



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA  
CAMPUS DE POMBAL**

**AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DE ÀGUA  
NA CULTURA DO GIRASSOL NO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO**

**CLAUDIO FERREIRA BARRETO**

**Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito**

**Co-Orientador: José Alberto Calado Wanderley**

**Pombal- PB,  
Novembro, 2012**

**CLAUDIO FERREIRA BARRETO**

**AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA  
NA CULTURA DO GIRASSOL NO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO**

Monografia apresentada à coordenação  
do Curso de Agronomia da Universidade  
Federal de Campina Grande, como um  
dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Agronomia

**Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito**

**Co-Orientador: José Alberto Calado Wanderley**

**Pombal- PB,  
Novembro, 2012**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL  
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFCG**

B273a

Barreto, Claudio Ferreira.

Avaliação de técnicas de captação de água na cultura do girassol no semiárido paraibano. / Claudio Ferreira Barreto. – Pombal: UFCG/CCTA, 2012.

31 f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito  
Coorientador: Prof. Me. José Alberto Calado Wanderley

Monografia (Graduação em Agronomia) – UFCG/CCTA/UAGRA.

1. Solo - Conservação. 2. *Helianthus annuus* L. (Girassol). 3. Água de chuva – Captação. 4. Trocas gasosas. I. Brito, Marcos Eric Barbosa. II. Wanderley, José Alberto Calado. III. Título.

UFCG/CCTA

CDU 633.494(813.3)(043)

**CLAUDIO FERREIRA BARRETO**

**AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA  
NA CULTURA DO GIRASSOL NO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO**

Monografia apresentada à coordenação  
do Curso de Agronomia da Universidade  
Federal de Campina Grande, como um  
dos requisitos para obtenção do grau de  
Bacharel em Agronomia

Aprovada em: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012

**Banca Examinadora:**

---

**Orientador- Dr. Marcos Eric Barbosa Brito  
Professor UAGRA/CCTA/UAGRA**

---

**Co-Orientador- Eng. Agrº José Alberto Calado Wanderley  
Mestrando UAEA/CTRN/UFCG**

---

**Examinador – Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira  
Professor UAGRA/CCTA/UAGRA**

---

**Examinador – Dr. Alberto Soares de Melo  
Professor DB/CCBS/UFCG**

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Clodoaldo Barreto e Maria Luzeni símbolos maior do amor que sempre me depositam e me apóia em todas as decisões.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por está presente em todos os momentos da minha vida.

A minha família em especial ao meu pai Clodoaldo Barreto e minha mãe Maria Luzeni e aos meus irmãos e irmãs Bruno, Nagib, Nereida e Lúcia que sempre me apoiaram e incentivaram para a realização deste trabalho.

Aos meus sobrinhos, Glauto e Laise pela companhia e carinho prestados nos momentos difíceis.

Prof. Marcos Eric, orientador e amigo, pela dedicação e comprometimento com o ensino e a pesquisa.

Alberto, Cássio e Delzuite pela ajuda e empenho na condução dos experimentos e pela amizade.

Aos meus amigos Helton, Isnard e Tarso que sempre me incentivaram.

Aos meus amigos e colegas de turma, Auderlan, Álvaro, Edna, Eliamara, Elieuda, Giovane, Glauciene, Graça, Jônatas, Lauriane, Sanderley e Tamires pelos maravilhosos momentos que passamos juntos.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial todos os professores e servidores que fizeram parte na colaboração e desenvolvimento da minha vida acadêmica.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	01
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.1. Técnicas de captação de água de chuva “ <i>in situ</i> ”	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2.2. A cultura do girassol .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.1. Local do experimento .....	08
3.2. Tratamentos e deliamento experimental .....	08
3.3.1. Técnicas de captação de água de chuva “ <i>in situ</i> ”	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.3. Crescimentos de plantas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4. Avaliações realizadas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4.1. Aspectos Ambientais .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4.2 Monitoramento da umidade do solo .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4.3 Avaliações fisiológicas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4.4. Avaliações de crescimento .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.4.5. Produção .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.5. Análise estatística .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.1. Aspectos ambientais .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2. Cultura do girassol .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2.1. Umidade do solo .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2.2 Caracteres fisiológicos do girassol .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.2.3 Crescimento do girassol .....	20
4.2.4 Produção do girassol .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
5. CONCLUSÕES .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6. REFERÊNCIAS .....	28

