

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO GERGELIM (*Sesamum indicum* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

JOSE BRUNO REGO DE MESQUITA¹; BENITO MOREIRA DE AZEVEDO²;
ANDRE RUFINO CAMPELO³; CARLOS NEWDMAR VIEIRA FERNANDES⁴;
THALES VINICIOS DE ARAÚJO VIANA⁵

¹ Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: brunomesquitaufc@hotmail.com;

² Professor do departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: benito@ufc.br

³ Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: rufininja@yahoo.com.br

⁴ Estudante de Doutorado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: newdmr@yahoo.com.br

⁵ Professor do departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. E-mail: thales@ufc.br

1 RESUMO

O gergelim (*Sesamum indicum* L.) é a oleaginosa mais antiga cultivada pela humanidade e surge com elevado potencial oleoquímica, principalmente em função de sua semente conter cerca de 50% de óleo. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de cinco níveis de irrigação, sobre a matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (AP), número de cápsulas por planta (NCP), massa de cem sementes (M100) e produtividade da cultura do gergelim, variedade “seda”. O experimento foi conduzido na área experimental da Estação Agrometeorológica, pertencente à Universidade Federal do Ceará. O solo da região é um, Argissolo Vermelho-Amarelo de textura areia franca. A irrigação do experimento foi do tipo localizada por gotejamento, contendo um cabeçal de controle com motobomba auxiliar para injeção de fertilizantes. A área total cultivada com gergelim possuía 172 m². O experimento consistiu na aplicação de cinco lâminas de irrigação (tratamentos) com base na evapotranspiração de referência (ET_o) de Penman-Monteith (PM), da seguinte forma: T1 – 25% PM; T2 – 50% PM; T3 – 75% PM; T4 – 100% PM; T5 – 150% PM. O delineamento utilizado nos experimentos foi de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições. As lâminas de irrigação apresentaram efeito significativo para as variáveis: matéria seca da parte aérea (MSPA), altura da planta (AP), número de cápsulas por planta (NCP) e produtividade (PROD), ajustando-se ao modelo polinomial do segundo grau. A lâmina de irrigação que maximizou a produtividade do gergelim foi estimada em 116,5% com base na ET_o de PM.

Palavras-chaves: *Sesamum indicum* L., Penman-Monteith, Evapotranspiração.

MESQUITA, J. B. R. de; AZEVEDO, B. M. de; CAMPELOA. R.; FERNANDES, C. N.
V.; VIANA, T. V. de A.
INFLUENCE OF IRRIGATION LEVEL ON GROWTH AND YIELD OF THE
SESAME CULTURE

2 ABSTRACT

The sesame (*Sesamum indicum* L.) is the oldest oilseed crop cultivated by mankind and has high oleochemical potential, mainly due to its seed contains about 50% of oil. The objective of this study was to evaluate the effect of five different levels of irrigation on the growth and yield of the “seda” sesame variety. The experiment was conducted at the experimental area of the Estação Agrometeorológica, Universidade Federal do Ceará. The soil of the experimental area is Red-yellow Argisol. The irrigation system was a localized drip type, with a control hub with an auxiliary electric pump for fertilizer injection. A total area of 172m² was cultivated with sesame. The experiment consisted in applying irrigation depths (treatments) based on the Penman-Monteith (PM) reference evapotranspiration (ET_o), as follows: T1 (25% PM ET_o), T2 (50% PM ET_o), T3 (75% PM ET_o), T4 (100% PM ET_o), T5 (150% PM ET_o). The experimental had a randomized blocks design with five treatments and four replications. Irrigation depth had a significant effect for the variables shoot dry matter (MSPA), plant height (AP), number of capsules per plant (NCP) and yield (PROD), matching the second-degree polynomial model. The irrigation depth that maximizes sesame yield was computed as 116.5% Penman-Monteith ET_o.

Keywords: *Sesamum indicum* L., Penman-Monteith, Evapotranspiration.

3 INTRODUÇÃO

O gergelim é a oleaginosa mais antiga usada pela humanidade, e atualmente é a nona mais cultivada no mundo. Seu cultivo apresenta grande potencial econômico, devido às possibilidades de exploração, tanto no mercado nacional como internacional. Essa oleaginosa passou a ser cultivada, comercialmente, no Nordeste do Brasil a partir da década de 80, como uma alternativa para redução da produção do algodão (ARAÚJO et al., 1999; FIRMINO, 2001; FIRMINO et al., 2003).

