

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**ALAN DINIZ LIMA**

**INTERAÇÃO ENTRE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURAS DO SOLO, E  
ADUBAÇÃO BORÁCICA NA CULTURA DO GIRASSOL**

**FORTALEZA  
2011**

**ALAN DINIZ LIMA**

**INTERAÇÃO ENTRE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURAS DO SOLO, E  
ADUBAÇÃO BORÁCICA NA CULTURA DO GIRASSOL**

Dissertação submetida à coordenação do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Irrigação e drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana

**FORTALEZA  
2011**

L696i     Lima, Alan Diniz  
              Interação entre lâminas de irrigação e coberturas do solo, e adubação  
borácica na cultura do girassol / Alan Diniz Lima, 2011.  
              73 f. ;il., color.; enc.

              Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana  
              Co-orientadora: Profa. Dra. Albanise Barbosa Marinho  
              Área de Concentração: Irrigação e Drenagem  
              Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de  
Ciências Agrárias, Depto. de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2011.

              1. *Helianthus annuus* L.. 2. Biocombustíveis. 3. Irrigação. I. Viana,  
Thales Vinícius de Araújo (Orient.). II. Marinho, Albanise Barbosa (Co-  
orient.). III. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia Agrícola. IV. Título.

CDD 630

ALAN DINIZ LIMA

**INTERAÇÃO ENTRE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E COBERTURAS DO SOLO, E  
ADUBAÇÃO BORÁCICA NA CULTURA DO GIRASSOL**

Dissertação submetida à coordenação do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem. A citação de qualquer parte desta Dissertação é permitida, desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Thales Vinícius de Araújo Viana, D. Sc.

**Orientador**

Universidade Federal do Ceará - UFC

---

Prof<sup>ª</sup>. Albanise Barbosa Marinho, D. Sc.

**Co-orientadora**

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia

Afro-Brasileira - UNILAB

---

Prof. Solerne Caminha Costa, D. Sc.

**Conselheiro**

Instituto Federal do Ceará – Limoeiro do Norte IFCE-LN

---

Luis Gonzaga Pinheiro Neto, D. Sc.

**Conselheiro**

Bolsista PNP/DCAPES/UFC

Aos meus pais Manoel Correia Lima e Janete Diniz Lima, pelo carinho, atenção, dedicação, por sempre acreditarem em mim mais do que eu e por tudo que me proporcionaram para que eu pudesse chegar até aqui.

Aos meus irmãos, pelo amor fraternal.

A minha Rousilene Silva, pelo amor, incentivo, orações, compreensão e paciência dedicadas a mim.

OFEREÇO

Ao Professor Thales Vinícius de Araújo Viana, pela tranquilidade e brincadeiras, pela orientação e ensinamentos, por todo tempo que se dedicou ao meu trabalho, por ter sido um excelente orientador e ter acreditado em mim.

AGRADEÇO

A **DEUS**, pela graça da vida, por ter iluminado e guiado os meus primeiros passos da vida e ter colocado pessoas maravilhosas no decorrer desta e pela concessão das vitórias em minha caminhada.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus;

À Universidade Federal do Ceará;

Ao Departamento de Engenharia Agrícola e aos seus professores Thales Vinícius de Araújo Viana, Benito Azevedo, Marcus Bezerra, Claudivan Feitosa, José Carlos e Villioti por todo apoio, incentivo e amizade;

À Professora Albanise Barbosa Marinho e ao José Aderaldo que nas horas mais difíceis, mesmo distantes, sempre dispuseram-se a ajudar;

Aos conselheiros que muito colaboraram no desenvolvimento deste trabalho: Solerne Caminha Costa e Luiz Gonzaga Pinheiro Neto;

Aos funcionários do DENA, em especial, ao Maurício Chocolate, Aninha, Ivan, Willa e Jacó, Fátima, Toinha;

Aos amigos da Pós-Graduação: Daniel Rodrigues (Soneca), Ramyro, Lobato, Haroldo Ferreira, Alan Bernad, Newdmar, Jefferson, André Henrique, André Rufino, Elivânia, Michele Bessa, Leandro, Aglodoaldo, Bruno, Mário, Hernandez, Cley anderson, Alexandre Reuber, João Valdenor, Clênio, Firmino, Leila, Geocleber, Luiz Alves, Luiz Gonzaga, Wanderley, Limeira, Guilherme, Inêz, Alexandre, Robervânia, Nayara, Rafaela Caetano, Fernandinho, Júlio, etc;

A todos os meus amigos de graduação, em especial: João Guilherme, Erlanyson, Ricardo, Renato Cesar, Kairo (70), Rômulo Uchoa, Fredson, Joilson, Antônio Ricardo (Kadu), Rodrigo de Góes, Haroldo Saunders, Luiz Carlos, Flávio, Osvaldo, Levi, Sara Regina, Sara Feitosa, Rafaele Dantas, Kelma Duarte, Rita de Kássia, Cibele, Suzana, Sâmia, Ana Vlândia, Rebeca, Amaury, Elionaide e Ciro, pela amizade construída ao longo desses anos, pelas brincadeiras, descontrações, incentivos e pelas palavras de conforto e carinho a mim dirigidas;

Agradeço em especial ao grande amigo Moacir e a sua Mariazinha, que sem os mesmos seria quase impossível a conclusão desse trabalho;

A todos que deram sua contribuição, para que eu chegasse até aqui.

A UFC e a CAPES pela concessão de bolsa durante a minha pós-graduação.

*“... Mil cairão ao teu lado,  
e dez mil à tua direita, mas tu não serás atingido...”*

*Salmo 91 – Bíblia Sagrada*

LIMA, Alan Diniz, Universidade Federal do Ceará. Fevereiro de 2010. **Interação entre lâminas de irrigação e coberturas do solo, e adubação borácica na cultura do girassol.** Orientador: Thales Vinícius de Araújo Viana. Co-orientadora: Albanise Barbosa Marinho. Conselheiros: Solerne Caminha Costa, Luis Gonzaga Pinheiro Neto.

## RESUMO

O girassol é integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel, tornando-a uma das culturas com potencial de utilização no Brasil em projetos de inclusão social. Entretanto, para se otimizar a produção dessa oleaginosa, torna-se justificável contornar a falta de informações referentes à alguns tipos de práticas, entre elas: A associação entre irrigação e formas de coberturas do solo, bem como a adubação adequada, dando ênfase ao fato de que a cultura é particularmente sensível a deficiência de boro. Em consequência, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da interação entre lâminas de irrigação e tipos coberturas do solo, e adubação borácica na cultura do girassol. O trabalho constou de dois experimentos, implantados num delineamento experimental em blocos casualizados. O experimento 01, desenvolvido no esquema de parcelas subdivididas, consistindo de cinco lâminas de irrigação (25, 50, 75, 100 e 125% da evaporação medida no tanque classe “A”) na parcela e quatro tipos de cobertura do solo (palhada de arroz; palhada de carnaúba; raspa de madeira e sem cobertura) na subparcela e três repetições. O experimento 02, também em blocos ao acaso, foi constituído de cinco tratamentos e cinco repetições, com a aplicação de 1, 2, 3, 4 e 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro, de maneira convencional. Foram procedidos todos os tratamentos culturais e fitossanitários necessários. As variáveis avaliadas foram: Altura da planta, diâmetro do caule, massa de 1000 aquênios, massa média de aquênios, potencial de produtividade de aquênios, teor de óleo dos aquênios e potencial de produtividade de óleo. Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando verificado efeito significativo, os de natureza qualitativa foram comparados através do teste de Tukey e os de natureza quantitativa foram submetidos à análise de regressão. No experimento 01, todas as variáveis analisadas apresentaram inferência estatística frente às lâminas de irrigação, exceto o teor de óleo, sendo que a lâmina de irrigação 807,1 mm (125% da ECA) proporcionou uma produtividade máxima de 1.634,25 kg ha<sup>-1</sup>. O potencial de produtividade de óleo em kg ha<sup>-1</sup> foi afetado significativamente pelas lâminas de irrigação aplicada com valor máximo de 675,88 kg ha<sup>-1</sup> de óleo (125% da ECA). O teor de óleo médio de aquênios encontrado foi de 41,38%. As diferentes coberturas do solo e a interação entre lâminas e coberturas do solo não causaram efeito significativo nas variáveis estudadas. No experimento 02, a altura de planta e o diâmetro do caule foram influenciados significativamente pelas doses de boro e pela época de coleta dos dados, mas não pela interação doses de boro versus época de coleta. A dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro maximizou a massa média de aquênios (48,95 g), o potencial de produtividade de aquênios (2442,34 kg ha<sup>-1</sup>) e o potencial de produtividade de óleo (1076,58 kg ha<sup>-1</sup>). O teor médio de óleo dos aquênios encontrado foi de 43,49%.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L.. Biocombustíveis. Tanque Classe “A”.



LIMA, Alan Diniz, Universidade Federal do Ceará. February, 2010 **Interaction between irrigation depths and soil mulches, and boracic fertilizing in sunflower cultivation.** Advisor: Thales Vinícius de Araújo Viana. Co-Advisor: Albanise Barbosa Marinho. Faculty Members: Solerne Caminha Costa, Luis Gonzaga Pinheiro Neto.

### ABSTRACT

The use of sunflower in grain and biodiesel production, makes it potentially important in Brazilian projects of social inclusion. However, to optimize the production of those oilseeds, it is necessary to gather information on certain practices, such as: the association between forms of irrigation and soil mulch and the proper fertilization, taking into account the sensitivity of the culture to boron deficiency. That said, this study was aimed at evaluating the effect of the interaction between irrigation and soil mulch cover types, and the effect of boracic fertilization in sunflower cultivation. The work consisted of two experiments, implanted in a randomized complete block design. The experiment 01 was conducted in the split plots scheme consisting of five irrigation depths (25, 50, 75, 100 and 125% of class "A" pan evaporation) in the plot and four types of soil mulch (straw rice; carnauba straw, wood shaving and without cover) as subplots with three replications. The experiment 02, also in blocks, consisted of five treatments and five repetitions with the application of 1, 2, 3, 4 and 5 kg.ha<sup>-1</sup> of boron in the conventional manner. All the required cultivation (and phytosanitary) practices were carried. The evaluated variables were: plant height, stem diameter, weight of 1000 seeds, average weight of achenes, achene yield potential, oil content of grain and oil yield potential. The data from the evaluated variables was subjected to analysis of variance by F test, and when significant effects were detected, the effects of qualitative nature were compared using Tukey's test and those of quantitative nature were submitted to regression analysis. In experiment 01, all variables showed statistical inference in the face of irrigation depths, except the oil content. In the same experiment, the water depth 807.1 mm (125% CAE) gave a maximum yield of 1634.25 kg ha<sup>-1</sup>. The potential for oil yield in kg ha<sup>-1</sup> was significantly affected by irrigation water applied with a maximum of 675.88 kg.ha<sup>-1</sup> oil (125% CAE). The average oil content of the seeds was found to be 41.38%. The different soil mulches and the interaction between irrigation depths and soil mulches caused no significant effect on the evaluated variables in experiment 02. On the other hand, the plant height and stem diameter were significantly influenced by the levels of boron and by the time of data collection, but not by the interaction rates of boron amount versus collection time. The dose of 4 kg.ha<sup>-1</sup> of boron maximized the average mass of seeds (48.95 g), the potential productivity of seeds (2442.34 kg ha<sup>-1</sup>) and potential oil yield (1076.58 kg ha<sup>-1</sup>). The average oil content of seeds was found to be 43.49%.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L.. Biofuels. Class A pan Evaporation.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 Girassol, variedade CATISSOL 01. ....	27
FIGURA 2 Realização da aração e gradagens (a) e área experimental apta a instalação do sistema de irrigação e posterior plantio do girassol (b). ....	28
FIGURA 3 Croqui do experimento 01. ....	29
FIGURA 4 Tipos coberturas do solo: Raspa de madeira (a); palhada de arroz (b); bagana (c) e sem cobertura sobre o solo (d) ....	30
FIGURA 5 Croqui do experimento 02. ....	31
FIGURA 6 Aplicação e disposição dos adubos ao lado da linha de irrigação ....	32
FIGURA 7 Instrumentos utilizados para a quantificação da lâmina aplicada.....	34
FIGURA 8 Esquema do sistema utilizado para determinação do teor de óleo dos aquênios. ....	38
FIGURA 9 Altura da planta frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	42
FIGURA 10 Diâmetro do caule frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	43
FIGURA 11 Massa de 1000 aquênios frente às lâminas de irrigação aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	45
FIGURA 12 Massa média dos aquênios por capítulo frente às lâminas de irrigação aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	46
FIGURA 13 Produtividade frente às lâminas de irrigação aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	47

FIGURA 14 Potencial de produção de óleo por área frente às lâminas de irrigação aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	50
FIGURA 15 Altura das plantas em função dos dias após o plantio na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010 .....	52
FIGURA 16 Altura das plantas frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	53
FIGURA 17 Diâmetro do caule em função dos dias após o plantio na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010. ....	54
FIGURA 18 Diâmetro do caule frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	55
FIGURA 19 Massa média dos aquênios por capítulo frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	56
FIGURA 20 Produtividade potencial de aquênios frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	57
FIGURA 21 Produtividade potencial de óleo por área às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.....	60

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 Características físico-hídricas do solo nas profundidades de 0 – 20 cm, no Distrito de Irrigação do Perímetro Tabuleiro de Russas, CE, 2010..... 26
- TABELA 2 Atributos químicos do solo nas profundidades de 0 – 20 cm, no Distrito de Irrigação do Perímetro Tabuleiro de Russas, CE, 2010.....27
- TABELA 3 Diferentes períodos fenológicos e valores de precipitação (P), evaporação medida no Tanque Classe “A” (ECA), temperatura do ar ( $T_{ar}$ ), umidade relativa (UR) e velocidade do vento ( $V_{Vento}$ ), durante o período experimental no Distrito de Irrigação do Perímetro Tabuleiro de Russas, CE, 2010.....39
- TABELA 4 Diferentes períodos fenológicos e valores de lâminas aplicadas em função de cada fator de ajuste (0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25) durante o período experimental no Distrito de Irrigação do Perímetro Tabuleiro de Russas, CE, 2010.....40
- TABELA 5, Médias do potencial mátrico ( $P_m$ ) do solo na profundidade de 10 cm para os tipos de coberturas analisadas aos 85 DAP.....41
- TABELA 6 Resumo da análise de variância para as variáveis: Altura da planta ( $A_{PL}$ ) e diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) em função das lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....42
- TABELA 7 Resumo da análise de variância para as variáveis: Massa de 1000 aquênios ( $M_{1000A}$ ), massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) em função das lâminas de irrigação e coberturas do solo na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....44
- TABELA 8 Resumo da análise de variância para as variáveis: Teor de óleo dos aquênios (TOA); potencial de produção de óleo por área (PPO) em função

das lâminas de irrigação aplicadas a cultura do girassol em Russas, CE  
2010.....48

TABELA 9 Valores médios do teor de óleo dos aquênios (TOA) em função das lâminas  
de irrigação aplicadas a cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....49

TABELA 10 Resumo da análise de variância para as variáveis: Altura da planta ( $A_{PLT}$ )  
e diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) em função dos dias de plantio (DAP) e das  
doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....51

TABELA 11 Resumo da análise de variância para as variáveis: Massa de 1000 aquênios  
(M1000A); massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e  
produtividade (PROD) em função das doses de boro na cultura do girassol  
em Russas, CE, 2010..... 56

TABELA 12 Resumo da análise de variância para as variáveis: Teor de óleo dos  
aquênios (TOA) e potencial de produção de óleo por área (PPO) em  
função das doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....58

TABELA 13 Valores médios do teor de óleo dos aquênios em função das doses de boro  
na cultura do girassol em Russas, CE, 2010.....59

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A Características agronômicas da cultivar CATISSOL 01.....	71
ANEXO B - Caracterização dos períodos fenológicos para a cultura do girassol.....	72

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Aspectos gerais da cultura do girassol.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>O manejo da irrigação do girassol .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Coberturas do solo.....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>O boro na cultura do girassol .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>A Caracterização edafoclimática da área.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>A Cultura.....</b>	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>A instalação e a condução da cultura .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4</b>	<b>Os delineamentos experimentais .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5</b>	<b>O manejo da adubação.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6</b>	<b>O manejo da irrigação.....</b>	<b>33</b>
<b>3.7</b>	<b>A colheita e o beneficiamento .....</b>	<b>34</b>
<b>3.8</b>	<b>As variáveis analisadas.....</b>	<b>35</b>
3.8.1	O desenvolvimento fenológico .....	35
3.8.2	A altura da planta.....	35
3.8.3	O diâmetro do caule.....	35
3.8.4	A massa de 1000 aquênios .....	36
3.8.5	A massa média de aquênios por capítulo.....	36
3.8.6	A produtividade potencial de aquênios .....	36
3.8.7	O teor de óleo dos aquênios.....	36
3.8.8	A produtividade potencial de óleo.....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1</b>	<b>O desenvolvimento fenológico e Condições Climáticas.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2</b>	<b>Experimento 01- Lâminas de irrigação versus coberturas do solo.....</b>	<b>41</b>
4.2.1	O potencial mátrico .....	41
4.2.2	As variáveis de crescimento .....	41
4.2.3	As variáveis de produção.....	44
<b>4.3</b>	<b>Experimento 02- Adubação borácica.....</b>	<b>51</b>
4.3.1	As variáveis de crescimento .....	51
4.3.2	As variáveis de produção.....	55

<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>71</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus Annuus* L.) é uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, boa produtividade, elevada qualidade e rendimento em óleo, o que faz com que a mesma seja integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel.

Em consequência, é uma cultura com potencial de utilização no semiárido nordestino, em projetos de inclusão social, como o Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas - CE. Para tanto, tais características só são alcançadas quando a cultura é manejada de forma correta, com práticas agrícolas fundamentadas.

Uma dessas práticas é a utilização de uma irrigação adequadamente dimensionada. Caso sub-dimensionada, o estresse causado pela falta de água reduz sensivelmente a produção vegetal, inviabilizando-a, por exemplo, em regiões de clima árido ou semi-árido, onde a falta de água é constante e limita a atividade agrícola. Já o excesso diminui a aeração, afeta a absorção de nutrientes, aumenta o aparecimento de doenças, além de possibilitar a lixiviação dos nutrientes.

