e dose de torta de mamona. No tocante às interações entre os fatores, verificou-se que o peso de frutos e o peso de 100 sementes tiveram interações significativas para o desdobramento água x dose de torta de mamona.

O número médio de frutos por planta em função dos fatores qualidade de água e cultivar se encontra na Tabela 5. Observa-se que a cultivar CNPA G4 foi superior em número de frutos tanto quando irrigada com água de abastecimento, como quando irrigada com água residuária doméstica.

Tabela 4. Resumo das análises de variância dos dados da variável altura de injeção do 1º fruto, número de frutos, peso dos frutos e peso de 100 sementes

Causa da Variância	GL	Quadrados Médios			
		Alura de injeção do 1º fruto	Número de frutos	Peso de frutos	Peso 100 Sementes
Cultivar	1	275,04167 ^{ns}	32062,816667 ^{**}	8,184427 ^{ns}	0,000027 ^{ns}
Água	1	139,5375 ^{ns}	55754,016667 ^{**}	434,273607 ^{**}	0,000807 ^{ns}
Dose	4	301,979167 ^{ns}	13135,691667 ^{**}	156,771989 ^{**}	0,001456 ^{ns}
Cultivar x água	1	0,104167 ^{ns}	1826,016667 ^{ns}	5,30447 ^{ns}	0,000667 ^{ns}
Cultivar x dose	4	16,454167 ^{ns}	932,191667 ^{ns}	13,078931 ^{ns}	0,000914 ^{ns}
Água x dose	4	214,745833 ^{ns}	1471,558333 ^{ns}	68,824311 ^{**}	0,006919 ^{**}
Cultivar x água x dose	4	245,937500 ^{ns}	1299,058333 ^{ns}	8,355539 ^{ns}	0,004354 ^{ns}
Bloco	2	538,754167 ^{ns}	985,4 ^{ns}	3,841052 ^{ns}	0,001722 ^{ns}
Contrates					
Tratamento					
Fator vs testemunha 1	1	187,624 ^{**}	2904,41 ^{ns}	8,02187 ^{ns}	0,131254 ^{**}
Fator vs testemunha 2	1	30,9573 ^{ns}	1194,86 ^{ns}	15,80992 ^{ns}	0,000587 ^{ns}
Fator vs testemunha 3	1	479,76 ^{ns}	1865,15 ^{ns}	7,60046 ^{ns}	0,002746 ^{ns}
Fator vs testemunha 4	1	46,6716 ^{ns}	870 ^{ns}	2,738403 ^{ns}	0,00009 ^{ns}
Resíduo	46				
CV (%)		16,44	25,58	27,05	11,22

^{ns} não significativo pelo fator F a nível de 5 % de probabilidade

Tabela 5. Média da variável número de frutos em função dos fatores qualidade de água e cultivar

	Água de abastecimento	Água residuária
Cultivar CNPA G3	108,43 Aa	101,07 Aa
Cultivar CNPA G4	154,67 Bb	162,03 Bb

Médias assinaladas com a mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

O efeito da dose de torta de mamona na variável número de frutos indicou um comportamento quadrático com coeficiente de determinação do modelo matemático de 0,96, como indicado na Figura 1. O número de frutos em relação à dose de torta de mamona apresentou um comportamento linear à medida que aumentou a dose até 4 ton ha⁻¹, não havendo grandes diferenças na produção entre as doses de 4 e 5 ton ha⁻¹.