Com o recente incentivo do governo Federal, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, as oleaginosas surgem como fonte de energia renovável com a finalidade de preservação do meio ambiente. Dentre estas culturas, o gergelim surge como uma alternativa para a produção de biocombustíveis, uma vez que a cultura é uma alternativa para o sistema produtivo, podendo competir com outras oleaginosas, devido à facilidade de manejo e obtenção de sementes e, principalmente devido ao fato de suas sementes conterem cerca de 50% de óleo de excelente qualidade (ARAÚJO et al., 2006).

Portanto, a adição de tecnologias visando aumento na produtividade para essa cultura se faz necessária, como o emprego da técnica da irrigação. Pois, dentre os diversos usos dos recursos hídricos, a irrigação destaca-se pela sua importância socioeconômica, principalmente em regiões agrícolas áridas e semiáridas, onde é praticada para suplementar a precipitação natural no atendimento das necessidades hídricas das culturas (FARIAS et al., 2000).

Assim, os principais objetivos almejados com o uso da técnica da irrigação nas quais englobam a maximização da produção, racionalização do uso da mão-de-obra, energia, água e fertilizante, e a aplicação correta da água são indispensáveis para adotar um correto manejo dessa técnica (MIRANDA & PIRES, 2003). Este manejo consiste basicamente na quantificação do volume de água a ser fornecida para as culturas, por meio das necessidades hídricas das mesmas, que pode ser estimada através da evapotranspiração ou tensão de água no solo (BERNARDO et al 2006).

Existem vários métodos de estimativa da ETo, através de variáveis climáticas, para fins de manejo da irrigação, sendo utilizados em todo mundo, mas dentre esses métodos destacam-se o de Penman-Montheith, pois de acordo com estudos da FAO, esta metodologia deve ser utilizada como padrão para a estimativa da ETo, em virtude de basear-se em processos físicos, levando em consideração parâmetros fisiológicos e aerodinâmicos na equação (ALLEN et al., 1998).

Além de conhecer a quantidade de água a ser aplicada as culturas, também é necessário verificar o comportamento da cultura em função das diferentes quantidades de água e identificar as fases de desenvolvimento de maior consumo, além dos períodos críticos, quando a falta ou o excesso provocaria quedas de produção (BERNARDO et al., 2009),

Para Allen et al. (1998), lâminas d'água em excesso podem provocar perdas de água e lixiviação de nutrientes, por meio da percolação abaixo da zona das raízes, e, em terrenos mal drenados, podem provocar a saturação do solo. Também, que quantidade insuficiente de água proporciona uma redução da reserva útil do solo, prejudicando as plantas, e aumentando os custos da água aplicada, acentuando os problemas relacionados com a salinização do solo.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivos avaliar os efeitos de diferentes níveis de irrigação, no crescimento e produtividade da cultura do gergelim.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 15 de Setembro a 15 de Dezembro de 2009, na área experimental da Estação Meteorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DNA), da Universidade Federal do Ceará (UFC), situada no município de Fortaleza, Ceará, sob as coordenadas geográficas: 3°44'45''S e 38°34'55''W, com altitude de 19,5 m.

O clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e outono (KOPPEN, 1923). A região se caracteriza por apresentar precipitação média em torno de 1.523 mm, temperatura média do ar de 26,9°C e uma umidade relativa média de 69%. Na Tabela 1, encontram-se um resumo dos dados climáticos médios mensais coletados durante a realização do experimento.

Tabela 1. Dados climáticos médios mensais, observados durante a condução do experimento, Fortaleza, Ceará, 2009

Mês	Temperatura do ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade Vento (m s ⁻¹)	Precipitação (mm)
Setembro	27,83	77	2,38	0,76
Outubro	27,94	76	2,62	4,82
Novembro	28,45	73	2,62	3,80
Dezembro	28,88	73	2,66	3,81

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2009.

O solo da região é classificado, como um Argissolo Vermelho-amarelo de textura areia franca (EMBRAPA, 2006). Para efeito da caracterização físico-química do solo, antes da instalação do experimento, foram retiradas 20 amostras de solo, na camada de 0 a 0,2 m. Nas Tabelas 2 e 3 observa-se o resultado da análise físico-química do solo da área

experimental. A água de irrigação era proveniente de um poço profundo, classificada como C3S1 (AYERS & WESTCOT, 1999).