Outra prática não menos importante é o emprego de coberturas do solo, como palha de arroz, bagana de carnaúba, raspa de madeira, etc. As coberturas trazem reconhecidos benefícios aos sistemas de produção, tais como: diminuição da lixiviação e do surgimento de plantas invasoras; regulação da temperatura do solo; aumento da matéria orgânica do solo; modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Além disso, a otimização da interação entre lâminas de irrigação e coberturas do solo pode possibilitar economia de água, o que é muito significativo para as regiões semiáridas, onde ocorrem baixas precipitações e elevadas temperaturas. Dentre as grandes vantagens dessa interação, tem-se o aumento da retenção da umidade do solo e a redução da evapo(transpi)ração, devido a maior reflexão da radiação solar.

Outra prática no manejo da cultura do girassol é a adubação com boro, que é fundamental devido a relevante importância deste nutriente no seu metabolismo da planta. A deficiência de boro causa consideráveis alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas tanto na planta como principalmente no capítulo (inflorescência). Na planta, as folhas são os órgãos mais afetados, pois as mesmas têm o seu crescimento reduzido e ficam deformadas e necrosadas. No capítulo os sintomas já se caracterizam desde a floração, o que determina a redução de tamanho e deformações em vários níveis.

Tamanha é a importância desse micronutriente para a planta que o Governo do Estado do Ceará distribuiu boro no programa do biodiesel para o desenvolvimento da agricultura familiar, entretanto, as doses de boro atualmente aplicadas podem não fornecer a concentração adequada na solução do solo para o ótimo desenvolvimento das plantas, principalmente nos solos mais arenosos, como no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas.

Diante disso, torna-se justificável a preocupação com a falta de informações referentes a esses tipos de práticas. Por consequência, este trabalho teve como objetivos avaliar a interação entre lâminas de irrigação e coberturas do solo, e adubação borácica na cultura do girassol.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais da cultura do girassol

Como a maioria das origens das mais variadas culturas, o girassol também teve várias versões sobre o seu surgimento. Podemos hoje afirmar com certeza que é originário do sudoeste dos Estados Unidos e do México (ROSSI, 1998). Estudos arqueológicos, de vários locais nos Estados Unidos, comprovam seu uso entre as tribos indígenas, existindo referências de seu cultivo no Arizona e no Novo México (CAVASIN, 2001).

Segundo Rossi (1998), o girassol parece ter sido introduzido na Europa em finais de século XVI. Entrando pela Península Ibérica, rapidamente espalhou-se para a França, Itália e países do Leste europeu. Na América do Sul, o girassol foi introduzido na Argentina, em meados do século XIX, por imigrantes judeus russos. No Brasil, presume-se que o cultivo tenha iniciado na época da colonização da região Sul (PELEGRINI, 1985).

O girassol é uma dicotiledônea anual, ordem Asteraceae, maior família das Angiospermas, sub-família Asteroideae e tribo Heliantheae (JOLY, 1993). É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. Um pouco de espécies são de ocorrência bastante rara, outras são elementos comuns da vegetação natural e algumas são quase plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem. Mas muitas espécies já foram domesticadas entre elas a *H. annuus* L., o girassol comum, bastante cultivado, dentre muitos motivos, devido ao óleo e à proteína dos grãos (UNGARO, 2000).

É uma planta que possui um sistema radicular pivotante com um grande número de raízes secundárias, onde para Merrien (1992), 80 a 90 % das raízes se encontram nos primeiros 10 cm do solo. O seu caule é herbáceo, de crescimento vigoroso, principalmente a partir dos 30 dias após emergência, com interior aquoso e esponjoso, tornando-se oco e quebradiço na maturação. Suas folhas são codiformes, pecioladas e com grande número de tricomas, principalmente na base abaxial. Sua inflorescência é conhecida como capítulo que produz um pseudofruto seco, conhecido como aquênio.

O girassol é uma das culturas com potencial de utilização no Brasil em projetos de inclusão social, como integrante de sistemas de produção de grãos e biodiesel nos sistemas de rotação de culturas. Para Rossi (1998), a finalidade da produção do girassol é a elaboração de

óleo comestível e o aproveitamento dos subprodutos da extração, tais como tortas, ‘‘expeller’’ e/ou farinhas para rações balanceadas para alimentação animal. Mais de 90% da produção mundial de girassol destina-se à elaboração de óleo comestível, e a maior parte dos 10% restantes, para a alimentação de animais (pássaros) e consumo humano direto.

O girassol é uma cultura que se adapta a diferentes condições edafoclimáticas, sendo capaz de se desenvolver bem em solos com fertilidade média; no entanto, altas produções só são obtidas em solos corrigidos quanto à acidez, férteis ou com boa fertilização suplementar (UNGARO, 2000), com isso consegue extrair grandes quantidades de nutrientes da solução do solo.

A faixa de temperatura entre 10 e 34 °C é tolerada pelo girassol sem redução significativa da produção, indicando adaptação a regiões com dias quentes e noites frias. Adapta-se bem a temperaturas entre 12 e 30 °C, com temperaturas ótimas para o crescimento entre 27 e 28 °C e temperatura base em torno de 4 °C (CARTER, 1978; UNGER, 1990). Temperaturas altas prejudicam o desenvolvimento da planta, principalmente em condições de baixa disponibilidade hídrica.

A temperatura e o estresse hídrico são considerados como os fatores de maior influência no desenvolvimento e no rendimento da cultura (GOYNE et al., 1978; ROBINSON, 1978; RAWSON & HIDMARSH, 1982). A temperatura e a radiação tornam-se os elementos de restrição à produtividade, na ausência de estresse hídrico (MONTEIHI, 1990; CHAPMAN et. al., 1993). Além disso, sabe-se que o excesso de chuvas e dias nublados durante o florescimento pode acarretar considerável quebra de produção (UNGARO, 1986).

No início do desenvolvimento vegetativo, até os 30 dias após a emergência, o girassol apresenta pequena absorção de nutrientes (UNGER, 1990). A partir desse momento até o seu florescimento pleno, há um aumento acentuado da absorção dos nutrientes que é justamente o período que desempenha importância substancial na definição do potencial produtivo das plantas (HOOKING & STEER, 1983). Assim que ocorre a formação do capítulo e o aumento da massa vegetal se inicia, ocorre uma intensa migração dos nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) da parte vegetativa para a parte reprodutiva da planta (ROSSI, 1998).

O óleo do girassol tem seu uso generalizado na alimentação humana, incorporado em margarinas, ou como óleo de cozinha, já é usado em tintas e vernizes e pode também ser usado como combustível para tratores e outras veículos (SILVA, 1987 apud SILVA et al, 2007). A forma de obtenção desse óleo é extremamente simples, feita a partir da prensagem

mecânica, filtragem e decantação. Além disso, é um óleo orgânico, sem nenhum aditivo químico ou agrotóxico (YOKOMIZO,2003).

## **2.2 O manejo da irrigação do girassol**

Dentre os vários métodos existentes para o manejo da irrigação, o do tanque Classe “A” tem sido amplamente utilizado em todo o mundo, devido, principalmente, ao seu custo relativamente baixo, à possibilidade de instalação próximo da cultura a ser irrigada e à sua facilidade de operação, aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa hídrica das culturas (SANTOS et al., 2004). Para Silva et al. (1998), o manejo da água baseado em medida de evaporação, utilizando o Tanque Classe “A”, pode ser adotado pelo produtor sem grandes dificuldades, pois o instrumental requerido é relativamente simples.

O sistema de irrigação por gotejamento se caracteriza pela aplicação de água na forma de gotas, diretamente sobre a superfície do solo, permitindo fornecer água em pequenas quantidades, próximo às raízes das plantas, não molhando as entrelinhas. Por isso o consumo de água é reduzido quando comparado a outros sistemas de irrigação (FONTES, 2002).

Segundo Castro e Farias (2005), a necessidade de água para o girassol aumenta com o desenvolvimento da planta, iniciando com 0,5 a 0,7 mm dia<sup>-1</sup> durante a fase da semeadura à emergência, até o máximo de 6,0 a 8,0 mm dia<sup>-1</sup> na floração e no enchimento de grãos, decrescendo, após esse período, até a maturação fisiológica. Os mesmos autores consideram que 400 a 500 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo da cultura do girassol resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo e que, apesar de ser considerada tolerante à seca, em situações de limitada disponibilidade de água, a produção de grãos pode ser afetada drasticamente.

O período do florescimento é o mais sensível ao déficit de água, o qual pode causar consideráveis decréscimos no rendimento. A formação das sementes é o próximo período mais sensível ao déficit de água, causando reduções severas tanto no rendimento das sementes quanto no teor de óleo (ANDRADE, 2000).

Da mesma forma, Erdem e Delibas (2003) consideram que o florescimento é a fase mais sensível ao déficit hídrico, e que em caso de provisão limitada de água, a irrigação deve ser programada priorizando este período. Singh e Singh (2000) encontraram que, além

do estágio de florescimento, o estresse hídrico durante o enchimento de grãos também afeta a produção, dados estes concordantes com os obtidos por Asri et al. (2000).

A água é crítica para a formação do óleo no período entre a formação das flores nos capítulos e o amadurecimento dos aquênios. A falta de água neste intervalo acarreta a diminuição no conteúdo de óleo dos aquênios. Castro (1999) destaca a sensibilidade máxima do girassol à seca 20 dias antes e 20 dias após a floração, época em que o déficit hídrico diminui consideravelmente a produção de aquênios e o conteúdo de óleo. A pior influência da seca sobre o conteúdo de óleo ocorre nos primeiros 10 dias após o secamento das flores liguladas, sendo portanto essa fase a mais crítica para a quantidade e qualidade da produção de girassol.

Alguns experimentos, conduzidos fora do Brasil, têm mostrado o efeito da irrigação suplementar nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta sobre caracteres ligados à produção de grãos e de óleo. Flagella et al. (2000) mostraram a importância da suplementação hídrica para a germinação e no florescimento, com conseqüente aumento no diâmetro de capítulo, número e peso de sementes, diminuição da superfície estéril do capítulo e no teor de ácido linoléico.

Para Castro (1999) uma adequada disponibilidade de água durante o período da germinação à emergência é necessária para a obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas

Silva (2009), avaliando duas cultivares de girassol, CATISSOL e EMBRAPA 122 - V2000, em função de seis níveis de irrigação, correspondentes a 25; 50; 75; 100; 125 e 150 % da ECA no município de Pentecoste, observou que a massa de 1000 aquênios, o potencial de produção de aquênios, o teor de óleo dos aquênios, o potencial de produção de óleo, a eficiência do uso da água na produção de aquênios e de óleo das cultivares foram influenciadas significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação.

Silva (2005), avaliando o efeito de quatro níveis de irrigação, 0; 75; 100 e 130 % da evapotranspiração da cultura, combinado com doses de boro e duas cultivares, observou que a altura das plantas, produtividade de grãos e de óleo do girassol aumentaram com o aumento das lâminas de irrigação e que o quebramento de plantas, o diâmetro e a porcentagem da área fecundada dos capítulos e a eficiência do uso da água em produzir grãos e óleo diminuiram com o aumento das lâminas de irrigação.

Nobre et al. (2010), trabalhando com girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos, observou que a reposição da necessidade hídrica com água residuária favoreceu as variáveis: altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, diâmetro de capítulo

externo e interno, fitomassa fresca de capítulo, número de aquênios por capítulo e fitomassa de aquênios por planta, cujos maiores incrementos foram observados com reposição de 120%.

Bessa (2010), trabalhando sob as condições edafoclimáticas do Vale do Curu, no Município de Pentecoste, CE com a cultura do girassol cultivar CATISSOL 01, em função de cinco níveis de irrigação, 50; 75; 100; 125; 150 % da ECA, observou que a massa média de aquênios por capítulo e a produtividade foram influenciadas significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação apresentando as mesmas, um comportamento linear.

### **2.3 Coberturas do solo**

Entende-se por coberturas do solo, a prática agrícola de colocação de diferentes materiais orgânicos e/ou inorgânicos sobre o solo. Os materiais orgânicos mais utilizados são restos vegetais, incluindo os utilizados como adubos verdes; restos de culturas comerciais; produto de capineiras e outros resíduos orgânicos. Os materiais inorgânicos utilizados mais comuns são lonas plásticas fabricadas para este fim e resíduos industriais diversos.

A colocação da cobertura morta sobre o solo favorece a manutenção de água, com conseqüente redução da evaporação, principalmente nas zonas de precipitação pouco abundante ou mal distribuída. Isso se dá principalmente pelo fato de que a evaporação é, em geral, mais facilmente manejada em agroecossistemas do que a transpiração de uma planta cultivada (GLIESSMAN, 2005).

Esta prática agrícola permite alterações do regime térmico do solo, conservação da umidade e diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação, melhorando as suas características físicas (CORRÊA, 2002; MIRANDA et al., 2004; RAMAKRISHNA et al., 2006), contribuindo no controle do processo erosivo (AMABILE et al., 2001; SMOLIKOWSKI et al., 2001), manutenção ou acúmulo nos teores de matéria orgânica e de nutrientes do solo (FIALHO et al., 1991; BIEDERBECK et al., 1998; CADAVID et al., 1998; ALCÂNTERA et al., 2000; PRIMAVERSI, 2002; GLIESSMAN, 2005), bem como no controle de plantas infestantes, as quais prejudicam a cultura mediante o estabelecimento de competição por luz solar, água e nutrientes, podendo, dificultar a colheita e comprometer a qualidade da produção (STAL e DUSKY, 2003).

A temperatura é um parâmetro de grande importância para o desenvolvimento de uma planta. Nesse intuito, a cobertura morta diminui a amplitude térmica do solo, mantendo-a

dentro dos limites fisiológicos razoáveis. Vidal e Bauman (1996), estudando o efeito de níveis de palha-de-trigo no microclima do solo sob plantio direto, concluíram, entre outras coisas, que o incremento nos níveis de palha-de-trigo reduziu a temperatura máxima e teve pouco efeito na temperatura mínima do solo.

Stamets & Chilton (1983) afirmam que essa camada morta sobre o solo protege o mesmo contra a perda de água, favorece a criação de um micro-clima úmido, serve de reservatório de água e facilita o desenvolvimento de microorganismos benéficos a frutificação.

Além dos efeitos marcantes sobre as características físicas e químicas, o uso da cobertura morta tem influência sobre a biologia do solo (ERENSTEIN, 2002), sendo esse efeito bastante positivo na supressão de patógenos (ALTIERI, 2002). Silva (1995) enfatiza a necessidade da adoção de práticas que contribuam para a manutenção da matéria orgânica no solo, devido à importância que assume sobre a dinâmica da ciclagem de nutrientes.

A cobertura do solo com restos de cultura é uma das mais eficientes práticas de controle da erosão, inclusive a eólica. Ela protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, evitando a desagregação das partículas (primeiro estágio da erosão) e diminuindo o escoamento superficial, mitigando o transporte das partículas desagregadas (segundo estágio da erosão). No caso da erosão eólica, a cobertura morta protege o solo contra a ação direta dos ventos, impedindo o transporte das partículas.

## **2.4 O boro na cultura do girassol**

O boro (B) ocorre sob cinco formas no solo: minerais primários como turmalina e micas ricas em B; minerais secundários, principalmente dentro da estrutura das argilas; adsorvido às argilas, na superfície de hidróxidos e na matéria orgânica; em solução como ácido bórico e como borato; bem como na matéria orgânica e biomassa microbiana (SHORROCKS, 1997). Goldberg (1997) considera a química do B muito simples, pois não sofre reações de redução-oxidação ou de volatilização no solo.

O boro é essencial para a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico, metabolismo fenólico e protéico, integridade e funcionamento das membranas celulares. Desempenha também, importante papel na migração e metabolismo de carboidratos, facilitando o transporte dos açúcares através das membranas, na forma do



complexo açúcar-borato (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997).

A absorção de B pelas raízes ocorre, principalmente, na forma de ácido bórico; A sua disponibilidade no solo e seu aproveitamento pelas plantas é influenciado por diferentes fatores tais como textura do solo, pH, condutividade elétrica, calagem, matéria orgânica e umidade do solo (CASTRO, 1999).

Entre os fatores ambientais não edáficos, a taxa de transpiração é a que mais influencia a absorção de boro. O aumento da transpiração promove o aumento na absorção de boro, que é influenciada pela umidade relativa, temperatura e intensidade luminosa (HU; BROWN, 1997).

A distribuição de B nas plantas ocorre pelo xilema que é, predominantemente, transportado via fluxo de transpiração, sendo afetada, principalmente, pelas temperatura e intensidade luminosa, pelo conteúdo de água no solo e pela umidade relativa (ASAD;BLAMEY; EDWARDS, 2001; SHELP; BROWN, 1995).

O B é considerado imóvel no floema, exceto para as espécies que produzem quantidades significativas de polióis, como sorbitol, manitol e dulcitol, como ocorre em membros das famílias Rosaceae, Rubiaceae e Celastraceae (HU; BROWN., 1997). Nestes casos, o B não é retranslocável para as partes mais jovens da planta, locais onde normalmente aparecem os sintomas de deficiência deste nutriente.

A necessidade de adubação com boro e o manejo desta prática requer a identificação da deficiência, mediante emprego de análises que considerem além do teor disponível, o tipo de solo e outras propriedades ambientais bem como a da frequência de ocorrência dos sintomas de deficiência (DÍAZ-ZORITA, 1998). Para Lopes e Souza (2001), a combinação adequada para se atingir bases sólidas de diagnose e de recomendação de micronutrientes, seria a utilização de dados de experimentos de calibração de métodos de análise de solo e de planta e a variação das doses a serem aplicadas em função dos tetos de produtividade e de exportação para diversas culturas.