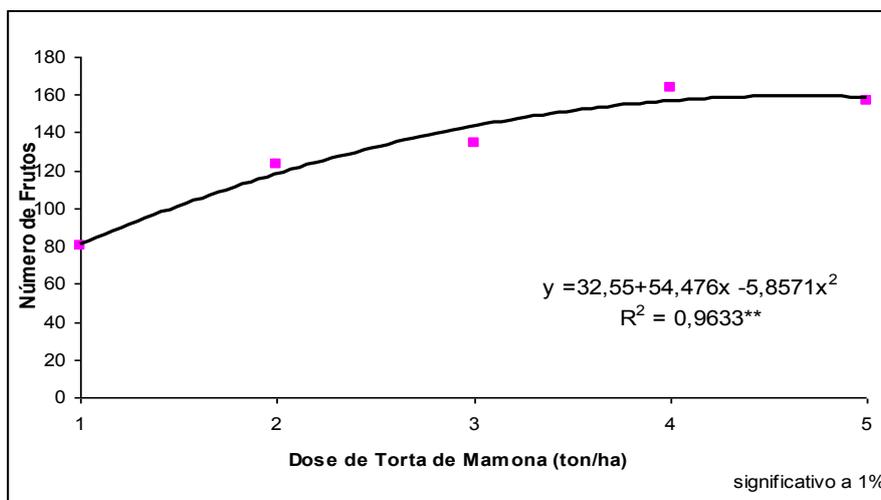


Figura 1. Número de frutos por planta em função da dose de torta de mamona

Os valores médios da variável peso de frutos referente ao desdobramento de sua interação significativa se encontram na Tabela 6. É possível observar que as plantas irrigadas com água residuária apresentaram maiores médias em relação àquelas irrigadas com água de abastecimento. Provavelmente o maior aporte de nitrogênio e fósforo obtido por meio da aplicação da água residuária doméstica proporcionou um melhor suprimento das necessidades nutricionais das plantas. A dose de torta de mamona ocasionou efeito significativo no peso dos frutos com resposta quadrática. As doses crescentes de torta de mamona ocasionaram resposta quadrática no peso médio dos frutos, como indicado na Figura 2. O peso de frutos máximo estimado foi de 17,23 g e seria obtido quando se aplicasse 4,11 ton ha⁻¹ de torta de mamona no substrato.

Tabela 6. Média dos fatores tipo de água e dose de torta de mamona, referente ao desdobramento de sua interação significativa para a variável peso de frutos

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5
Água abastecimento	2,551667 a	12,526667 a	13,705000 a	17,740000 a	16,096667 a
Água residuária	15,916667 b	18,406667 a	17,698333 a	20,148333 a	17,353333 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade

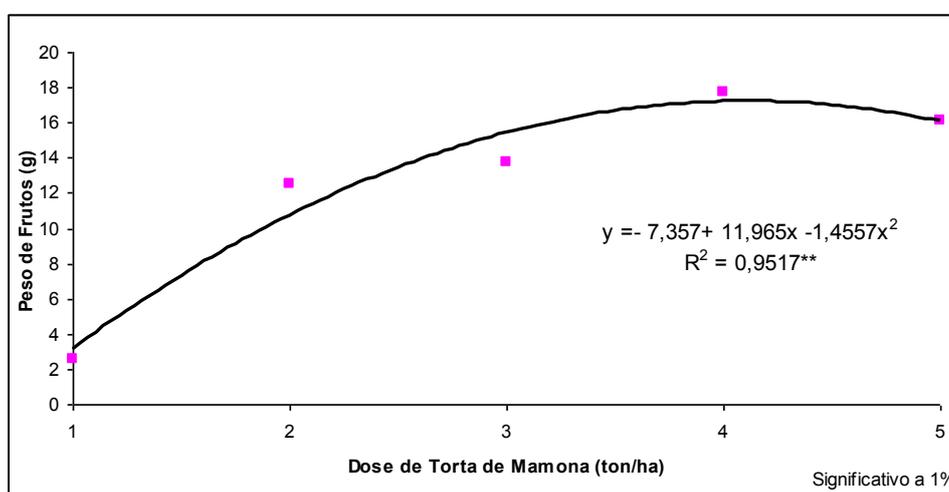


Figura 2. Análise de regressão para a variável peso de frutos X dose de torta de mamona

A análise de regressão do desdobramento de dose de torta de mamona dentro de água de abastecimento para a variável de peso de frutos, não foi significativa ao nível de 1%

Na Tabela 7 se encontram os valores médios de peso de 100 sementes em função das doses de torta de mamona e da qualidade de água utilizada em irrigação. Para as doses 1 e 3 referentes, respectivamente, à ausência de torta de mamona e à dose de 3 ton ha⁻¹ do adubo orgânico no substrato, verificou-se que a aplicação de água residuária proporcionou um acréscimo de aproximadamente 20% no peso de 100 sementes quando em comparação com os tratamentos em que se aplicou água de abastecimento. A maior média verificada para esta variável (0,35 g) foi obtida quando se aplicou efluente doméstico no solo sem adubo orgânico.