Tabela 2. Análise físico-hídrica do solo da área experimental, na camada de 0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2009

Característica físico-hídrica	Profundidade (m)	
	0 a 0,2	
Areia grossa (g kg ⁻¹)	470	
Areia fina (g kg ⁻¹)	380	
Silte (g kg ⁻¹)	60	
Argila (g kg ⁻¹)	90	
Argila natural (g kg ⁻¹)	30	
Grau de flocculação (g 100 ⁻¹ g ⁻¹)	70	
Característica textural	Areia franca	
Massa específica do solo (kg dm ⁻³)	1,50	
Massa específica das partículas (kg dm ⁻³)	2,62	
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,187	
Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³)	0,056	
Umidade de saturação (m ³ m ⁻³)	0,430	
pH (água)	6,6	

Tabela 3. Análise química do solo da área experimental, da camada de 0 a 0,2 m, Fortaleza, Ceará, 2009

Prof. (cm)	Complexo sortivo (cmol _c dm ⁻³)							V(%)	Al ³⁺	P	M.O.
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ +Al ²⁺	T				
0-20	1,5	1,5	0,23	0,1	3,3	1,15	4,5	74	0,0	8,0	7,03

No experimento utilizou-se a cultura do gergelim, variedade Seda. Esta variedade foi desenvolvida pela Embrapa Algodão e apresentam as seguintes características agronômicas: tolerância às principais doenças da cultura; porte médio a alto; hábito de crescimento ramificado; ciclo precoce de menos de noventa dias; sementes de coloração branca e teor de óleo entre 50 e 53% do peso de suas sementes.

A área total do experimento continha 172 m², contendo 20 parcelas experimentais. Cada parcela era composta por uma área de 4 m², contendo 20 plantas, das quais as 5 primeiras e 5 últimas, consideradas bordadura, e as 10 plantas centrais consideradas úteis, e de onde foram retiradas uma amostra de 5 plantas para fins de avaliação.

Para efeito de preparo da área experimental, inicialmente, foi realizada uma aração profunda na área, seguida de duas gradagens cruzadas. Em seguida, procedeu-se a limpeza e o nivelamento manual do terreno, objetivando retirar resto cultural do solo que viesse, de qualquer forma, a comprometer ou interferir na aplicação dos tratamentos e para auxiliar na instalação do sistema de irrigação.

A semeadura do gergelim deu-se de forma manual, em sulcos abertos, com cerca de 2 cm de profundidade, em toda extensão das linhas laterais. A germinação ocorreu de 3 a 4 dias após semeio, e o desbaste aconteceu em duas etapas: a primeira, de forma parcial, iniciado quando as plantas encontravam-se com 4 ou 5 folhas e a segunda, de forma definitiva, ocorreu

quando as plantas encontravam-se com aproximadamente 15 cm de altura, objetivando-se colocá-las no espaçamento 5 plantas por metro linear.

A adubação do gergelim foi baseada na análise de solo da área experimental, e consistiu na aplicação de N-P-K (na forma de: uréia; superfosfato simples; cloreto de potássio) e micronutrientes, nas quantidades de: 125, 35, 150 e 10 kg ha⁻¹, respectivamente (ARAÚJO et al., 2006).

Quando as plantas atingiram aproximadamente 90 dias de semeadas, foi realizada a colheita manual, que consistiu no corte da planta inteira, ao nível do solo. Em seguida, as plantas foram postas para secagem ao ar livre, por sete dias, com a finalidade de facilitar a retirada dos grãos das cápsulas.

Para fins de condução, manejo e controle das lâminas de irrigação aplicadas durante o experimento, foi usado um sistema de irrigação por gotejamento, em que cada linha lateral continha 4 m de comprimento e era composta por tubo gotejador de polietileno, com gotejadores internos espaçados a 0,5 m e vazão nominal de 2,0 L h⁻¹.