Uma vez estabelecida à necessidade de aplicação de micronutrientes, é necessário determinar o método de aplicação recomendável para cada caso. Esse é um problema dos mais complexos, pois a eficiência dos métodos de aplicação está intimamente relacionada com vários fatores, com destaque para fontes, tipo do solo, pH, solubilidade, efeito residual, mobilidade do nutriente e cultura (LOPES; SOUZA, 2001). A deficiência de boro pode ser evitada ou corrigida tanto por aplicação via solo como por via foliar (DÍAZ-ZORITA, 2001; SHORROCKS, 1997; UNGARO, 2000; CASTRO et al., 1996; CALLE MANZANO, 1985).

A deficiência de B causa, principalmente, alterações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas, sendo, entretanto, difícil distinguir entre os efeitos primários e secundários. O crescimento das raízes é rapidamente inibido, sugerindo que esse elemento pode ser requerido para a manutenção da divisão e alongamento celular, ou ambos os processos (SHORROCKS, 1997).

Os sintomas da deficiência consistem de manchas foliares no começo da floração e algumas vezes, também antes, na pré-floração. As folhas passam a apresentar manchas necróticas, sendo também afetados os tecidos internos da parte superior do caule, prejudicando o desenvolvimento do capítulo em floração. Nesse ponto, o caule fica quebradiço, provocando a queda do capítulo. Segundo Marschner (1995), os sintomas de deficiência de boro nas regiões apicais ocorrem principalmente nos tecidos meristemáticos (brotos), enquanto que sintomas de toxidez ocorrem primeiramente nas margens de folhas maduras.

O girassol é uma planta muito responsiva à aplicação de boro (SHORROCKS, 1997) e, freqüentemente, produz menos que 800 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, podendo atingir de 2.000 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com a adição desse nutriente (BIRCH *et al.*, 1981). Outros autores citam que esta espécie é bastante exigente nesse elemento, cujos níveis e quantidades ótimas são relativamente mais altas do que para outras espécies (GUPTA, 1993; MARSCHNER, 1995).

Na cultura do girassol, Calle Manzano (1985) cita perdas entre 15 e 40% na produção de sementes ocasionadas pela deficiência de B, por outro lado, Blamey e Chapman (1982) verificaram que a adubação com esse elemento proporcionou aumento da produção de sementes das cultivares SO 320 e PRN 40-S, em 49% e 113%, respectivamente.

Silva (2005), trabalhando com lâminas de irrigação versus doses de boro (1; 2 e 3 kg ha<sup>-1</sup>) e duas cultivares, H250 e H251, não observou diferença significativa em nenhum dos componentes de crescimento (altura de plantas, diâmetros de caule e de capítulos), componentes de produção (produtividade de grãos e de óleo, teor de óleo dos aquênios e peso de 1000 aquênios) para as doses de boro analisadas.

Caletti e Vázquez-Amábile (2002), trabalhando com três híbridos de girassol em solos da Argentina, sob dose de boro (0,21; 0,6 e 3,2 kg B ha<sup>-1</sup>) e teor inicial no solo de 0,8 a 1 mg dm<sup>-3</sup>, obtiveram produções variando entre 2003 e 2539 kg ha<sup>-1</sup>.

Bonancin (2002), analisando cinco doses de boro (0; 1; 2; 3 e 4 kg ha<sup>-1</sup>), não constatou efeito significativo nas características das sementes avaliadas aos 49 dias após o florescimento pleno da cultura. Essa não diferenciação foi atribuído ao teor inicial de boro no

solo ( $0,22 \text{ mg dm}^{-3}$ ) além de ser considerado médio, deve ter sido suficiente para o crescimento e desenvolvimento das sementes de girassol.

Oyinlola (2007), trabalhando no Norte da Nigéria, com três cultivares de girassol, Record, Isaanka e Funtua sob diferentes doses de boro (0; 4; 8 e  $12 \text{ kg ha}^{-1} \text{ B}$ ), observou que o girassol respondeu a doses ótimas de boro, mas na alta dose ( $12 \text{ kg ha}^{-1} \text{ B}$ ) houve uma queda acentuada nos parâmetros definidos, onde a dose ideal de B para o girassol nas três cultivares estavam entre  $5,60\text{-}8,40 \text{ kg ha}^{-1} \text{ B}$ .

Júnior; Fraga; Neto (2008), avaliando em casa de vegetação a cultura do girassol plantadas em vasos, submetendo-as a interação de doses de boro (0;  $0,5$  e  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ ) e zinco (0; 2; 4 e  $8 \text{ mg kg}^{-1}$ ), encontram significância apenas para as doses de boro, nos valores de altura de plantas, número de folhas e diâmetro do capítulo. As maiores medias foram observadas quando a dose de boro foi de  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , já para o diâmetro do caule as maiores medias foram obtidas quando a dose de boro foi de  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Santos et al. (2010), interagindo cinco doses de fósforo (0; 40; 80; 120 e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de P) e duas doses de boro (0 e  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de B) na produção de grãos e óleo no girassol, observou que o fator boro isoladamente não causou efeito significativo na produção de grãos, teor de óleo, peso de 1000 aquênios e o rendimento de óleo por área.

Castro et al. (2006), avaliando quatro doses de B: 0;  $0,25$ ;  $0,5$  e  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , aplicado na forma de ácido bórico a partir do florescimento e estresse hídrico a partir do enchimento de aquênios, verificou que independentemente da fase de aplicação ou não de estresse hídrico, a dose  $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$  de B acarretou na maior produção de matéria seca total, produção de aquênios e rendimento de óleo por capítulo.

Foloni et al. (2010), avaliando quatro doses de bórax (0; 1; 2 e  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de B) aplicadas no solo e quatro doses de ácido bórico (0;  $0,5$ ; 1 e  $2 \text{ kg ha}^{-1}$  de B na calda de pulverização) aplicadas via foliar na cultura do girassol, verificou aumento no tamanho dos grãos de girassol com aumento da adubação boratada foliar, quando não se aplicou B no solo ou com somente  $1 \text{ kg ha}^{-1}$  de B no sulco de semeadura. Em contrapartida, quando se adicionou as doses de 2 e  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de B na semeadura da cultura, altas doses de B pulverizadas nas folhas comprometeram a formação de grãos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 A caracterização edafoclimática da área

Os trabalhos experimentais foram conduzidos no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas, situado no Vale Baixo do Jaguaribe (05°37'20" S; 38°07'08" O; 81,50m).

A área total utilizada foi de 340 m<sup>2</sup>, dividida em dois experimentos. No experimento 01, área consistiu de 240 m<sup>2</sup> (10 x 24m); no experimento 02, a área foi de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10m). Um maior detalhamento dos tratamentos encontra-se no item 3.4.

O clima, segundo a classificação de Koopen, pode ser classificado como Bsw'h', semiárido e muito quente. As condições climáticas são caracterizadas por médias anuais de umidade relativa do ar de 60%; precipitação pluvial de 720 mm e temperatura de 27 °C, sendo o trimestre março-maio o período mais chuvoso e o período julho-dezembro o mais seco. A insolação média anual atinge cerca de 2.900 horas ano<sup>-1</sup>, sendo fevereiro o mês menos ensolarado e agosto o com maior número de horas de sol dia<sup>-1</sup>. A evaporação média anual, medida no Tanque Classe A é da ordem de 2.900 mm.

O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 1999), de textura franco arenosa. Suas características físico-hídricas estão expressas na Tabela 1 e suas características químicas estão descritas na Tabela 2.

Tabela 1 - Características físico-hídricas do solo nas profundidades de 0 – 20 cm, no Perímetro irrigado Tabuleiros de Russas, CE, 2010.

Características físico-hídricas		Profundidade (cm)
		0 – 20
Areia grossa (kg kg <sup>-1</sup> )		0,75
Areia fina (kg kg <sup>-1</sup> )		0,15
Areia total (kg kg <sup>-1</sup> )		0,9
Silte (kg kg <sup>-1</sup> )		0,02
Argila (kg kg <sup>-1</sup> )		0,08
Umidade (kg kg <sup>-1</sup> )	0.01 Mpa	0,05
	1.5 Mpa	0,02
Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )	Aparente	1,24
	Real	2,56
Porosidade total (%)		51,64
Água disponível	(mm)	9,09
	(mm m <sup>-1</sup> )	45,43

Tabela 2 - Atributos químicos do solo nas profundidades de 0 – 20 cm no Perímetro irrigado Tabuleiros de Russas, CE, 2010.

Atributos Químicos	Unidade	Total
Cálcio	Cmolc dm <sup>-3</sup>	0,7
Magnésio	Cmolc dm <sup>-3</sup>	0,3
Sódio	mg dm <sup>-3</sup>	0
Potássio	mg dm <sup>-3</sup>	30,5
Hidrogênio + Alumínio	Cmolc dm <sup>-3</sup>	1,82
Alumínio	Cmolc dm <sup>-3</sup>	0
Soma de bases (S)	Cmolc dm <sup>-3</sup>	1,08
Capacidade de troca de cátions		2,89
Saturação de bases		37
Porcentagem de sódio trocável PST		0

### 3.2 A Cultura

A cultura utilizada foi o girassol (*Helianthus annuus* L.), variedade CATISSOL 01 (Figura 01), produzida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), caracterizada no ANEXO A.



Figura 1 – Girassol, variedade CATISSOL 01

### 3.3 A instalação e a condução da cultura.

O experimento teve início com o preparo do solo, dois meses antes do plantio, com a incorporação de  $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, a uma profundidade de 10 cm. Foram também realizadas uma aração e duas gradagens cruzadas (Figura 2(a)), 15 dias antes do plantio. Logo após, com um auxílio de um ciscador, retiraram-se os restos vegetais, para que a área experimental ficasse apta para a instalação do sistema de irrigação e o posterior plantio (Figura 2 (b)).

A semeadura foi realizada no dia 08 de outubro de 2010, caracterizando o dia 09 de outubro de 2010, como 1º dia após o plantio (DAP), colocando-se três sementes por cova, a uma profundidade de 3 cm, no espaçamento  $1,0 \times 0,2 \text{ m}$  (1,0m entre fileiras de plantas e 0,2m entre plantas na mesma linha). No dia 16 de outubro (7º DAP) verificou-se uma emergência de 89% das plântulas das covas. No 12º DAP fez-se a operação de replantio e realizou-se aos 18º DAP o desbaste, deixando-se uma planta por cova.

Durante o decorrer dos experimentos foram realizadas capinas manuais com o intuito de retirar plantas infestantes. Não foi necessário aplicar nenhum tipo de agrotóxico pois as plantas não apresentaram nenhuma ataque de pragas.



(a)



(b)

Figura 2 – Realização da aração e gradagens (a) e área experimental apta a instalação do sistema de irrigação e posterior plantio do girassol (b).

### 3.4 Os delineamentos experimentais

Foram realizados dois experimentos com a cultura do girassol, que se diferenciaram da seguinte maneira:

No experimento 01, o delineamento estatístico utilizado foi em blocos completos ao acaso no esquema de parcelas subdivididas, tendo cinco lâminas de irrigação (na parcela) versus quatro tipos de coberturas do solo (na subparcela) com 3 repetições, totalizando 60 unidades experimentais, tendo 6 plantas úteis para a coleta de dados (Figura 3).

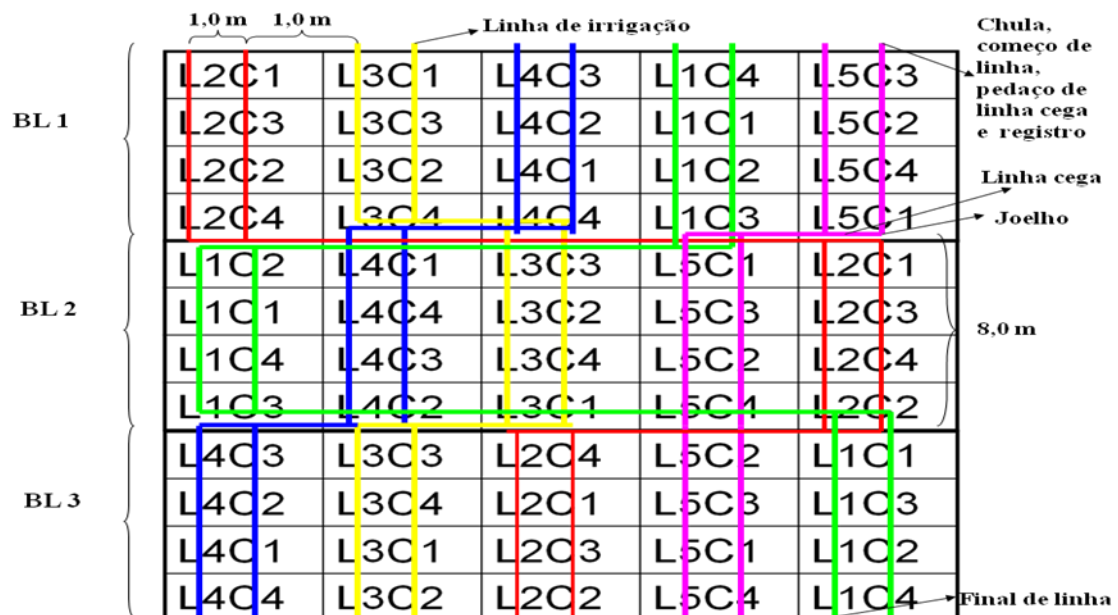


Figura 3 – Croqui do experimento 01.

As lâminas de irrigação correspondentes a 25; 50; 75; 100 e 125% da evaporação medida no Tanque Classe “A” e quatro tipos de coberturas do solo: Palhada de arroz; palhada de carnaúba; raspa de madeira e sem cobertura, como podemos visualizar na Figura 04 (a); (b); (c); (d).

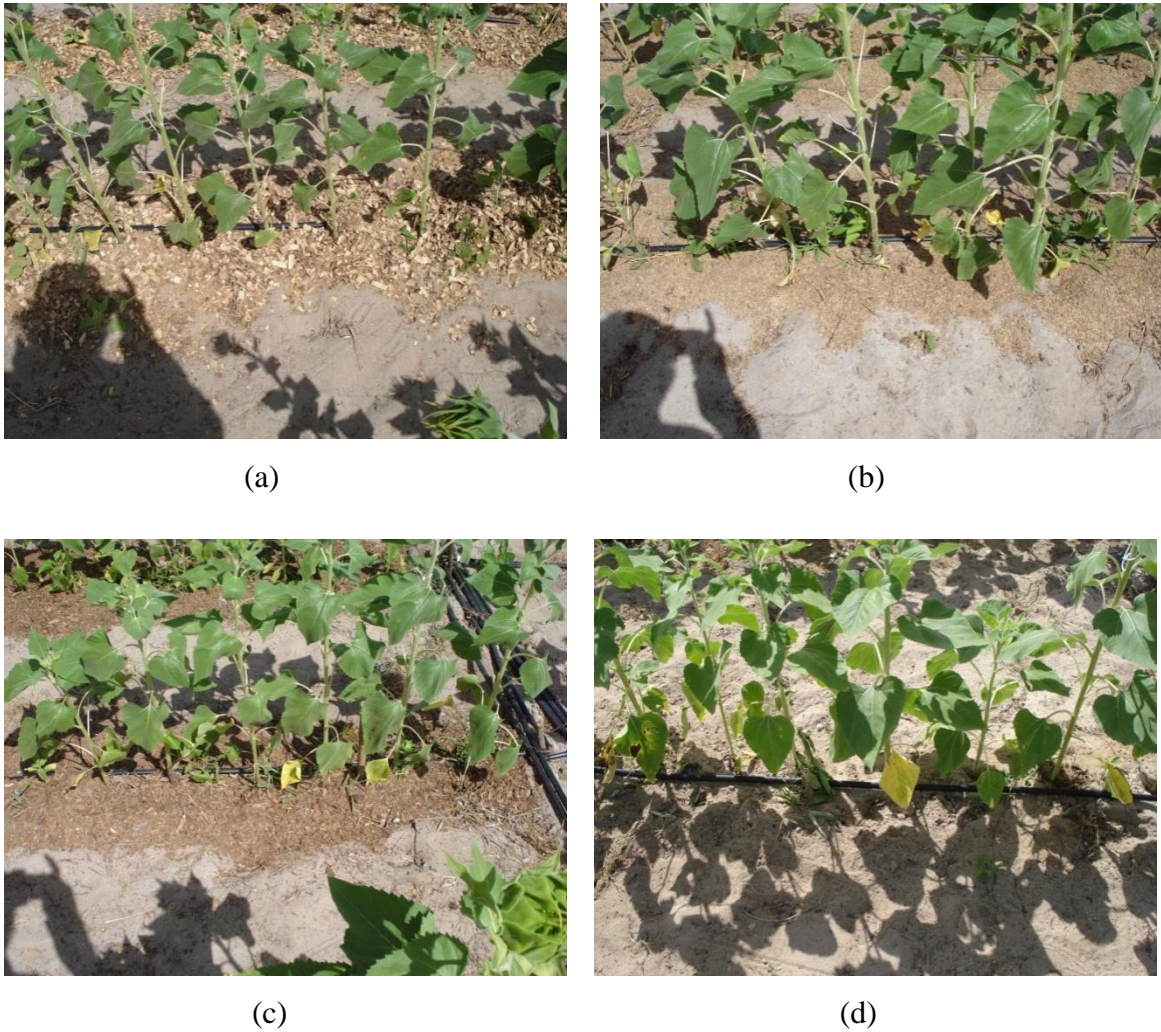


Figura 4 – Tipos de coberturas do solo: raspa de madeira (a); palhada de arroz (b); bagana (c) e sem cobertura sobre o solo (d).

Para a realização das análises estatísticas, a altura da planta e o diâmetro do caule foram avaliados em função da última coleta de dados (87 DAP). De posse dos dados, cada variável foi submetida à análise de variância (Anava). Posteriormente, os dados referentes às lâminas de irrigação (dados quantitativos), quando significativo a 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade pelo teste de Tukey, foram submetidos à análise de regressão, onde as equações que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Os dados referentes aos tipos de coberturas do solo (dados qualitativos), quando significativos pelo teste F, foram submetidos ao teste de médias pelo teste de Tukey ao nível de 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade pelo teste F



Com os dados da interação entre lâminas de irrigação e os tipos coberturas do solo, quando significativos, buscou-se a análise de regressão das lâminas de irrigação dentro das diferentes coberturas utilizadas sobre o solo para a variável analisada.

Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e utilizando-se o software “SAEG/UFV 9.0”.