Tabela 7. Média dos fatores tipos de água e dose de torta de mamona, referente ao desdobramento de sua interação significativa para a variável peso de 100 sementes

	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 4	Dose 5
Água abastecimento	0,291667 a	0,286667 a	0,266667 a	0,288333 a	0,278333 a
Água residuária	0,351667 b	0,305000 a	0,323333 b	0,310000 a	0,321667 a

Em cada coluna médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5 % de probabilidade

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa experimental, onde se analisou o efeito das adubações mineral e orgânica com torta de mamona sobre a produção das variedades de gergelim G3 e G4 irrigadas com água de abastecimento e efluente doméstico, concluiu-se que:

- A altura de insecção do primeiro fruto não foi influenciada por nenhum dos fatores (cultivar, tipo de água de irrigação e dose de torta de mamona), bem como não sofreu influência da interação entre os fatores.
- O número de frutos foi influenciado pelos três fatores testados (cultivar, tipo de água e dose de adubação), onde a cultivar CNPA G4 irrigada com água residuária tratada apresentou os maiores valores médios de produção.
- Para o peso dos frutos os maiores valores médios foi encontrado quando se utilizou água residuária tratada e adubação com 4 toneladas de torta de mamona por hectare.
- O peso equivalente a 100 sementes não sofreu influência isolada dos fatores.

AGRADECIMENTOS

A UFCG e ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRIEL, N.H.C.; ANDRADE, F.P.; FARIAS, F.J.C.; COSTA, I.T.; GUEDES, A.R. Aderência placentar das sementes e componentes de produção em progênies de gergelim. **Revista de oleaginosas e fibrosas**. Campina Grande, v.2, n.2, p.133-139, 1998.
- ARRIEL, N.H.C.; GUEDES, A.R.; PEREIRA, J.R. **Descrição botânica e técnicas de polinização controlada no gergelim (*Sesamum indicum* L.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 7.p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 113).
- BARROS, A.L.; SANTOS, R.F.; BENATI, T.; FIRMINO, P.T. Importância econômica e social. In: BELTRÃO, N.E. de M.; VIEIRA, D.J. (eds.). **O agronegócio do gergelim no Brasil**: EMBRAPA-SPI, 2001. p.21-35.
- BARROS, M.A.L.; SANTOS, R.F. **Situação do gergelim nos mercados mundial e nacional, 1995 a 2002**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 8p. (EMBRAPA Algodão, Circular Técnica, 67).
- BELTRÃO, N.E. de M. **Origem e história**. In: BELTRÃO, N.E.M; VIEIRA, D.J. O agronegócio gergelim no Brasil. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.17-20.
- BELTRÃO, N.E. de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis* L.): fertilizante e alimento**. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 171).
- BELTRÃO, N.E. de M.; FREIRE, E.C.; LIMA, E.F. **Gergelimcultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1994. 52p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 18).
- BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C.; QUEIROGA, V. de P.; VIEIRA, D.J. (Ed) **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.109-132.
- DRINKWATER, L.E.; LETOURNEAU, D.K.; WORKNEH, F.; VAN BRUGGEN, A.H.C.; SHENNAN, C. Fundamental differences between conventional and organic tomato agroecosystems in California. **Ecological Applications**, Washington, n.5, p.1098-112, 1995.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1999. 412p.
- LIMA, E.P.C. **Tratamento de esgotos sanitários e a utilização na fertirrigação do gergelim: Uma proposta para Agricultura Familiar**. 2003. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2003.
- PEREIRA, J.R.; BELTRÃO, N.E. de M.; ARRIEL, N.H.C.; OLEVEIRA, J.N. Adubação orgânica no Cariri Cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3, 2001, Campina Grande. **Captação de água de chuva e Cultivos apropriados ao semi-árido**. Campina Grande: Embrapa Algodão/Embrapa Semi-árido, 2001, (CD-ROM).