O manejo da irrigação foi realizado utilizando o princípio de lâmina acumulada, repondo a lâmina de água evapotranspirada durante dois dias consecutivos (turno de rega). O tempo de irrigação utilizado no experimento foi quantificado conforme a Equação 01.

$$Ti = \frac{Li \times EL \times EG \times FC}{Ei \times qg} \quad (01)$$

Em que: Ti - tempo de irrigação (h); Li - lâmina de irrigação a ser aplicada (mm dia⁻¹); EL - espaçamento entre as linhas laterais (m); EG - espaçamento entre gotejadores (m); FC - fator de cobertura do solo (adimensional); Ei - eficiência de irrigação (adimensional); qg - vazão do gotejador (L h⁻¹).

As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas com base na evapotranspiração de referência (ET_o) obtida pela metodologia de Penman-Monteith. O cálculo da ET_o (equação 02), levou em conta o uso de dados referentes às variáveis climáticas, calculados de acordo com a padronização proposta pela FAO (PEREIRA et al., 1997), devido sua grande aceitação e facilidade de manuseio. Os dados foram coletados da estação meteorológica automática da UFC, situada ao lado da área experimental.

$$ET_o = \frac{s}{s + \gamma^*} \times (R_n - G) \times \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma}{(s + \gamma^*) + (T + 273)} \times U_2 \times (e_s - e_e) \quad (02)$$

Em que: ET_o - é a evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); S - é a declividade da curva de pressão de vapor (kPa °C⁻¹); γ - é o coeficiente psicrométrico (kPa °C⁻¹); γ* - é a constante psicrométrica modificada (kPa °C⁻¹); R_n - é o saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹); G - é o fluxo de calor no solo; λ - é o calor latente de evaporação (2,45 MJ kg⁻¹); T - é a temperatura média diária (°C); U₂ - é a velocidade do vento a 2 m (m s⁻¹); e_s - é a pressão de saturação de vapor (kPa); e_a - é a pressão parcial de vapor (kPa).

A lâmina de irrigação (Li) aplicada foi estimado através da evapotranspiração da cultura em função do Kc e da ET_o (equação 2), por meio da Equação 03.

$$ET_c = ET_o \times k_c \quad (03)$$

Em que: ET_c - evapotranspiração da cultura (mm dia⁻¹); ET_o - evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹); Kc - coeficiente da cultura (adimensional) e estimado para cada estágio de desenvolvimento da cultura.

Os valores de K_c utilizados no experimento foram de 0,6 e 0,8, nas fases de crescimento vegetativo e florescimento, respectivamente (AMARAL & SILVA, 2008). O delineamento experimental utilizado no experimento foi em blocos ao acaso, composto de cinco tratamentos e quatro blocos. Os tratamentos corresponderam aos níveis de irrigação de: 25, 50, 75, 100 e 150% da evapotranspiração de referência (E_{To} , mm dia^{-1}).

Ao fim do experimento foram avaliadas as variáveis: matéria seca da parte aérea (MSPA); altura da planta (AP); massa de cem sementes (M100); massa das cápsulas (MC); número de cápsulas por planta (NCP) e Produtividade (PROD). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando observada diferença significativa procedeu-se à análise de regressão pelo método dos polinômios ortogonais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento

Na tabela 4, estão apresentados os dados referentes ao resumo da análise de variância realizada para as variáveis de crescimento: MSPA, AP. Observa-se que, as variáveis analisadas mostraram-se significativas, ao nível de 0,01, pelo teste F.

Tabela 4. Análise de variância dos dados de matéria seca da parte aérea (MSPA); altura da planta (AP) de gergelim, submetido a diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Q M		Q M	
		MSPA (g)	F ($p<0,01$)	AP (cm)	F ($p<0,01$)
Tratamento	4	17881,5	15,897 ^{**}	0,146	6,010 ^{**}
Bloco	3	790,9	0,703 ^{ns}	0,119	0,491 ^{ns}
Resíduo	12	1124,7		0,243	
CV(%)		26,81		7,45	
Média		125,08		2,09	

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

O efeito das lâminas de irrigação na MSPA está exposto na Figura 1. De acordo com a análise de regressão, observa-se que os dados se ajustaram ao modelo linear, apresentando coeficiente de determinação (R^2) de 0,82. Observa-se também, que com o aumento no nível de irrigação, encontrou-se incrementos crescentes na MSPA, variando de 54,0 até um máximo de 192,5 g por planta, quando submetidas ao menor e ao maior nível de irrigação (25 e 150% da E_{To} de Penman-Monteith). Em termos percentuais, a irrigação com 150% da E_{To} proporcionou um acréscimo da ordem de 71,8% na MSPA em relação ao menor nível.