No experimento 02 foi usado o delineamento estatístico em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais (Figura 5). Os tratamentos consistiram da aplicação de 1; 2; 3; 4 e 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro, de maneira convencional, sendo todo na fundação, com o manejo da irrigação realizado com base em 75% da evaporação medida no Tanque Classe “A”.

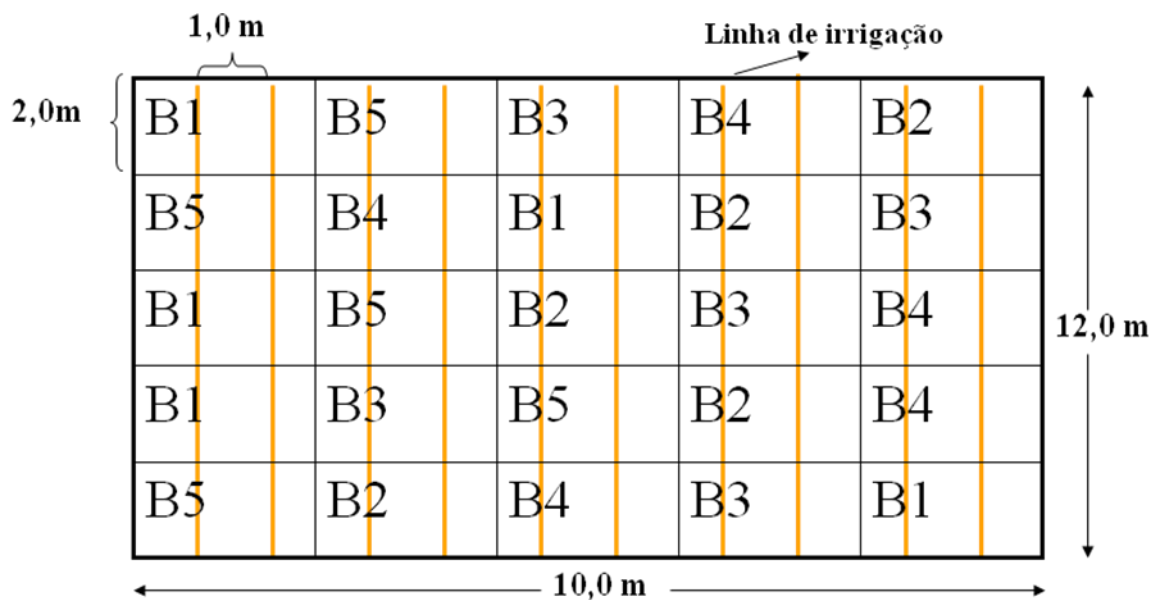


Figura 5 – Croqui do experimento 02.

Para a realização das análises estatísticas, as variáveis: altura da planta e diâmetro do caule foram analisados em função dos dias após o plantio. De posse dos dados, cada variável foi submetida à análise de variância (Anova). Posteriormente, os dados referentes às dosagens de boro (tratamentos quantitativos), quando significativo, foram submetidos à análise de regressão, onde as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% (\*\*) e 5% (\*) de probabilidade pelo teste F e no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Também, foram feitas

comparações de médias utilizando o teste de Tukey. Esses estudos foram realizados com o auxílio de planilhas do Excel e utilizando o software “SAEG/UFV 9.0”.

### 3.5 O manejo da adubação

O manejo da adubação para o experimento 01, realizado com base nas recomendações da análise do solo, se deu da seguinte maneira: 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 70 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, 50 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTEBR-12 e 1 kg ha<sup>-1</sup> de boro, aplicados em sua totalidade na fundação, exceto o nitrogênio que teve 1/3 da dosagem aplicada no dia do plantio e o restante aplicado aos 35 DAP. A fonte de nitrogênio utilizada foi o sulfato de amônio; para o fósforo, o super simples; para o potássio, o cloreto de potássio e para o boro, o FTEBR12 (1,8% de B) e ácido bórico (17% de B).

Para o experimento 02, no qual avaliou diferentes doses de boro, o manejo da adubação, foi semelhante ao do experimento 01, aplicado do mesmo modo, ou seja, 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 70 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, 50 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, 50 kg ha<sup>-1</sup> de FTEBR-12, diferenciando-se apenas as doses de boro, ou seja, 1; 2; 3; 4 e 5 kg ha<sup>-1</sup> de boro.

Os adubos foram aplicados ao lado da linha de plantio a uma profundidade de 10 cm de forma a disponibilizar de maneira mais fácil os nutrientes a planta (Figura 6). Toda a adubação tanto no plantio como na cobertura foram aplicadas de forma convencional.



Figura 6 – Aplicação e disposição dos adubos ao lado da linha de irrigação.

### 3.6 O manejo da irrigação

Os experimentos foram irrigados através de um sistema de irrigação localizada, do tipo gotejamento, com uma linha de irrigação por fileira de plantas, tendo um emissor por planta, espaçados entre si de 0,2 m e de 1,0 m entre linhas de plantio, com vazão por emissor de 1,6 L h<sup>-1</sup> a uma pressão de serviço de 0,9 kgf cm<sup>-2</sup>.

No experimento 01, a irrigação foi aplicada diariamente e quantificada a partir da evaporação medida no Tanque Classe “A”. O tempo de irrigação foi calculado a partir da equação 01.

$$T_i = \frac{f * ECA * E_L * E_g * F_C}{E_i * q_g} \quad (01)$$

em que:  $T_i$  é o tempo de irrigação, em h;  $f$  é o fator de ajuste, sendo 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 (variável em conformidade com os tratamentos);  $ECA$  é a evaporação medida no tanque classe “A”, em mm dia<sup>-1</sup>;  $E_L$ , é o espaçamento entre linhas de irrigação, 1,0 m;  $E_G$  é o espaçamento entre gotejadores, 0,2 m;  $F_C$ , é o fator de cobertura do solo, adimensional (0,4 até 30 DAP e 0,7 de 31 até 87 DAP);  $E_i$ , é a eficiência de irrigação, 0,90;  $q_g$ , é a vazão do gotejador, 1,6 L h<sup>-1</sup>.

No experimento 02, a irrigação foi diária e o tempo de aplicação foi calculado de modo semelhante ao do experimento 01, sendo que o fator de ajuste utilizado para todos os tratamentos foi de 0,75.

Entretanto, até o 35° DAP, para manter o estande o mais próximo do homogêneo, todos os tratamentos dos dois experimentos receberam as mesmas lâminas de irrigação, correspondentes a 75% evaporação do Tanque Classe “A”, que foi instalado ao lado da área experimental, juntamente com um pluviômetro (Figura 7).



Figura 7 – Instrumentos utilizados para a quantificação da lâmina aplicada.

Para o acompanhamento do potencial mátrico do solo utilizaram-se 4 tensiômetros de punção em cada tipo de cobertura do solo, totalizando 16 tensiômetros, instalados numa profundidade de 10 cm.

### **3.7 A colheita e o beneficiamento**

A colheita foi efetuada manualmente aos 88 dias após o plantio (88 DAP), utilizando-se de tesouras de poda, quando aproximadamente 80 % dos capítulos apresentavam coloração marrom-escura. Essa condição é uma boa recomendação de ponto de colheita, pois os aquênios apresentam um teor de umidade entre 14 e 16 % (BALLA et al., 1995).

Depois de colhidos, os capítulos foram ensacados e devidamente identificados, e separados por bloco, tratamento e repetição. Na seqüência, os capítulos colhidos foram colocados ao sol para auxiliar na secagem e quando secos, de forma manual, procedeu-se o beneficiamento, separando os aquênios do capítulo, para a quantificação das variáveis.

### **3.8 As variáveis analisadas.**

Avaliaram-se as características referentes ao desenvolvimento fenológico das plantas, de crescimento (altura de plantas e diâmetro de caule) e de produção (massa de 1000 aquênios, massa média dos aquênios por capítulo, produtividade potencial de aquênios, teor de óleo dos aquênios e produtividade potencial de óleo).

#### **3.8.1 O desenvolvimento fenológico**

Com base na análise visual diária, realizou-se a caracterização fenológicas das plantas de girassol, segundo a escala proposta por Schneiter e Miller (1981), apresentada no ANEXO B.

#### **3.8.2 A altura de planta**

A altura média das plantas ( $A_{PLT}$ ) foi determinada com base na medição de seis plantas amostrais por parcela. A altura da planta compreendeu a distância entre a superfície do solo e o ponto de inserção do capítulo, medida a cada 15 dias a partir do 40° DAP, num total de quatro avaliações.

#### **3.8.3 O diâmetro do caule**

O diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) foi mensurado por meio de paquímetro, em seis plantas por parcela, a 10 cm acima da superfície do solo. Do mesmo modo, as amostragens foram efetuadas a cada 15 dias a partir do 40° DAP, num total de quatro avaliações.

#### **3.8.4 A massa de 1000 aquênios**

A massa de 1000 aquênios (M1000A) foi determinada de acordo com as orientações prescritas nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 1992). Inicialmente, os aquênios foram retirados dos capítulos dentro de cada tratamento. Em seguida, de forma aleatória, separavam-se 1000 aquênios. Posteriormente, pesava-os em uma balança, com precisão de quatro casas decimais, sendo o valor expresso em gramas.

#### **3.8.5 A massa média dos aquênios por capítulo**

A massa média dos aquênios por capítulo (MMC) foi determinada a partir da pesagem, em balança de precisão, correspondendo a média da massa dos aquênios dos seis capítulos de cada parcela coletada.

#### **3.8.6 A produtividade potencial de aquênios**

A estimativa da produtividade potencial de aquênios (PROD) em  $\text{kg ha}^{-1}$  foi realizada por meio do produto entre a massa média dos aquênios por capítulo pelo estande de colheita composto por  $50.000 \text{ plantas ha}^{-1}$ , conforme o espaçamento adotado na cultura neste experimento.

#### **3.8.7 O teor de óleo dos aquênios**

Para cada tratamento com lâmina de irrigação foram tomadas quatro amostras de aquênios, as quais foram identificadas e acondicionadas em sacos de papel, e em seguida encaminhadas ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), onde

se procedeu à determinação do teor de óleo diretamente por solvente utilizando-se um sistema para determinação de gordura (Modelo TE-044-5/50).

Para a realização da extração do óleo, os aquênios foram macerados, objetivando aumentar a superfície de contato dos mesmos com o solvente. Utilizou-se aproximadamente 5 g de aquênios macerados para cada amostra, que foram posteriormente acondicionados em papel de filtro.

A extração de óleo foi realizada com o auxílio de solvente, adicionando-se 125 ml de Hexano no recipiente reboiler, volume suficiente para cobrir totalmente a amostra macerada e acondicionada em papel de filtro. Em seguida, as amostras foram colocadas para refluxar no determinador de gordura, ou seja, o hexano foi titulado dentro da amostra, evaporado e condensado, para continuar a titulação e o refluxo, por um período de aproximadamente seis horas.

A temperatura inicial utilizada no controlador de temperatura do sistema foi de 130 °C, permanecendo durante as primeiras 5 horas de funcionamento do refluxo, sendo essa temperatura responsável pela evaporação do hexano. Posteriormente, a temperatura do controlador foi aumentada para 160 °C e o refluxo cessado. Nesse momento, começa a ocorrer a separação do hexano e do óleo. Já a temperatura do banho-termostatizado foi fixada em 10 °C para fazer com que a serpentina que se encontrava dentro do tubo recuperador de hexano, fosse a responsável pela condensação do hexano evaporado durante o funcionamento do sistema.

Ao término do período de extração, o restante do solvente que ainda se encontrava na amostra foi separado do óleo por meio de uma estufa funcionando a aproximadamente 60 °C por 30 minutos. Em seguida, as amostras foram retiradas da estufa e colocadas em um desumidificador, com o intuito das mesmas não adquirirem umidade.

A massa de óleo obtida foi pesada e comparada com a massa dos aquênios utilizada na extração, e em seguida os resultados foram calculados em porcentagem de base seca. Na Figura 8, estão os aparelhos usados para a realização dos procedimentos laboratoriais para a determinação do teor de óleo dos aquênios de girassol.

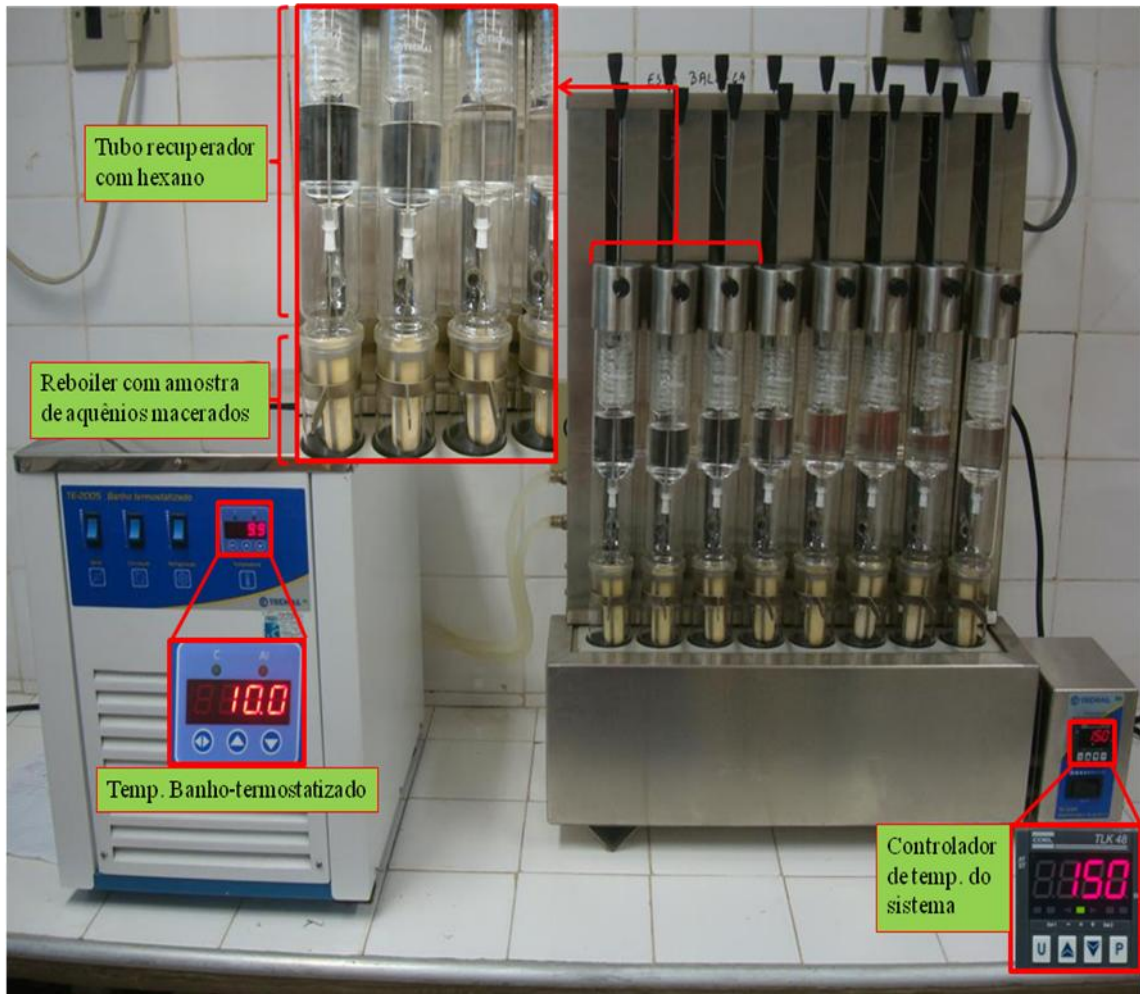


Figura 8 – Esquema do sistema utilizado para determinação do teor de óleo dos aquênios.

### 3.8.8 A produtividade potencial de óleo

A estimativa da produtividade potencial de óleo (PPO, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi realizada por meio do produto entre o teor de óleo em porcentagem de cada tratamento e a produção dos tratamentos em  $\text{kg ha}^{-1}$ .



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 O desenvolvimento fenológico, condições climáticas e lâminas de irrigação

Apresenta-se na Tabela 3, a caracterização e a duração dos diferentes períodos fenológicos da cultura e as condições climáticas no período experimental.

Observa-se que o ciclo fenológico da cultura foi de 87 dias, tendo sido: 7 dias da semeadura a emergência (S - V<sub>e</sub>); 28 da emergência a formação do botão floral (V<sub>e</sub> - R<sub>3</sub>); 6 do botão floral ao início da antese (R<sub>3</sub> - R<sub>5,1</sub>); 7 do início até a metade da antese (R<sub>5,1</sub> - R<sub>5,5</sub>); 11 da metade até a antese completa (R<sub>5,5</sub> - R<sub>6</sub>); e 28 dias para a conclusão da maturação dos grãos (R<sub>6</sub> - R<sub>9</sub>).

Tabela 3 – Diferentes períodos fenológicos e valores de precipitação (P), evaporação medida no Tanque Classe “A” (ECA), temperatura do ar (T<sub>ar</sub>), umidade relativa (UR) e da velocidade do vento (V<sub>vento</sub>), durante o período experimental no Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas, CE, 2010.

Período Fenológico <sup>1</sup>	Dias	P	ECA	T <sub>ar</sub>	UR	V <sub>vento</sub>
		(mm)	(mm)	(°C)	(%)	(m s <sup>-1</sup> )
S - V <sub>e</sub>	7	0	56,0	26,18	67,74	2,90
V <sub>e</sub> - R <sub>3</sub>	28	0	214,6	27,11	63,81	3,34
R <sub>3</sub> - R <sub>5,1</sub>	6	0	54,3	27,12	65,73	3,64
R <sub>5,1</sub> - R <sub>5,5</sub>	7	0	64,2	27,29	60,46	3,70
R <sub>5,5</sub> - R <sub>6</sub>	11	0	91,6	27,86	62,65	4,00
R <sub>6</sub> - R <sub>9</sub>	28	25,0	219,0	27,61	65,99	3,17
Total	87	25,0	699,7	-	-	-
Média	-	-	8,04	27,20	64,40	3,46

<sup>1</sup>S=semeadura; V<sub>e</sub>=emergência; R<sub>3</sub>=botão floral formado; R<sub>5,1</sub>=início da antese; R<sub>5,5</sub>=metade da antese; R<sub>6</sub>=antese completa; R<sub>9</sub>=maturação.

Pode-se observar na Tabela 3, que o índice pluviométrico do período experimental (25,0 mm) foi bem inferior a evaporação medida no Tanque Classe “A”, 699,7 mm. A temperatura média foi de 27,2°C, a umidade relativa do ar 64,40% e a velocidade do vento 3,46 m s<sup>-1</sup>, com pouca variação ao longo do período.

Provavelmente, as elevadas temperaturas médias e a baixa umidade relativa do ar contribuíram para a redução do ciclo da cultura (87 dias), observando-se precocidade em comparação à quantificação realizada pela CATI (2009), em São Paulo, onde o ciclo desta cultivar variou de 115 a 130 dias. Para Castro e Farias (2005), as altas temperaturas prejudicam o desenvolvimento da planta, principalmente quando ocorre uma baixa disponibilidade hídrica.

Em seus estudos Acosta (2009), trabalhando com a cultivar CATISSOL 01 sob regime de irrigação nas condições climáticas da região da Chapada do Apodi – RN, verificou uma duração no ciclo de cultivo do girassol de 91 dias. Já Silva (2009), trabalhando em Pentecoste – CE, com duas cultivares de girassol, a CATISSOL 01 e a EMBRAPA 122 V-2000, verificou um ciclo para as duas cultivares de 105 dias, valores também inferiores a caracterização feita para a cultivar CATISSOL realizada pela CATI (2009). Já Silva (2005), trabalhando com as cultivares H250 e H251, em Lavras, MG, a uma temperatura média de 18,37 °C e umidade relativa do ar média de 77,1 %, observou que houve uma precocidade de uma das cultivares, no caso a H250.

As lâminas aplicadas em cada tratamento em função dos fatores de ajuste foram de 378,0; 485,2; 592,5; 699,7; 807,1 mm, conforme Tabela 4. Ressalta-se, que nos períodos fenológicos, da sementeira a emergência (S - V<sub>e</sub>) e da emergência até o botão floral formado (V<sub>e</sub> - R<sub>3</sub>) as lâminas aplicadas foram as mesmas para todos os tratamentos, 56,0 e 214,6 mm, respectivamente.

Tabela 4 – Diferentes períodos fenológicos e valores de lâminas aplicadas em função de cada fator de ajuste (0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25) durante o período experimental no Perímetro Irrigado tabuleiros de Russas, CE, 2010.

Período Fenológico <sup>1</sup>	Dias	Fator de ajuste				
		0,25	0,5	0,75	1,00	1,25
Lâmina aplicada (mm)						
S - V <sub>e</sub>	7	56,0	56,0	56,0	56,0	56,0
V <sub>e</sub> - R <sub>3</sub>	28	214,6	214,6	214,6	214,6	214,6
R <sub>3</sub> - R <sub>5,1</sub>	6	13,6	27,2	40,7	54,3	67,9
R <sub>5,1</sub> - R <sub>5,5</sub>	7	16,1	32,1	48,22	64,26	80,3
R <sub>5,5</sub> - R <sub>6</sub>	11	22,9	45,8	68,7	91,6	114,5
R <sub>6</sub> - R <sub>9</sub>	28	54,8	109,5	164,3	219	273,8
Total	87	378,0	485,2	592,5	699,7	807,1

<sup>1</sup>S=semeadura; V<sub>e</sub>=emergência; R<sub>3</sub>=botão floral formado; R<sub>5,1</sub>=início da antese; R<sub>5,5</sub>=metade da antese; R<sub>6</sub>=antese completa; R<sub>9</sub>=maturação.

## 4.2 Experimento 01 – Interação entre lâminas de irrigação e tipos de coberturas do solo

### 4.2.1 Potencial mátrico

Na Tabela 5 podem-se observar os valores do potencial mátrico (Pm) do solo obtidos para os tipos de coberturas do solo, no momento final da maturação dos capítulos (85 DAP), no tratamento 75% da ECA. As médias do potencial mátrico não diferiram estatisticamente entre si, pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

Entretanto, apesar de não diferirem estatisticamente, em termos absolutos, percebe-se que o tipo de cobertura que mais propiciou a retenção da umidade foi a casca de arroz, com leitura tensiométrica média de 39,18 kPa. O solo sem cobertura foi o que apresentou menor umidade, com média de potencial mátrico de 59,37 kPa.

Pode-se notar que os menores valores de potencial mátrico encontram-se acima do valor considerado como adequado para a cultura, entre 20 e 30 kPa. Entretanto, as medições foram realizadas no tratamento cujo fator de ajuste foi de 0,75.

Tabela 5 – Médias do potencial mátrico (Pm) na profundidade de 10 cm, às 9 h, para os tipos de coberturas analisadas aos 85 DAP.

Tipos de cobertura	Pm (kPa)
Casca de arroz	39,18a
Palhada de bagana	45,25a
Raspa de madeira	49,82a
Sem cobertura	59,37a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

### 4.2.2 As variáveis de crescimento

A partir da análise de variância percebe-se que a altura da planta ( $A_{PLT}$ ) e o diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) foram influenciados significativamente pelas diferentes lâminas de irrigação, mas não sofreram a influência das coberturas analisadas bem como da interação lâminas versus coberturas, pelo teste F ( $p < 0,05$ ), Tabela 6.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta ( $A_{PLT}$ ) e diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) em função das lâminas de irrigação e das coberturas do solo na cultura do girassol em Russas, CE, 2010

FV	GL	QM	
		$A_{PLT}$	$D_{CAU}$
Bloco	2	1067,968	11,64267
Lâminas	4	338,647*	6,305203*
Erro (A)	8	81,05	0,9740103
Coberturas	3	147,1140 <sup>ns</sup>	0,1429501 <sup>ns</sup>
Lâminas x coberturas	12	28,03110 <sup>ns</sup>	1,768292 <sup>ns</sup>
Erro (B)	30	97,32824	2,004473
Total	59	-	-
Média	-	100,44	13,16
CV (%)	-	9,82	10,75

<sup>ns</sup> - não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ )

Analisando-se a variação da altura de plantas em função das lâminas de irrigação, nota-se que a altura da planta aumentou com a lâmina de água aplicada (Figura 9). O modelo matemático que melhor se ajustou aos dados foi do tipo linear, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficiente de determinação de 0,823. A lâmina que proporcionou o maior crescimento (107,82 cm) foi 807,1 mm (equivalente a 125 % da ECA).

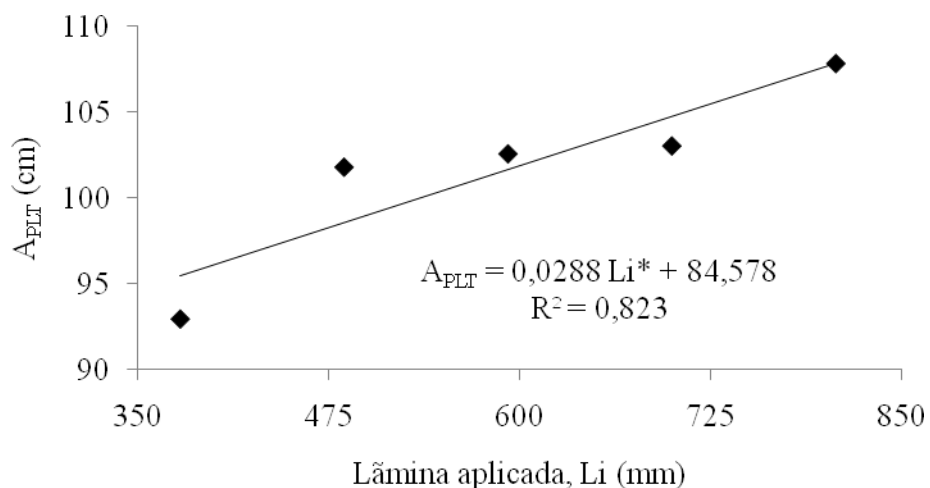


Figura 9 - Altura da planta frente às lâminas de irrigação aplicadas na cultura do girassol aos 87 DAP, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Em conformidade com os resultados deste experimento, Gomes, Ungaro e Vieira (2003), trabalhando com a cultivar de girassol M 742 no município de Limeira, Estado de São Paulo, constataram que a altura das plantas de girassol aumentou, conforme se aumentou a lâmina aplicada. Do mesmo modo, Castigioni, Castro e Balla (1993), avaliando o comportamento de diferentes genótipos de girassol nas condições edafoclimáticas de Londrina – PR, observaram que a altura das plantas foi incrementada com a elevação do suprimento de água.

Em contrapartida, Silva (2005) não encontrou diferença estatística quando estudaram o efeito de lâminas de irrigação na cultura do girassol, mas observaram incrementos médios na altura de plantas, da ordem de 16,41; 15,63 e 18,75% nos tratamentos irrigados L1 (350,84 mm); L2 (428,70 mm) e L3 (522,14 mm), respectivamente, em comparação com o tratamento não irrigado L0 (117,20 mm).

Com relação ao diâmetro do caule (Figura 10), o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados foi também o do tipo linear, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficiente de determinação de 0,896. Observa-se que o maior valor obtido foi de 13,23 mm com a lâmina de irrigação de 807,1 mm (125 % da ECA) e o menor valor de 12,67 mm foi obtido com a lâmina de irrigação equivalente a 378 mm (25 % da ECA).

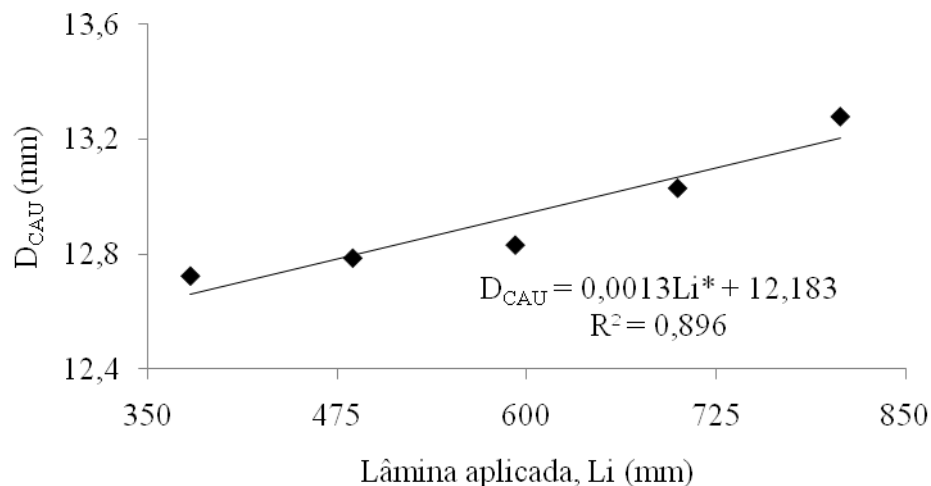


Figura 10 - Diâmetro do caule frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Bessa (2010), trabalhando com a mesma variedade em questão e sob diferentes lâminas de irrigação, constatou os maiores diâmetros nas plantas que receberam o tratamento

com a maior lâmina (correspondente a 150% da ECA). Entretanto, não houve diferença estatística significativa quando se comparou todas as lâminas aplicadas.

Silva et al. (2007) também observaram a ausência de efeito significativo para as lâminas de irrigação para a característica diâmetro do caule na cultura do girassol.

Os menores valores de altura de plantas e de diâmetro do caule nas condições mostradas nesse estudo sob baixos níveis de irrigação, provavelmente, ocorreram devido o fato de o déficit hídrico provocar o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO<sub>2</sub> e, conseqüentemente, diminuindo as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células, refletindo assim em uma menor produtividade. Comentário semelhante fizeram Dobashi et al. (1998); Schurr et al. (2000); Rego et al. (2004).

#### 4.2.3 As variáveis de produção

A partir da análise de variância, para a massa de 1000 aquênios (M1000A), massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) nota-se a influência das lâminas de irrigação aplicadas, mas não se verifica a influência dos tipos de coberturas e da interação entre lâminas de irrigação e os tipos de coberturas, pelo teste F ( $p < 0,05$ ), Tabela 7.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as variáveis: massa de 1000 aquênios (M1000A), massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) em função das lâminas de irrigação e dos tipos de cobertura do solo na cultura do girassol em Russas, CE, 2010

FV	QM		
	M1000A	MMC	PROD
Bloco	31,05834	556,0174	1390044
Lâminas	181,9133*	415,5734*	1038934*
Erro (A)	43,04884	27,77959	69448,97
Coberturas	19,40054 <sup>ns</sup>	25,22743 <sup>ns</sup>	63068,56 <sup>ns</sup>
Lâminas x coberturas	33,96062 <sup>ns</sup>	19,87284 <sup>ns</sup>	49682,09 <sup>ns</sup>
Erro (B)	29,5694	34,71439	86785,99
Total	-	-	-
Média	43,65	25,392	1269,6
CV (%)	12,54	23,2	23,204

<sup>ns</sup> - não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ )

Para a massa de 1000 aquênios (Figura 11) verificaram-se aumentos lineares em função do aumento das lâminas aplicadas, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficientes de determinação de 0,977. A lâmina que proporcionou maiores valores da característica avaliada foi 807,1 mm (125 % da ECA) com 48,23 g e valores menores de 38,49 g (lâmina de 378 mm; 25 % da ECA). Resultados semelhantes foram observados por Silva (2009), também avaliando a cultivar CATISSOL 01.

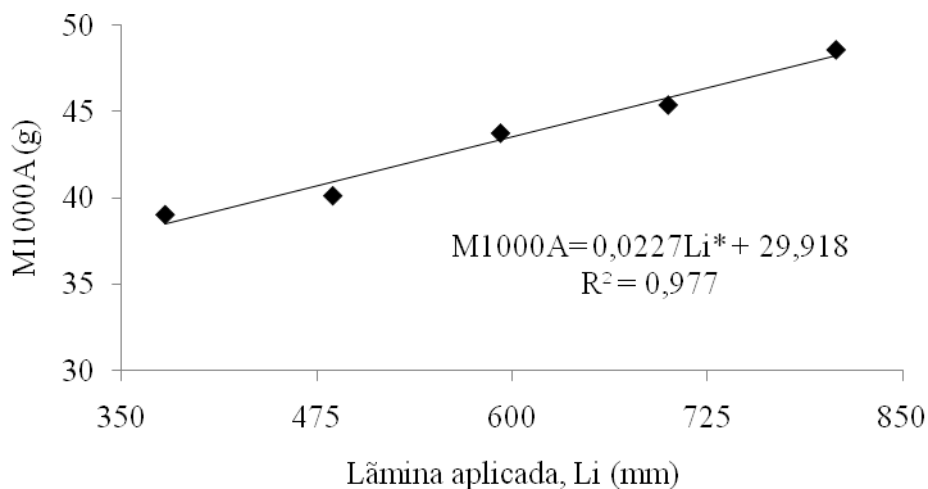


Figura 11 - Massa de 1000 aquênios frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Gomes, Ungaro e Vieira (2003), trabalhando com a cultivar de girassol M 742 no município de Limeira, Estado de São Paulo, constataram que a massa de 1000 aquênios aumentou conforme diminuiu o déficit hídrico. Resultados inferiores foram observados por Amorin et al. (2008), que constataram que as cultivares CATISSOL 01 e Embrapa 122 V-2000 atingiram uma média de 38 e 39 g, respectivamente. Já Bessa (2010) e Silva et al (2007), trabalhando com a cultura do girassol, submetendo-a a diferentes lâminas de irrigação, não encontraram efeito significativo para esta variável.

Para a massa média de aquênios por capítulo (Figura 12) verificou-se aumentos lineares em função do aumento das lâminas aplicadas, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficiente de determinação de 0,96. A lâmina que proporcionou os maiores incrementos da característica avaliada foi de 807,1 mm (125 % da ECA) com valores máximos de 32,69 g.

Tendência semelhante foi observada por Nobre et al. (2010), trabalhando com girassol sob diferentes lâminas de irrigação com efluentes domésticos. Os autores verificaram que o incremento nas proporções hídricas contribuiu para o aumento da massa média de aquênios por capítulo, onde as lâminas de 40 e 120% foram responsáveis, respectivamente, pelos valores de 16,7 e 42,3 g.

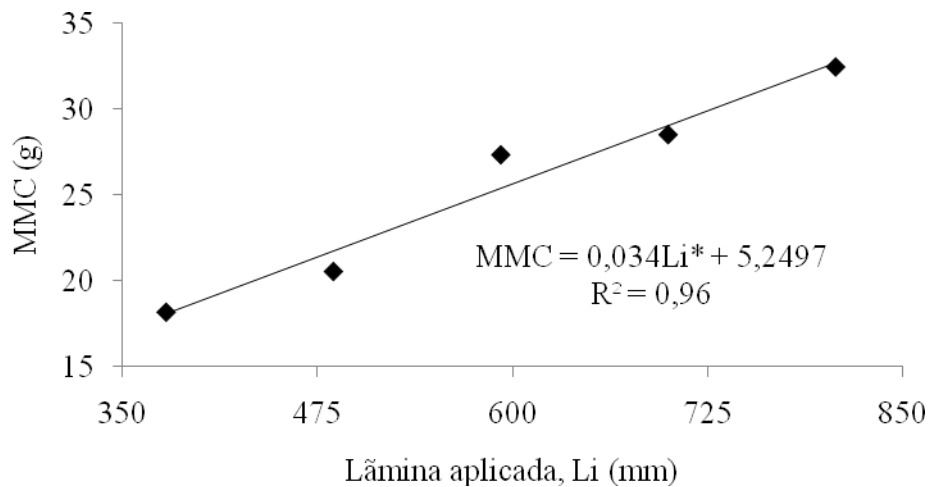


Figura 12 - Massa média dos aquênios por capítulo frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Em conformidade, os relatos de Bessa (2010) informaram que as lâminas de irrigação tiveram efeito significativo sobre a massa média de aquênios por capítulo ao nível de 5% de probabilidade. A mesma autora verificou que para a lâmina de irrigação referente a 150 % da ECA (762,1 mm) a massa média de aquênios por capítulo alcançou 40,68 g.