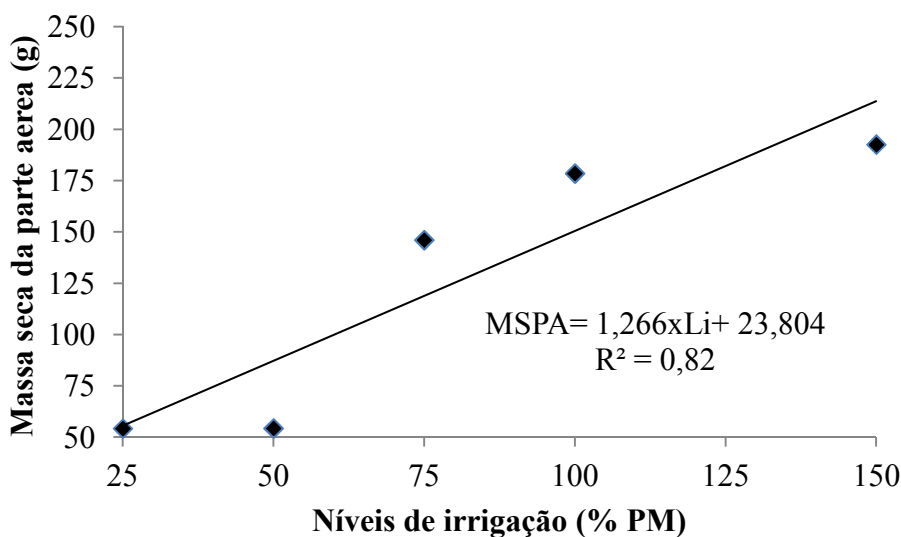


Figura 1. Massa seca da parte aérea da planta de gergelim em função de lâminas de irrigação com base na ETo de PM, Fortaleza, Ceará, 2009.

Com relação à variável AP, verifica-se na figura 2, que o modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados foi o polinomial de primeiro grau, mostrando uma tendência linear na distribuição dos dados, apresentando R^2 de 0,93. Pode-se notar, assim como ocorreu na variável anterior, um aumento gradual na altura das plantas, à medida que se aumenta os níveis de irrigação, até um máximo de 2,32 m, quando aplicado o maior nível 150% da ETo de PM. Comparando-se o maior com o menor nível de irrigação, 150 e 25% da ETo de PM, respectivamente, encontrou-se uma diferença na altura de aproximadamente 20%, possivelmente causado pelo déficit hídrico imposto as plantas nos tratamentos com os menores níveis de irrigação. Esta mesma tendência foi observada por Souza et al. (2000) testando diferentes déficit hídricos na cultura do gergelim cultivado em vaso em ambiente protegido.

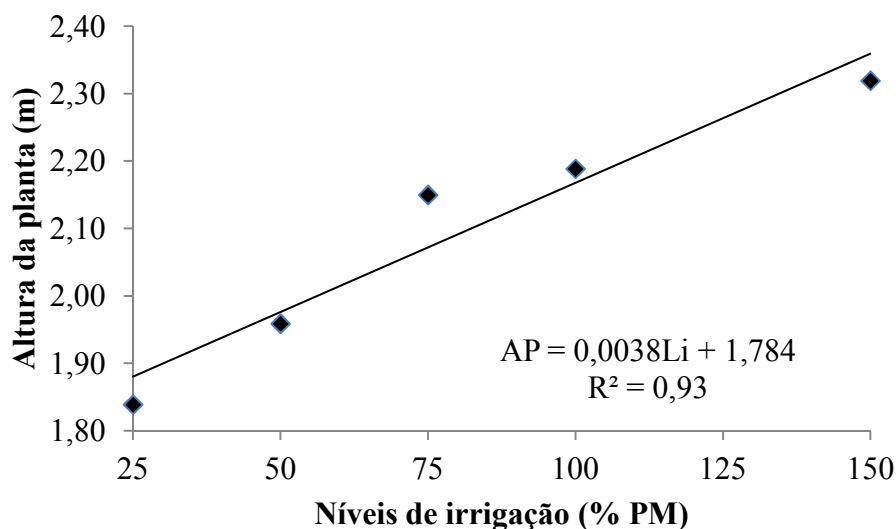


Figura 2. Altura da planta de gergelim em função de lâminas de irrigação com base na ETo de PM, Fortaleza, Ceará, 2009.