A disponibilidade hídrica do solo condicionada pelas aplicações das maiores lâminas de irrigação durante todo o ciclo da cultura, possivelmente, possibilitou a demanda hídrica necessária para o enchimento dos aquênios durante a fase de pós-floração. Corroborando com Thomaz (2008) que relatou a importância da disponibilidade hídrica do solo para este componente de produção.

Pela Figura 13 observa-se que ocorreram aumentos lineares da produtividade do girassol em função do aumento das lâminas aplicadas, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficiente de determinação de 0,96. A lâmina que proporcionou o maior valor da característica avaliada foi de 807,1 mm (125 %) com uma produtividade de 1.634,38 kg ha<sup>-1</sup>.



Do mesmo modo Silva (2009), com a aplicação das lâminas de irrigação equivalente a 25 a 150% da ECA, verificou uma tendência crescente da curva de resposta do potencial produtivo da cultura do girassol. Resultados semelhantes também foram encontrados por Martins, Lessa e Pitombeira (2008) que verificaram o potencial de produção de aquênios ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) da cultivar Embrapa 122 V-2000 sob regime de irrigação no município de Pentecoste – CE, com uma produtividade média de  $1.825,00 \text{ kg ha}^{-1}$ .

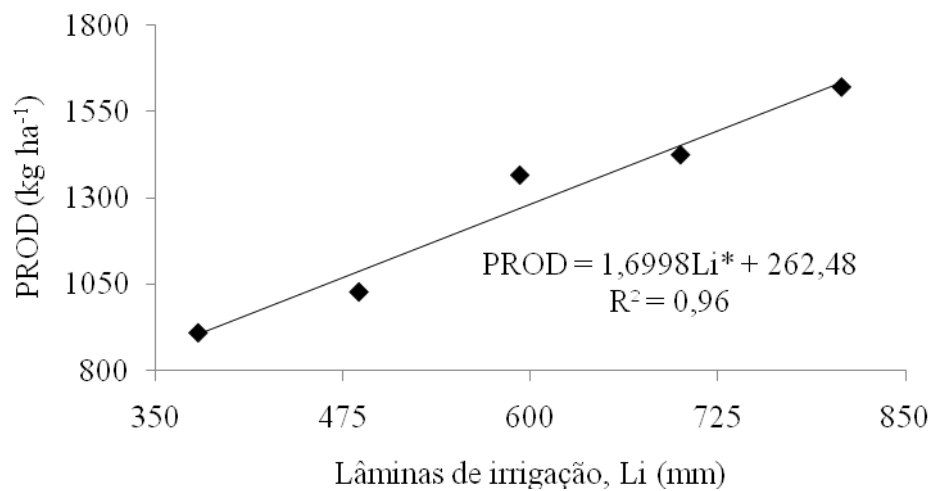


Figura 13 - Produtividade frente às lâminas de irrigação 87 DAP aos aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Tais resultados também foram corroborados por Bessa (2010) que relatou em seu trabalho realizado com a cultivar CATISSOL 01 nas condições edafoclimáticas do Vale do Curu, no Município de Pentecoste, CE, que a maior lâmina de irrigação (762,1 mm - 150% da ECA) proporcionou a maior produtividade ( $1807,88 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Ressalta-se que a produtividade dessa cultivar neste trabalho ( $1.634,38 \text{ kg ha}^{-1}$ , no tratamento 125% ECA) foi superior a média brasileira ( $1.320 \text{ kg ha}^{-1}$ ) reportada por FAOSTAT (2009). Para a CATI (2009), a produtividade média de aquênios da cultivar Catissol 01 se situa entre  $1.500$  e  $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Os resultados deste trabalho estão de acordo com Thomaz (2008) que enfatiza: A cultura do girassol se comporta de maneira significativa à reposição de água no solo por meio da prática da irrigação, respondendo positivamente com incrementos na produtividade. O autor afirma ainda que em situações de limitada disponibilidade hídrica a produção de grãos é comprometida.

Taiz e Zeiger (2009) explicam o fato de se constar menores potenciais de produção de aquênios naqueles tratamentos submetidos às aplicações das menores lâminas de irrigação. Para os autores, em condições de deficiência hídrica as plantas utilizam o mecanismo de fechamento dos estômatos no intuito de restringir a perda de água reduzindo a transpiração, sacrificando a absorção de CO<sub>2</sub>, acarretando como consequência reduções nas taxas fotossintéticas, fatos que reduzem a acumulação de fotossintatos e, por conseguinte a produtividade de aquênios nesta cultura.

Na Tabela 8 observa-se o resultado da análise de variância para o teor de óleo dos aquênios (TOA) e o potencial de produção de óleo por área (PPO) em função das lâminas de irrigação aplicadas. Verifica-se que o teor de óleo dos aquênios não foi significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ), diferente do potencial de produção de óleo.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para as variáveis: teor de óleo dos aquênios (TOA); potencial de produção de óleo por área (PPO) em função das diferentes lâminas de irrigação aplicadas a cultura do girassol em Russas, CE, 2010.

FV	GL	QM	
		TOA	PPO
Lâmina	4	3.616396 <sup>ns</sup>	60153.33*
Repetição	3	17.94489 <sup>ns</sup>	3279.304 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	9.276.008	1.676.840
CV (%)		7.359	7.787

<sup>ns</sup> não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ )

Observa-se, na Tabela 9, os valores médios do teor de óleo dos aquênios em função das lâminas de irrigação aplicadas a cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01. Pode-se notar para essa variável, mesmo não havendo diferença significativa, que a média do teor de óleo dos aquênios obtida foi de 41,38% e que a lâmina de 592,5 mm proporcionou maior teor de óleo dos aquênios com valor de 42,39%.

Tabela 9 – Valores médios do teor de óleo dos aquênios (TOA) em função das lâminas de irrigação aplicadas a cultura do girassol em Russas, CE, 2010.

Lâminas (mm)	Teor de óleo (%)
378	40,38a
485,2	41,60a
592,5	42,39a
699,7	42,15a
807,1	40,41a
Média	41,38

Em contrapartida, Silva (2007) observou que o teor de óleo dos aquênios apresentou-se significativo frente às lâminas de irrigação aplicada a cultura do girassol. Da mesma forma, Silva (2010), trabalhando em Pentecoste, com a cultivar CATISSOL 01, observou diferença estatística dos seus dados encontrando um teor de óleo de 43% com a aplicação de uma lâmina de 533,7 mm.

Segundo Smiderle, Mourão Jr. e Gianluppi (2005) apesar da redução do ciclo do girassol cultivados nas savanas de Roraima terem sido de 49 dias, os teores de óleo não foram afetados com a mesma intensidade.

Pela Figura 14 observam-se que ocorreram aumentos lineares do potencial de produção de óleo por área em função do aumento das lâminas aplicadas, com efeito significativo ( $p < 0,05$ ) e coeficientes de determinação de 0,935. A lâmina que proporcionou os maiores valores desta característica foi de 807,1 mm, com uma produtividade de 675,88 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

Ao se analisar o potencial de produção de óleo, percebe-se que o mesmo apresentou comportamento semelhante ao ocorrido com a produtividade de grãos, caracterizando-se a importância da disponibilidade hídrica em períodos críticos de desenvolvimento da cultura. Em conformidade, Silva (2009) verificou efeitos significativos para a variável em estudo, trabalhando com a cultivar CATISSOL 01, aplicando uma lâmina de irrigação de 50% a 150% da ECA.

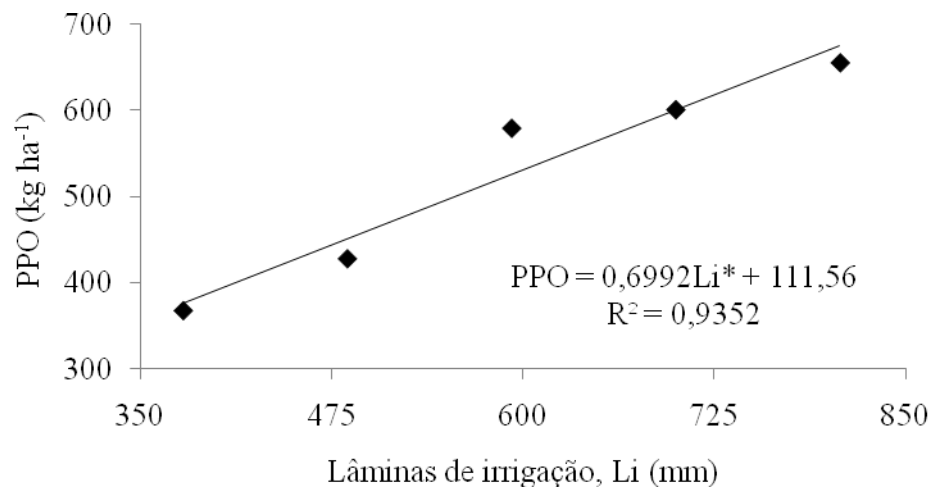


Figura 14 - Potencial de produção de óleo por área frente às lâminas de irrigação aos 87 DAP aplicadas na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Resultados semelhantes também foram observados por Silva (2007) que obteve diferença significativa no potencial de produção de óleo das plantas de girassol, em função das lâminas aplicadas. O autor verificou que a lâmina de 522,14 mm (130% da ETC) proporcionou a melhor resposta na produtividade de óleo, de 663,47 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar H250 e de 467,42 kg ha<sup>-1</sup> para a cultivar H251.

Uma possível explicação para a baixa produtividade potencial de óleo nas menores lâminas de irrigação aplicada é devido ao fato de que, no momento do florescimento, quando as plantas deveriam ter o maior nível de área foliar, a restrição hídrica deve ter afetado severamente as folhas, reduzindo sua área total por planta. Essa redução diminui fortemente a ocorrência de fotossíntese, e conseqüentemente a translocação de fotoassimilados para os grãos, afetando os pesos dos mesmos, a produtividade e o teor de óleo. Segundo Merrien & Grandin (1990), a área foliar se relaciona positivamente com o teor de óleo.

### 4.3 Experimento 02 – Adubação borácica

#### 4.3.1 As variáveis de crescimento

Na Tabela 10, observam-se a partir da análise de variância que a altura da planta e o diâmetro do caule sofreram influência das doses de boro testadas e da época da coleta de dados (dias após o plantio, DAP), mas não apresentaram efeito significativo na interação entre as doses de boro e a época de coleta de dados pelo teste F ( $p < 0,05$ ).

Tabela 10- Resumo da análise de variância para as variáveis altura da planta ( $A_{PLT}$ ) e diâmetro do caule ( $D_{CAU}$ ) em função dos dias após o plantio (DAP) e das doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010

FV	GL	QM	
		$A_{PLT}$	$D_{CAU}$
Bloco	4	2739.295	9.071983
Boro	4	2251,019*	12,8256*
Erro (A)	16	735.0763	2.794464
DAP	3	10179*	13,49775*
Boro x DAP	12	445,1546 <sup>ns</sup>	0,8304911 <sup>ns</sup>
Erro (B)	60	448.7972	0.9473223
Total	99	-	-
Média	-	113.99	16.747
CV (%)	-	18.58	5.8117

<sup>ns</sup> - não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F ( $p < 0,05$ )

A partir da análise de regressão da altura de planta em função dos dias após o plantio (DAP) obteve-se um modelo quadrático, ajustando-se ao modelo polinomial com coeficientes de determinação de 0,997 (Figura 15). Aproximadamente aos 70 DAP a altura da planta atingiu o valor máximo de 131 cm, onde se observa incrementos na ordem de aproximadamente 55 %, se comparado a primeira avaliação realizada aos 40 DAP.

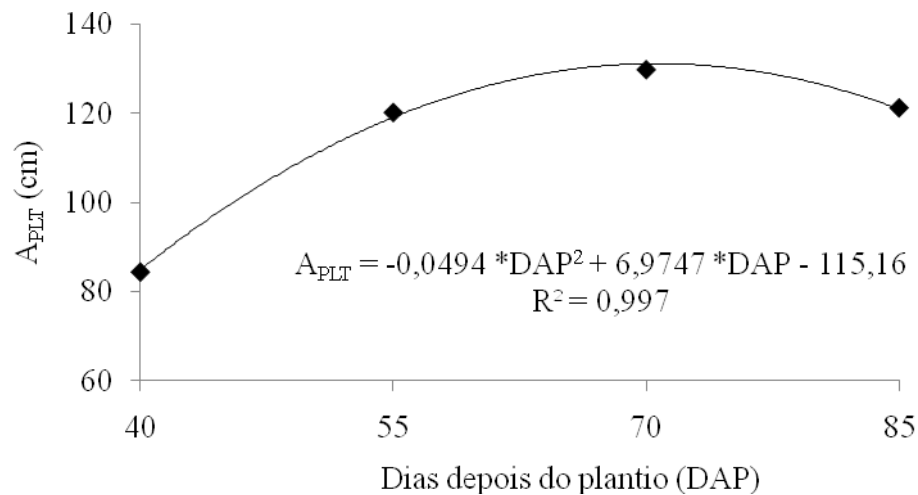


Figura 15 - Altura das plantas em função dos dias após o plantio na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Para Silva (2005), o fator número de avaliações apresentou-se significativo, mostrando um aumento das alturas de plantas no decorrer do seu crescimento, com incremento médio linear observado de 105,56%, 220,37%, 255,56%, 257,41% e 257,41% aos 48, 63, 78, 93 e 108 dias após a emergência (DAE), respectivamente, comparados à primeira avaliação aos 33 DAE.

As plantas de girassol apresentaram acréscimo nos valores de altura até os 70 DAP devido ao fato deste período corresponder ao desenvolvimento, floração e início da maturação. Dos 70 aos 87 dias, que correspondeu ao período de amadurecimento e início de senescência, houve um ligeiro decréscimo em altura. Neste período, a planta perde as folhas, reduz a produção de fotossintéticos e ocorre um processo de desidratação da parte aérea, implicando em redução em altura.

Avaliando-se a altura da planta em função das doses de boro aplicadas, observa-se também um modelo quadrático, com coeficiente de determinação de 0,713 (Figura 16). A partir da equação obtida verificou-se que a dose que maximizou a altura da planta, em 118,35 cm, foi à dose de 3 kg ha<sup>-1</sup> de boro.

Oyinlola (2007), em seus estudos, também encontrou comportamento quadrático, entretanto, a altura das plantas aumentou até a dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> B após a qual houve um declínio na altura da planta com o aumento das doses de B. Em situação semelhante, Júnior, Fraga e Neto (2008) verificaram que as doses de boro afetaram significativamente a altura de planta obtendo uma altura de planta de 124,8 cm com a dose de boro de 1 mg kg<sup>-1</sup>.

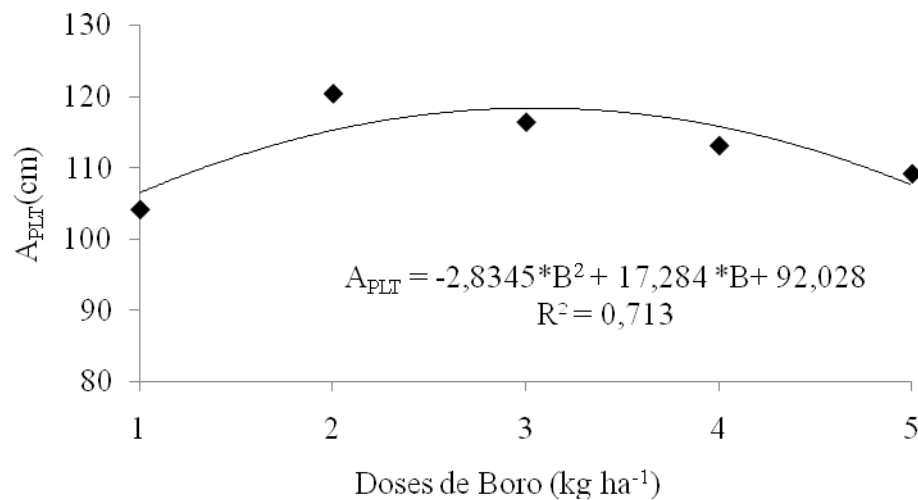


Figura 16 - Altura das plantas frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Em contrapartida Silva (2005), avaliando o efeito das doses de boro na cultura do girassol, com doses variando de 1 a 3 kg ha<sup>-1</sup>, e sob irrigação diária, observou a não significância das doses na variável em estudo. Do mesmo modo, Bonacin (2002), avaliando a aplicação de doses crescentes de boro (de zero a 4,0 kg ha<sup>-1</sup>), no girassol cultivado em vasos, com Latossolo Vermelho, observou que não houve diferença significativa das doses do elemento na altura das plantas.

Um dos motivos para que nas menores doses aplicadas tenham ocorridos menores valores de altura de planta, neste trabalho, é devido ao fato de que a deficiência de boro diminui indiretamente a fotossíntese e a transpiração através da diminuição da área foliar e pela alteração dos compostos presentes na folha.

Conforme Sharma e Ramchandra (1990), folhas de mostarda desenvolvidas sob deficiência de boro apresentaram baixa condutância estomática para o CO<sub>2</sub>, redução de clorofilas e proteínas solúveis (enzimas fotossintéticas), que por sua vez prejudicaram o desempenho fotossintético.

Do mesmo modo, para o diâmetro do caule em função dos dias após o plantio, foi ajustado ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação de 0,996 (Figura 17). Pode ser visualizado que aos 64 DAP obtivemos os maiores valores de 17,18 mm para o diâmetro do caule, sendo que incrementos médios de 7,17 % foram observados em comparação a primeira avaliação aos 40 DAP. A partir dos 64 DDP os valores do diâmetro do caule passaram a decrescer.

Em concordância, Silva (2005) relata que o número de avaliações apresentou efeito significativo, com incrementos médios para o diâmetro do caule de 39,16%, 71,08%, 70,48%, 71,08% e 72,29% observados aos 48, 63, 78, 93 e 108 DAE, respectivamente, comparados à avaliação aos 33 DAE.