Esse comportamento sugere que, quanto mais água fornecida a cultura, a mesma continua com seu crescimento vegetativo, não sendo possível observar, dentro dos intervalos testados, um declínio ou cerceamento do crescimento. De acordo com Arriel et al. (1999), o gergelim é considerada uma cultura tolerante a seca e, portanto apta para cultivos em regiões áridas e semiáridas. Em decorrência desta adaptabilidade, o comportamento observado sugere que quando não exposta há déficit hídrico, esta pode expressar todo seu potencial.

Sousa (2011) avaliou o efeito de cinco níveis de irrigação (25, 50, 75, 100 e 150% da ETo de PM) na cultura do amendoim, em Fortaleza, Ceará, e também encontrou uma tendência linear para as variáveis MSPA, mas quadrática para a AP. Os mesmos autores verificaram que as lâminas de 150% e 146,5% da ETo de PM foram as que maximizaram as referidas variáveis, respectivamente.

Viana et al. (2012) estudando o comportamento da cultura do girassol, em Russas, Ceará, em função de cinco níveis de irrigação com base na evaporação do tanque classe “A” (25, 50, 75, 100,125%), obtiveram resposta linear para a altura de planta, sendo a lâmina de 125% responsável por maximizar esta variável.

5.2 Produtividade

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 5, os distintos níveis de irrigação aplicados na cultura do gergelim influenciaram significativamente os dados de NCP e PROD, mas não foi observada diferença significativa com relação às variáveis MC e M100, submetido a diferentes níveis de irrigação.

Tabela 5. Análise de variância dos dados de Massa das cápsulas (MC), massa de cem sementes (M100), número de cápsulas por planta (NCP) e Produtividade (PROD) de gergelim, submetido a diferentes níveis de irrigação, Fortaleza, Ceará, 2009.

Fonte de variação	GL	Q M		Q M		Q M		Q M	
		M100 (g)	F (p<0,01)	MC (g)	F (p<0,01)	NCP	F (p<0,01)	PROD (kg ha ⁻¹)	F (p<0,01)
Tratamento	4	0,106	0,51 ^{ns}	0,809	6,58 ^{ns}	11563,8	9,73 ^{**}	567002,4	9,94 ^{**}
Bloco	3	0,751	0,36 ^{ns}	0,121	0,98 ^{ns}	936,82	0,78 ^{ns}	95843,7	1,68 ^{ns}
Resíduo	12	0,207		0,123		1188,0		57021,9	
CV(%)		16,27		9,64		32,43		34,85	
Média		0,28		3,63		106,27		685,21	

^{**} significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

A análise de regressão realizada na variável NCP (Figura 3) revela uma tendência dos dados a se ajustarem ao modelo polinomial de segunda ordem, com R² de 0,85. É possível observar um aumento no número de capsulas pela planta a medida que se aumenta os níveis de irrigação, alcançado um máximo de 143 cápsulas por planta quando irrigado com uma lâmina, estimada ótima em 115,5% da ETo de PM, onde após este ponto, verifica-se uma tendência de queda no número de cápsulas produzidas na ordem de 15%. Comparando a lâmina estimada ótima com o menor nível de irrigação (25% da ETo de PM), esta diferença fica muito mais aparente, na ordem de 70%. É relevante salientar, a grande diferença na produção de cápsulas, apresentada entre os tratamentos 50 e 75% da ETo de PM, que foi da ordem de 60%.