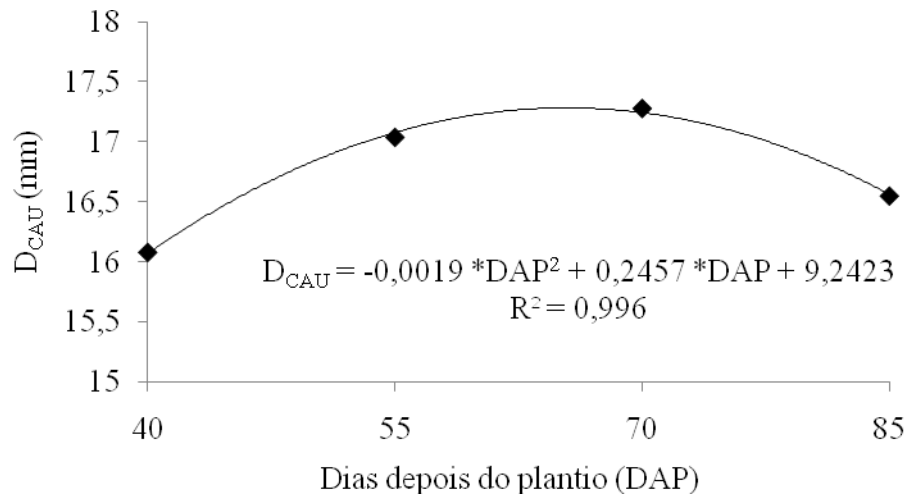


Figura 17 - Diâmetro do caule em função dos dias após o plantio na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas – CE, 2010.

Conforme o resultado desse trabalho, um dos motivos para que a partir dos 64 DAP as plantas de girassol tiveram reduzido o seu diâmetro do caule, se deu devido ao processo de senescência natural, causando perda de água nos tecidos, tendo como consequência redução do seu diâmetro.

Para o diâmetro do caule em função das doses de boro, observou-se que o mesmo apresentou uma regressão quadrática, ajustando-se a um modelo polinomial com coeficiente de determinação de 0,73 (Figura 18). A dose de boro que maximizou o diâmetro do caule foi de aproximadamente 3 kg ha<sup>-1</sup> de boro, obtendo-se um caule com diâmetro de 17,35 mm.

Em conformidade Júnior, Fraga e Neto (2008) também encontraram diferença significativa para as doses de boro utilizadas. Os autores obtiveram o menor diâmetro (10,4 mm) com a dose de boro de 0 mg kg<sup>-1</sup>, sendo o maior diâmetro obtido (13,8 mm) no tratamento com a dose de boro de 1 mg kg<sup>-1</sup>.

Em oposição, Silva (2005) não observou significância quando variou as doses de boro entre 1 e 3 kg ha<sup>-1</sup> na cultura do girassol, sob irrigação diária, para o diâmetro do caule. Bonacin (2002) também não encontrou diferença significativa das doses do elemento no



diâmetro do caule. Porém, a presença do elemento, mesmo na dose mais baixa, foi importante para o desenvolvimento das plantas de girassol.

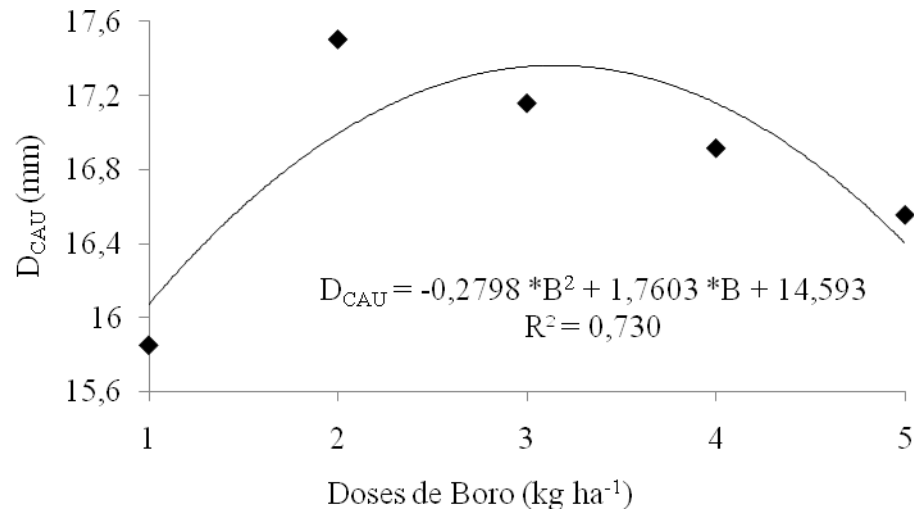


Figura 18 - Diâmetro do caule frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Neste trabalho, as menores dosagens de Boro reduziram o diâmetro do caule. Segundo Melo & Lemos (1991), a deficiência de boro prejudica o transporte e a ação dos reguladores de crescimento, além de provocar distúrbios no desenvolvimento da planta. Outro fato: A redução da área fotossintética da planta afeta as partes vegetativas, diminuindo as taxas fotossintéticas. Em consequência, destes fatos houve redução de desenvolvimento da plantas.

Em contrapartida também houve redução no diâmetro do caule nas maiores dosagens, que pode ter ocorrido devido à imobilidade de concentração de ácido bórico no citoplasma em células das raízes e assim dificultar a absorção.

#### 4.3.2 As variáveis de produção

Na Tabela 11 está representada a análise de variância para a massa de 1000 aquênios (M1000A), massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD). Pode-se verificar que MMC e PROD sofreram a influência das diferentes dosagens

de boro aplicadas na cultura, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, diferente da M1000A que não sofreu influência das doses de boro aplicada.

Tabela 11- Resumo da análise de variância para as variáveis: Massa de 1000 aquênios (M1000A); massa média dos aquênios por capítulo (MMC) e produtividade (PROD) em função das doses de boro na cultura do girassol em Russas, CE, 2010

FV	GL	QM		
		M1000A	MMC	PROD
Boro	4	41,38403 <sup>ns</sup>	256,167*	640419,3*
Bloco	4	79,40 <sup>ns</sup>	49,934 <sup>ns</sup>	124836,3 <sup>ns</sup>
Resíduo	16	46.939	20	50003.93
CV (%)		13.391	10.287	10.287

<sup>ns</sup> - não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (p < 0,05)

Para a massa média dos aquênios por capítulo em função das doses de boro, verificou-se o modelo quadrático, que se ajustou ao modelo polinomial com coeficiente de determinação de 0,868 (Figura 19). A partir do modelo obtido verificou-se que a dose de aproximadamente 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro proporcionou máximo valor de massa média de aquênios por capítulo de 48,95 g.

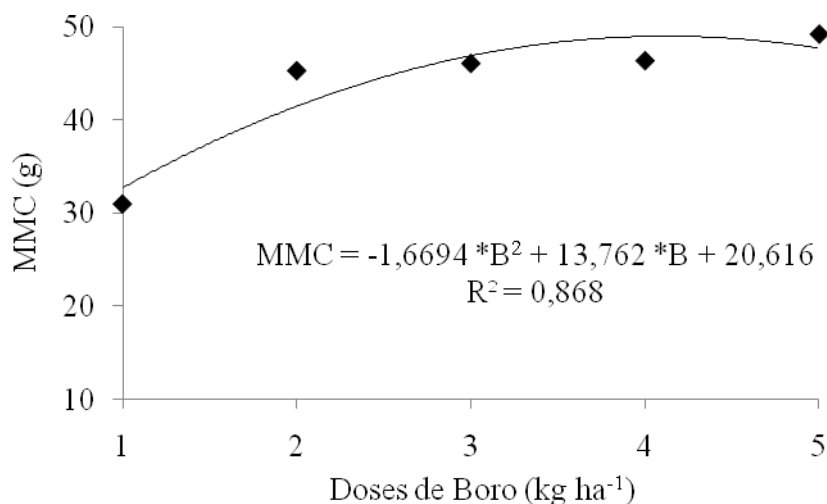


Figura 19 - Massa média aquênios por capítulo frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Castro (2006), trabalhando em casa de vegetação, observou que independentemente do conteúdo de água no solo houve aumento linear na produção de

aquênios por capítulo a partir da dose  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  de B, com estabilização na produção até a dose  $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$  de B. Segundo o mesmo autor, sob estresse hídrico, a maior produção estimada obtida pela equação de regressão foi de 13,95 gramas de aquênio por planta obtida na dose  $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$  de B, enquanto que sem estresse hídrico, com a mesma dose a produção estimada foi de 30,0 gramas, ou seja, houve incremento de 115% na produção.

Em seus estudos Foloni (2010) verificou que as doses de B aplicadas somente no sulco de semeadura, independentemente do B foliar, proporcionaram as maiores produções totais de fitomassa da parte aérea vegetal, com influência positiva sobre a massa total de grãos por capítulo.

Segundo Marschner (1995), o B está envolvido em uma série de ciclos metabólicos e tem efeito "cascata" na fisiologia da planta, influenciando o transporte de açúcares, a síntese de parede e membrana celulares, a lignificação e o metabolismo de carboidratos, entre outros. Processos esses que muito provavelmente influenciaram a formação e o enchimento de grãos do girassol no presente estudo.

Observando-se a produtividade, verifica-se que a mesma está diretamente ligada à massa média de aquênios por capítulo. Neste sentido, a produtividade em função das doses de boro, também se ajustou ao modelo polinomial quadrático com coeficiente de determinação 0,864 (Figura 20). A dose que maximizou a produtividade foi de aproximadamente  $4 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro obtendo-se uma produtividade de  $2442,34 \text{ kg ha}^{-1}$ .

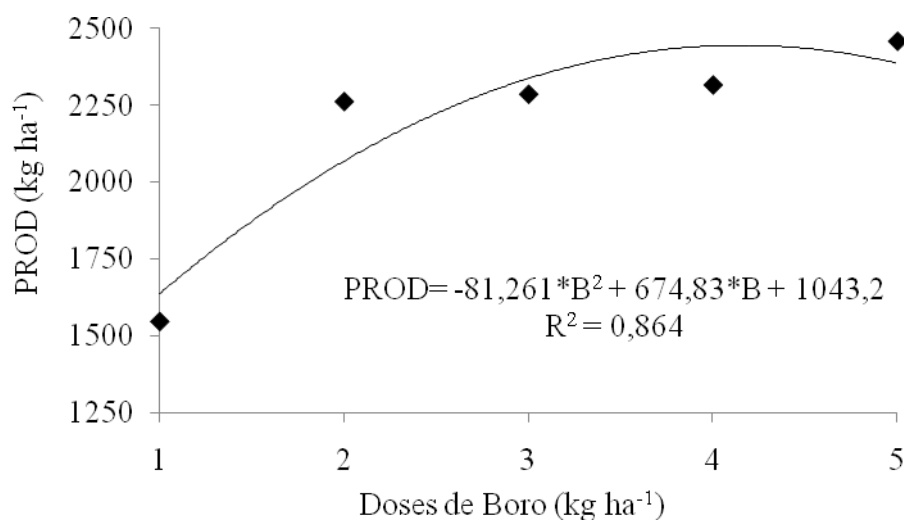


Figura 20 - Produtividade potencial de aquênios frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Em conformidade com esse trabalho, Oyinlola (2007), avaliando três variedades em função de doses de boro (0, 4, 8 e 12 kg ha<sup>-1</sup> de B), observou efeito significativo para a variável estudada. O autor verificou que houve aumento da produtividade até a dose de 8 kg ha<sup>-1</sup> onde a partir dessa dose a produtividade passou a decrescer.

Diferentes resultados foram observados por Silva (2005), que mesmo não achando significância no que diz respeito às doses de boro aplicada, encontrou uma produtividade média de 2498,76 kg ha<sup>-1</sup> e 2323,64 kg ha<sup>-1</sup> para os híbridos H250 e H251. Em conformidade, Bonacin (2009) não encontrou alterações significativas dos tratamentos nas características estudadas, mas mesmo assim, obteve uma produtividade média de sementes de 2559 kg.ha<sup>-1</sup>.

Resultados divergentes aos deste estudo também foram encontrados por Caletti e Vázquez-Amábile (2002) que não encontraram incrementos significativos de rendimento frente à adição de boro analisadas (0,21, 0,6 e 3,2 kg ha<sup>-1</sup> B) na cultura do girassol, em solos argentinos. O mesmo autor ressalta a importância dos valores iniciais de boro no solo na hora da tomada de decisão em situações que tratem de valores iguais ou superiores no início do cultivo.

Evidências sugerem que o B exerce um papel crítico no crescimento da planta e produção de sementes, e que sua deficiência em curto prazo (como resultado de secas, baixas transpiração ou a um rápido crescimento da planta) pode resultar em diminuição da produção (BROWN e HU, 1996).

Na Tabela 12 percebe-se pela análise de variância que o teor de óleo dos aquênios (TOA) não se mostrou diferente estatisticamente, em contrapartida o potencial de produção de óleo por área (PPO) apresentou diferença estatística a um nível de 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 12- Resumo da análise de variância para as variáveis: teor de óleo dos aquênios (TOA) e potencial de produtividade de óleo por área (PPO) em função das doses de boro na cultura do girassol em Russas-CE, 2010

FV	GL	QM	
		TOA	PPO
Boro	4	2,483715 <sup>ns</sup>	112932.7*
Repetição	3	4,697337 <sup>ns</sup>	2301,876 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	1,580878	880,6672
CV (%)	-	2,89	3,13

<sup>ns</sup> - não significativo \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F (p < 0,05)

Observa-se, na Tabela 13, os valores médios do teor de óleo dos aquênios em função das diferentes doses de boro aplicadas na cultura do girassol. Pode-se notar para essa variável, mesmo não havendo diferença significativa, que a média do teor de óleo dos aquênios obtida foi de 43,49% e que a dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou maior teor de óleo dos aquênios com valor de 43,79%.

Tabela 13 – Valores médios do teor de óleo dos aquênios em função das doses de boro na cultura do girassol em Russas-CE, 2010.

Doses de boro (kg ha <sup>-1</sup> )	TOA (%)
1	42,30a
2	43,13a
3	43,79a
4	44,30a
5	43,94a
Média	43,49

Resultados divergentes foram verificados por Sousa (2010), avaliando doses de boro, na forma de ácido bórico na cultura da mamoneira, que constatou que o teor de óleo da mamona foi influenciado significativamente pelas doses de B, observando que o máximo obtido foi com a dose de 1,25 kg ha<sup>-1</sup> B, equivalente a 53% de óleo na semente. Em concordância, Bonacin (2009) não verificou efeito significativo entre as doses de boro sobre o teor de óleo nas sementes de girassol, alcançando um teor de óleo médio de 35,52 % .

Para o potencial de produção de óleo, observa-se que a regressão se comportou de forma a se ajustar a um modelo polinomial quadrática com R<sup>2</sup> igual a 0,897 (Figura 21) no qual a dose de boro que maximizou a produtividade foi de aproximadamente 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro obtendo-se uma produção de óleo em 1076,58 kg ha<sup>-1</sup>.

Segundo Oyinlola (2007), em todos os anos de análise do seu trabalho, 1999; 2000; 2001 e 2002 o efeito das doses de B sobre o teor de óleo de três cultivares de girassol foram significativos. No entanto, a variedade Isaanka produziu o maior percentual no teor de óleo de 58,00 e 66,00% em 1999 e 2000 e 59,2 e 57,7% em 2001 e 2002, respectivamente.

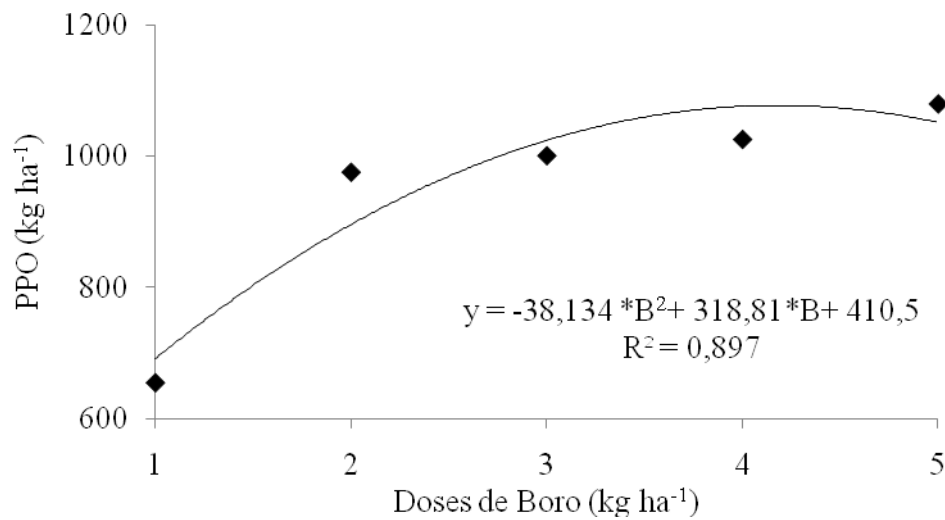


Figura 21 - Produtividade potencial de óleo por área frente às doses de boro na cultura do girassol, cultivar CATISSOL 01, Russas, CE, 2010.

Em concordância, Bonacin (2009) não verificou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) entre as doses de boro sobre o teor de óleo nas sementes de girassol, mas obteve uma produtividade de óleo de aproximadamente  $908 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Em seus estudos, Silva (2005) mesmo não encontrando efeito significativo quando avaliava o efeito de doses de boro, observou que os valores médios mostraram uma tendência onde à aplicação de  $3 \text{ kg ha}^{-1}$  de boro pode apresentar aumento na produção de óleo em função do aumento da lâmina de água aplicada.

Conseqüentemente, a utilização de doses superiores de boro pode, possivelmente, promover alterações no comportamento dos potenciais produtivos das cultivares em decorrência de alterações que podem ocorrer na fisiologia da plantas, proporcionando para a indústria, um bom rendimento de óleo por unidade de área.

Este efeito de toxicidade pelo B é devido às alterações da membrana celular, como foi relatado por Seresinhe e Oertli (1991) na redução da atividade da redutase do nitrato e uma conseqüente deficiência de N, pois o boro tem ação específica na cadeia metabólica de N (BONILLA et al., 1980).

## 5 CONCLUSÕES

### 5.1 Experimento 01 – Interação entre lâminas de irrigação e tipos de cobertura do solo

Todas as variáveis analisadas apresentaram diferença estatística frente às lâminas de irrigação, exceto o teor de óleo, sendo que a lâmina de irrigação de 807,1 mm (125% da ECA) proporcionou uma produtividade máxima de 1.634,25 kg ha<sup>-1</sup>.