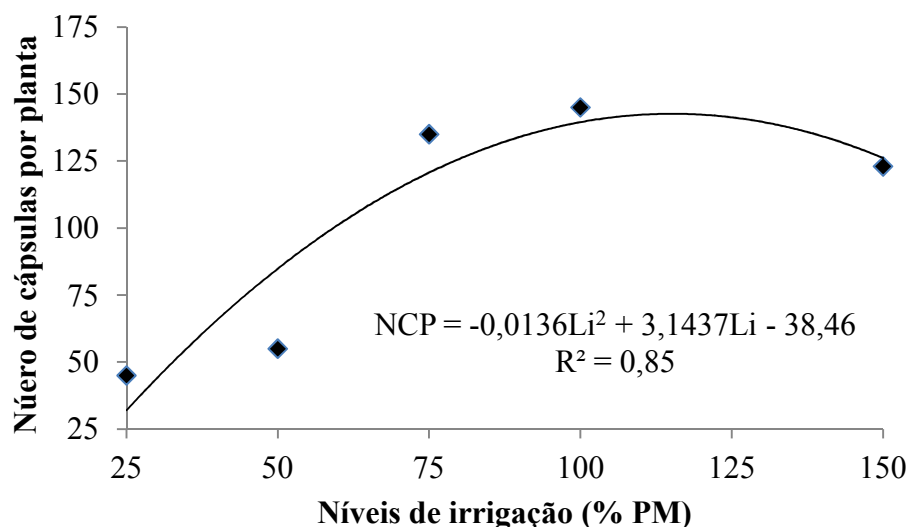


Figura 3. Número de cápsula da planta de gergelim em função de lâminas de irrigação com base na ETo de PM, Fortaleza, Ceará, 2009.

No que diz respeito à produtividade da cultura (Figura 3), a análise de regressão realizada nos dados se ajustou melhor ao modelo polinomial quadrático, apresentando um R^2 de 0,82, indicando um bom ajuste dos dados ao modelo. Pode-se notar a princípio, a mesma tendência observada na variável anterior (NCP), onde a irrigação com lâminas menores (25 e 50% da ETo de PM), apresentou as mais baixas produtividades (258 e 296 kg ha⁻¹, respectivamente), mais baixas inclusive que as médias mundial (481,4 kg ha⁻¹) e nacional (600 kg ha⁻¹), com plantações em regime de sequeiro (SILVA et al., 2008). Ainda, que a partir da lâmina de 75% da ETo de PM, houve um grande salto de produtividade, alcançando um máximo de 1015,45 kg ha⁻¹ se irrigada com uma lâmina estimada em 116,5% da ETo de PM, onde após esta lâmina observa-se uma tendência de queda da produtividade por volta de 15%.

Fica evidente notar, que o comportamento das variáveis NCP e PROD são bem parecidas, indicando claramente que a produtividade da cultura, em grãos, está diretamente relacionada ao número de cápsulas produzidas pela planta, uma vez que, as lâminas que maximizaram a produção de cápsulas pelas plantas e a produtividade da cultura, foram de 115,5 e 116,5% da ETo da PM, respectivamente.

Observando todas as variáveis, Pode-se notar que as vegetativas (MSPA e AP) responderam ao incremento de lâminas cada vez maiores ao contrário das produtivas (NCP e PROD), que alcançaram valores máximos, sob lâminas ligeiramente maiores que 100% da ETo de PM.

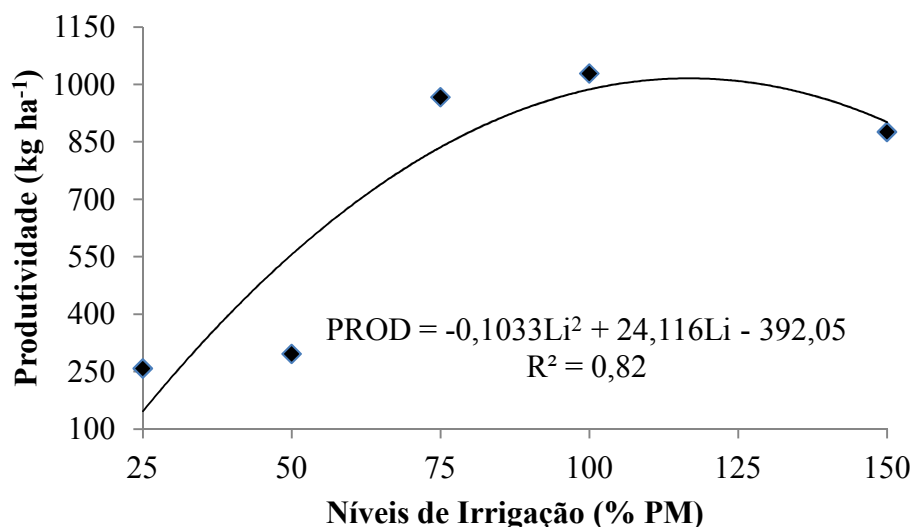


Figura 4. Produtividade do gergelim em função de lâminas de irrigação com base na ETo de PM, Fortaleza, Ceará, 2009.