O teor de óleo médio de aquênios encontrado foi de 41,38%. O potencial de óleo máximo foi 675,88 kg ha<sup>-1</sup> (807,1 mm; 125% da ECA).

As diferentes coberturas do solo e a interação entre lâminas e coberturas do solo não causaram efeito significativo nas variáveis estudadas.

### 5.2 Experimento 02 – Adubação borácica

A altura de planta e o diâmetro do caule foram influenciados significativamente pelas doses de boro e pela época de coleta dos dados, mas não pela interação variável versus época de coleta.

A dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> de boro maximizou a massa média de aquênios (48,95 g), a produtividade potencial de aquênios (2442,34 kg ha<sup>-1</sup>) e o potencial de produção de óleo (1076,58 kg ha<sup>-1</sup> de óleo). O teor médio de óleo dos aquênios encontrado foi de 43,49%.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. 2009. 56 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

ALCÂNTERA, F. A.; FURTININETO, A. E.; PAULA, M. B. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALTIERI, M. Agricultura tradicional. In: \_\_\_\_\_. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. p. 78-236.

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. et al. Efeitos do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 851-860, 2001.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, TAMMY A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Revista Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.307-316, 2008.

ANDRADE, S. J. de. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. 2000. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

ASAD, A.; BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G. Boron nutrition of sunflower crops. In: Reunião nacional de pesquisa de girassol, 14., SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 2., 2001, Rio Verde. **Resumos...** Rio Verde: FESURV/IAM, 2001 p.14-19.

ASRI, M. E.; ESSAHAT, A.; BOUNIOLS, A.; MONDIES, M. Rendement et qualite des graines du tournesol cultive sous contrainte hydrique. Resultats des essais en cooperation au Maroc et dans le sud-ouest de la France. 15° Conférence Internationale Tournesol. International Sunflower Conference, 15. **Proceedings**: 200. International Sunflower Association. v.1: p. C127-C132. 2000.

BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. **Colheita do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1995. 25p (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 92)

BESSA, M. C. Crescimento e produtividade do girassol sob diferentes lâminas de irrigação. **Monografia**. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE, 2010, 76p.



BIEDERBECK, V. O.; CAMPBELL, C. A.; RASIAH, V. et al. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 30, n. 8/9, p. 1177-1185, 1998.

BIRCH, E. B. *et al.* **Boron nutrition of sunflower**. Pretoria: Department of Agriculture and Fisheries, 1981.

BLAMEY, F. P. C.; CHAPMAN, J. Differential response of two sunflower cultivars to boron fertilization. In: INTERNATIONAL SUNFLOWER CONFERENCE, 10., 1982, Surfers Paradise. *Proceedings...* Surfers Paradise: Australian Sunflower Association, 1982. p.92-94.

BONACIN, A. G. Crescimento de plantas, produção e característica das sementes de girassol em função de doses de boro. 2002. 98 p. **Tese de Doutorado**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp. Jaboticabal, São Paulo.

BONILLA, I.; CADAHÍA, C.; CARPENA, O. Effects of boron on nitrogen metabolism and sugar levels of sugar beet. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.57, p.3-9, 1980.

BROWN, P. H. and HU, 1996. Phloem mobility of boron is species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitolrich spcies. **Annals of botanic**, v. 77: p. 497 – 505.

CADAVID, L. F.; EL-SHARKAWY, M. A.; ACOSTA, A.; SÁNCHEZ, T. Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava growth in sandy soils in Northern Colombia. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 57, p. 45-56, 1998.

CALETTI, M. J.; VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. Evaluación del efecto de la fertilización con boro para híbridos de girasol en suelos Haplustoles Énticos de Gral. Pico, Departamento de Maracó, Prov. de La Pampa. **Revista de la Facultad de Agronomia**, v.22, n.1, p.45-49, 2002.

CALLE MANZANO, C. L. de la. Carencia de boro em girasol. **Hojas Divulgadoras**, Madri, n.7, 12p, 1985.

CARTER, J. F. **Sunflower science and technology**, Madison: American Society of Agronomy, 1978. 505p. (Agronomy, 19).

CASTIGLIONI, V.B.R.; CASTRO, C.; BALLA, A. Avaliação de genótipos de girassol em ensaio intermediário (1992/93), Londrina – PR. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10. , Goiânia. **Anais...** Goiânia: Instituto Agronômico de Campinas, 1993. p. 37.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. 38p. (EMBRAPA-CNPSO. Circular Técnica, 13).

CASTRO, C. de. **Boro e estresse hídrico na nutrição e produção do girassol em casa-de-vegetação**. 1999. 120 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CASTRO, C. de. MOREIRA, A, OLIVEIRA, R. F. de DECHEN, A. R. **Boro e estresse hídrico na produção do girassol**. Ciência. Agrotecnológica de Lavras, v. 30, n. 2, p. 214-220, mar./abr., 2006

CASTRO, C. de; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed), **Girassol no Brasil**. Embrapa Soja, 2005. p.163-210.

CATI, Cordenadoria de assistência Técnica Integral - CATI. **Cultivar de girassol Catissol 01**. Disponível em <[http://www.cati.sp.gov.br/Cati/\\_produtos/SementesMudas/cultivares/GIRASSOL-CATISSOL01.pdf](http://www.cati.sp.gov.br/Cati/_produtos/SementesMudas/cultivares/GIRASSOL-CATISSOL01.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2009.

CAVASIN, P. A cultura do girassol. Guaíba: Agropecuária, 2001. 69 p.

CHAPMAN, S. C.; HAMMER, G. L.; MEINKE, H. A sunflower simulation model: I. Model development. **Agron. J.**, v. 85, p. 725-735. 1993.

CORREIA, J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 203-209, 2002.

DÍAZ-ZORITA, M. *Diagnóstico y manejo de La fertilizacion de cultivares de girasol*. General Villegas: INTA, 1998. 19p. (INTA General Villegas. Publicación técnica, 22).

DÍAZ-ZORITA, M. Manejo de la nutricion mineral de cultivos de girasol. In: EUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 14., SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 2., 2001, Rio Verde. **Resumos...** Rio Verde: ESURV/IAM, 2001. p.5-13.

EMBRAPA – Centro nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Sistema de produção de informação – SPI, 1999. 412p

ERDEM, T.; DELIBAS, L. Yield response of sunflower to stress under tekirdag conditions. *Helia*, v. 26, n. 38, p. 149-158, 2003.

ERENSTEIN, O. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 67, p. 115-133, 2002.

FAOSTAT. **Statistical Databases**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 28 ago. 2009.

FIALHO, J. F.; BORGES, N. F.; BARROS, N. F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade da microbiota de um latossolo vermelho-amarelo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n.1, p. 21-28, 1991

FLAGELLA, Z.; ROTUNNO, Di CATERINA, R.; SIMONE, G.; CICIRETTI, L.; De CARO, A. Effect of supplementary irrigation on seed yield and oil quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) grown in a sub-arid environment. International Sunflower Conference, 15. **Proceedings**: 2000. International Sunflower Association. v.1: p. C139-C144. 2000.

FOLONI, J.S. S.; GARCIA, R. A.; CARDOSO; C. L.; TEIXEIRA, J. P; GRASSI FILHO, H. Desenvolvimento de grãos e produção de fitomassa do Girassol em função de adubações boratadas **Bioscience. Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 273-280, Mar./Apr. 2010

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H.; Produção de tomate de mesa, Viçosa, MG 2002. 196p

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRS, 2005. 653 p.

GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.193, n.1/2, p.35-48, jun. 1997.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Impacto da suplementação hídrica no acúmulo e partição da matéria seca de girassol. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 3; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 15., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: CATI, 2003. 1 CD-ROM.

GOYNE, P.J.; WOODRUFF, D. R.; CHURCHETT, J. D. Environmental causes of yield variation rain grown sunflower in Central Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.18, p. 129-134. 1978.

GUPTA, U. C. *Boron and its role in crop production*. Flórida: CRC Press, 1993.

HOOKING, P. J.; STEER, B. T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L.) during growth. **Fields crops Research**, v.6, p.93-107, 1983.

HU, H.; BROWN, P. H. Absortion of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, n.1/2, p.49-58, jun. 1997.

JOLY, A. B. **Botânica introdução à taxonomia vegetal**. 11 ed. São Paulo: Editora Nacional, 1993. 777p.

JÚNIOR, M. A. D.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C.; Parâmetros de crescimento do girassol submetido a diferentes doses de boro e zinco em casa de vegetação. **Anais...5º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel 2008**.

LOPES, A. S.; SOUZA, E. C. A. Filosofias e eficiência de aplicação. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p.255-282.

MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo, Ceres, 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. de. 1997. Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações. Piracicaba, POTAFOS, 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: Academic Press Inc., 1995. 889p

MARTINS, Y. R.C.; LESSA, T. N. U.; PITOMBEIRA, J. B. Competição de genótipos de girassol sob condições de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOCOMBUSTÍVEIS E BIOENERGIA; SIMPÓSIO NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS, 2008, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de biocombustíveis e bioenergia, 2008. 1 CD- ROM.

MELO, J. W; E. G. M. LEMOS. Análise bioquímica de plantas. p. 310-331. 1991. In Simpósio sobre Micronutrientes Pesquisa Agropecuária Tropical, 36 (3): 187-193, 2006 – 193

MERRIEN, A. *Physiologie du toursenol*, Paris: CETIOM, 1992. 66p.

MERRIEN, A.; GRANDIN, L. Comportement hydrique du tournesol: synthèse des essais "Irrigation" 1983 – 1988. In: LE TOURNESOL et l'eau. Adaption à la sècheresse rênponse à l'irrigation. [S.l.]: CETION, 1990. P. 75 – 90.

MIRANDA, F. R. de; OLIVEIRA, F. N. S.; ROSA, M. de F.; LIMA, R. N. de. Efeito da cobertura morta com a fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 35, n. 2, p. 335-339, 2004.

MONTEITH, J. L. **Conservative behavior in the response of crops to water and light**. p. 3-16. In: R. Rabbinge et al. (editor) *Theoretical production ecology: Relections and prospects*. Pudoc, Wageningen, 1990.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. de; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.14, n.7, p.747–754, 2010.

OYINLOLA, E. Y. Effect of boron fertilizer on yield on oil content of three sunflower cultivars in the Nigerian savanna. **Journal of Agronomy** 6 (3): 421 – 426 2007

PELEGRINI, B. **Girassol**: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo. São Paulo: Ícone, 1985 117p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 2002. 549 p.

RAMAKRISHNA, A.; TAM, H. M.; WANI, S. P.; LONG, T. D. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weeds infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 95, n. 2-3, p. 115-125, 2006.

RAWSON, H. M.; HINDMARSH, J. H. Effects of temperature on leaf expansion in sunflower. **Aust. J. Plant Physiology**., v.9, p. 209-219, 1982.

REGO, J. L.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; GONDIM, R. S. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. *Revista Ciência Agrônômica*. Fortaleza: v.35, n.2, p.302-308, 2004.

ROBINSON, R. G. Production and culture. In: **Sunflower Science and Technology**. Ed. J. F. Carter, Madison, American Society of Agronomy, no. 19, p.89-143. 1978.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed.Tecnoagro, 1998. 333 p.

SANTOS, F. J. de; LIMA, R. N. de; RODRIGUES, B. H. N.; CRISÓSTOMO, L. A.; SOUSA, F. de; OLIVEIRA, J. J. G. Manejo da Irrigação da Melancia: Uso do Tanque Classe “A”. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2004. 13p (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular Técnica, 20).

SANTOS, L. G. dos; MELO, F. V. S. T de; SOUZA, U. O; PRIMO, D. C; SANTOS, A. R. dos; Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia biosfera, centro científico conhecer - Goiânia**, vol.6, n.11; 2010 disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/fosforo%20e%20boro.pdf>> acesso em: 05 jan. 2011

SCHNEITER, A.A.; MILLER, J.F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 21, p. 901-903, 1981.

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WATER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. *Journal of experimental Botany*. Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000

SERESINHE, P.S.J.W.; OERTLI, J.J. Effects of boron on growth of tomato cell suspensions. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 81, p.31-36, 1991.

SHARMA, P. N.; RAMCHANDRA, T. Water relations and photosynthesis in mustard plants subjected to boron deficiency. **Indian Journal Of Plant Physiology**, New Delhi, v.33 (2), p.150-154. 1990.

SHELP, B. J.; BROWN, P. H. Boron mobility in plants. *Physiology Plantarum*, Copenhagen, v.94, n.2, p.356-361, jun. 1995.

SHORROCKS, V. M. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.193, n.1/2, p.121- 148, jun. 1997.

SILVA, M. de L. O e; FARIA, M. A. de, MORAIS, A. R. de; ANDRADE, G. P. & LIMA, E. M. de C. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.11, n.5, p.482–488, 2007.

SILVA, M. de L. O e. 2005. Aplicações de lâminas de água e doses de boro na cultura do Girassol. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais. 115 p.

SILVA, A. R. A. de; Desempenho de cultivares de girassol sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do Curu, CE. **Monografia**. Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza-CE, 2009, 117p.

SILVA, L. F. da. **Solos tropicais**: aspectos pedológicos, ecológicos e de manejo. São Paulo: Terra Brasilis, 1995. 137 p.

SILVA, E. M. da.; AZEVEDO, J. A. de.; GUERRA, A. F.; FIGUERÊDO, S. F.; ANDRADE, L. M. de.; ANTONINI, J. C. dos A. Manejo de irrigação para grandes culturas. In: **Manejo de Irrigação**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 239-280.

SINGH, D. A; SINGH, S. M. Impact of irrigation on sunflower productivity. In CONFÉRENCE INTERNATIONALE TOURNESOL, 15. 2000, Toulouse. Actes...Toulouse, 2000. T.1 p. C109 – C114

SMIDERLE, O.J.; MOURÃO, JR, M.; GIANLUPPI, D. Avaliação de cultivares de girassol em savana de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 35(3), p. 331-336, 2005.

SMOLIKOWSKI, B.; PUIG, H.; ROOSE, E. Influence of soil protection techniques on runoff, erosion and plant production on semi-arid hillsides of Cabo Verde. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 87, p. 67-80, 2001.

STAL, M. W.; DUSKY, A. J. Weed control in leafy vegetables: lettuce, endive, escarole and spinach. 2003. Disponível em: <[http://www.wedis.ifas.ufl.edu/BODY\\_WG031](http://www.wedis.ifas.ufl.edu/BODY_WG031)>. Acesso em: 27 maio 2004.

STAMETS, P. e CHILTON, J. S. The mushroom cultivator Washigton: Agrikon Press, 1983. 415p.

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

THOMAZ, G. L. **Comportamento de cultivares de girassol em função da época de semeadura na região de Ponta Grossa, PR**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2008.

UNGARO, M. R. G. Comportamento de introduções de girassol plantadas em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Nº 103**. Campinas, Instituto Agrônomo, 16p. 1986.

UNGARO, M. R. G. Cultura do girassol. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo**, Campinas, 2000. v. 188, p. 1-36, 2000.

UNGER, P. W. Sunflower. In: STEWART, B. A.; NIELSEN, D. R. (Ed.) **Irrigation of agricultural crops**. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p. 775-794. (Agronomy, 30).

VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. Efeito de níveis de palha de trigo no micro-clima do solo sob plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1., 1996, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa, [s.n.], 1996. p. 118-120.

YOKOMIZO, E. O combustível do girassol. **Revista CREA**, Curitiba, n. 21, p. 18-23, fev./mar. 2003



## ANEXOS

## ANEXO A – Caracterização da cultivar catissol 01

<b>Tipo</b>	Variedade
<b>Ano de lançamento</b>	2000
<b>Procedência</b>	Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes/CATI
<b>Origem</b>	Cruzamento e recombinação de diversos genótipos
<b>Ciclo</b>	115 a 130 dias (grãos) 80 a 100 dias (silagem) 60 a 90 dias (adubação verde)
<b>Época de plantio</b>	Safra normal: agosto a dezembro Safrinha: janeiro a 15 de março
<b>Espaçamento entrelinhas</b>	0,70 a 0,90 m (grãos e silagem) 0,50 m (adubação verde)
<b>Gasto de sementes</b>	4 a 5 kg/ha (grãos, silagem) 10 a 15 kg/ha (adubação verde)
<b>Estande</b>	40 a 45 mil plantas/ha (grãos) 50 a 60 mil plantas/ha (silagem) 100 a 150 mil plantas/ha (adubação verde)
<b>Características da planta</b>	Porte: ereto Altura: 1,70 m Sem ramificações, dotada de pelos ásperos.
<b>Características da flor</b>	Tipo: capítulo Diâmetro médio: 22 cm
<b>Características da semente</b>	Tipo: aquênio Cor: preta (podem ocorrer aquênios pretos com listras cinzas ou brancas, na proporção de até 5%) Peso médio de 1.000 aquênios: 70g
<b>Produtividade média</b>	Safra: grãos - 1.500 a 2.500 kg/ha massa seca - 10.000 a 18.000 kg/ha massa verde - 70.000 kg/ha Safrinha: grãos - 1.500 a 2.500 kg/ha massa seca - 8.000 a 15.000 kg/ha massa verde - 30.000 kg/ha
<b>Resistência a doenças</b>	Moderadamente suscetível: <i>Alternaria</i> , esclerotínia
<b>Regiões indicadas para plantio</b>	Outros Estados: sem restrições Estado de São Paulo: sem restrições
<b>Observações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Múltipla aptidão: silagem, extração de óleo, adubação verde, produção de mel.</li> <li>▪ Composição da silagem (% da MS): Proteína - 11%, FDA - 33%, FDN - 60%.</li> </ul>

Fonte: Departamento de Sementes, Mudas e Matrizes/CATI

## ANEXO B - Caracterização dos períodos fenológicos para a cultura do girassol.

Emergência	N° de folhas maiores que 4 cm			Desenvolvimento da inflorescência				Floração	Enchimento dos aquênios				Maturação fisiológica
	VE	V1	V2	Vn...	R1	R2	R3		R4	R5	R6	R7	
Fase Vegetativa				Fase reprodutiva									

Fonte : Schneiter & Miller (1981)