De um modo geral, observou-se que o gergelim expressa menores potenciais de produção nos tratamentos com os menores níveis de irrigação. Este fato está diretamente relacionado às condições de déficit hídrico sofrido, já que as plantas utilizam o mecanismo de fechamento dos estômatos, a fim de se protegerem das perdas de água por transpiração, acarretando uma redução na taxa fotossintética (TAIZ & ZEIGER, 2009). O oposto também é observado, já que as plantas responderam ao incremento das lâminas de irrigação, até um determinado nível, reduzindo seu potencial, conseqüentemente. Esse comportamento, em parte, pode ser explicado em função da textura do solo, já que apresenta um alto percentual de areia grossa e fina (85%) e baixo percentual de argila (Tabela 1). Assim o excesso de água pode ter lixiviado os nutrientes, tornando-os não disponíveis para a planta, até que a mesma completasse seu ciclo.

6 CONCLUSÕES

Os distintos níveis de irrigação, aplicados a partir do trigésimo dia após o plantio, influenciaram significativamente as variáveis vegetativas (massa seca da parte aérea e altura da planta) e produtivas (numero de cápsulas por planta e produtividade).

A lâmina de irrigação que maximizou a produtividade do gergelim foi estimada em 116,5% com base na ETo de PM, isso corresponde a um kc de 1,165 para a cultura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; PAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56, 1998. 328p.

AMARAL, J. A. B.; SILVA, M. T. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do gergelim por manejo de irrigação. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p.25-33, 2008.

ARAÚJO, A. E.; SOARES, J. J.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO, P.T.; **Cultivo do gergelim**, EMBRAPA ALGODÃO, Sistema de produção n. 6, versão eletrônica, 2006.

ARAÚJO, J.M. de; OLIVEIRA, J.M.C. de; CARTAXO, W.V.; VALE, D.G.; SILVA, M.B. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ARRIEL, N. H. C.; ANDRADE, F. P. de.; FARIAS, F. J. C.; COSTA, I. T. da.; 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, 1999.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB, 1999, 153p. FAO. Estudos Irrigação e Drenagem, 29 revisado 1.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8 ed. Viçosa: Ed. UFV, 625p, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão Campina Grande, PB. **Vamos plantar gergelim**, Campina Grande, 1999, 19p

FARIAS, R. A.; SOARES, A. A.; SEDYAMA, G. C.; RIBEIRO, C. A. A. S. Demanda de irrigação suplementar para acultura do milho no estado de minas gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 4, n.1, p.46-50, 2000.

FIRMINO, P. de T. **Caracterização química de semente de gergelim (*Sesamum indicum* L.) BRS 196 (CNPA G-4)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, Instrução Técnica n. 117, p.1-2, 2001.

FIRMINO, P. de T.; SANTOS, R.F; BARROS, M. A. L.; OLIVEIRA, J. M. C. **Gergelim: opção para agricultura familiar do semiárido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, Comunicado Técnico 198, 2003.

KOPPEN, W. **Dieklimate dererde-grundrib der kimakunde**. Berlin, Walter de gruy-ter verlag, 1923.

MIRANDA, J. H.; PIRES, R. C. de M. Irrigação. Piracicaba: FUNEP, Série Engenharia Agrícola, 1, 2003, 410p.

PEREIRA, R. A; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997, 183p.

SILVA, M. T.; FARIAS, G. C.; ARAÚJO, L. F.; FUNK JUNIOR, S. C. F.; AMARAL, J. A. B. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do gergelim no Estado do Ceará. *Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, **31**, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, 23p.

SOUSA, G. G. Manejos da irrigação e da adubação potássica fertirrigada e aplicada pelo método convencional na cultura do amendoim. **Tese** (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 82 p, 2011.

SOUZA, J. G.; BELTRÃO, N. E. M.; SANTOS, J. W. Fisiologia e produtividade do gergelim em solo com deficiência hídrica. **Revista brasileira de oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, V. 4, n. 3, p. 163-168, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 819 p. 2009.

VIANA, T. V. A.; LIMA, A. D.; MARINHO, A. B. M.; DUARTE, J. M. L.; AZEVEDO, B. M.; COSTA, S. C. Lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol, sob condições semiáridas. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p.126-136, 2012.