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a umidade do solo aos 47, 63 e 70 DAS em função das técnicas de captação de água *in situ* para a cultura do Girassol. Pombal, PB, 2012.....17
- Tabela 2 -Resumo da análise de variância para a Fotossíntese (A), Transpiração (E) condutância estomática (gs), Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci),Eficiência instantânea no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi), aos 50 DAS em função das técnicas de captação de água *in situ* para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2012 ..... 19
- Tabela 3 -Resumo da análise de variância para a Fotossíntese (A), Transpiração (E) condutância estomática (gs), Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) aos 57 DAS em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2012PB, 2012.....23
- Tabela 4 -Resumo da análise de variância para a Altura de planta (Alt) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (Diam) (mm), aos 50 dias DAS e no final do experimento (F) (75 DAS), em função das técnicas de captação de água *in situ* para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2012 2012PB, 2012.....24
- Tabela 5 -Resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (g/planta) e peso do capítulo (g) do girassol aos 75 DAS em função das técnicas de captação de água *in situ* . Pombal, PB, .....26



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), medido às 9 horas, na área experimental durante a condução do experimento. Pombal, PB, 2012, ..... 14
- Figura 2- Umidade Relativa (%), medido às 9 horas, na área experimental durante condução do experimento. Pombal, PB, ..... 15
- Figura 3- Precipitação pluviométrica (mm), medida por meio de pluviômetro instalado na Emater de Pombal, PB, durante a condução do experimento. Pombal, PB ..... 16
- Figura 4- Umidade do solo em função das técnicas de captação de água *in situ* na ultima semana de maio (A), 2<sup>a</sup> semana de junho (B) e 3<sup>a</sup> semana de junho (C). Pombal, PB ..... 18
- Figura 5- Fotossíntese (A), Transpiração (E), condutância estomática (gs), Concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Ci}$ ) (A), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) (E) e Eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (F) avaliados aos 50 DAS no girassol em função das técnicas de captação de água *in situ*,. Pombal, PB, 2012 ..... 20
- Figura 6- Fotossíntese (A), Transpiração (E), condutância estomática (gs) (C), Concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Ci}$ ), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) e Eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (F) avaliados aos 57 DAS no girassol em função das técnicas de captação de água *in situ*. Pombal, PB, 2012 ..... 21
- Figura 7- Altura de planta (A), número de folhas (B) e diâmetro de caule (C), avaliados aos 50 DAS no girassol em função das técnicas de captação de água *in situ*. Pombal, PB, 2012 ..... 23
- Figura 8- Altura de planta (A), número de folhas (B) e diâmetro de caule (C), massa seca das folhas (D), massa seca do caule (E) e área foliar (F) avaliados aos 90 DAS no girassol em função das técnicas de captação de água *in situ*. Pombal, PB, 2012 ..... 25
- Figura 9- Produtividade (g/planta) (A) e peso do capítulo (g) (B) das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ*. Pombal, PB, 2012 ..... 27

## RESUMO

Para aumentar a disponibilidade de água aos cultivos agrícolas e a conservação dos recursos solo e água na região semiárida, tem-se aumentado as pesquisas visando a utilização de sistemas de cultivo sobre técnicas captação de água chuva, sendo que o uso destas técnicas pode viabilizar o cultivo do girassol na região semiárida. Com isso, objetivou-se estudar sistemas alternativos de captação de água *'in situ'* para a cultura do girassol no semiárido paraibano. O experimento foi desenvolvido no período 10 de maio a 23 de julho de 2011, em condições de campo, na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB. O delineamento foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos sendo três técnicas de preparo do solo, camalhões, sulcos e bacias, mais uma testemunha sem preparo do solo, repetidos em seis blocos em um total de 24 parcelas. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de seis metros espaçadas em 0,5 m entre si, perfazendo uma área de 12 m<sup>2</sup>, utilizaram-se sementes da cultivares híbrido Hélio 250 (H250) de girassol (*Helianthus annuus* L.). Avaliaram-se variáveis de crescimento, os aspectos fisiológicos e a produção, sendo os dados submetidos à análise de variância pelo teste F. A utilização de bacias, conservou a umidade do solo por mais tempo, quando comparado com a testemunha (sem estruturas). A bacia é a técnica que proporciona maior produtividade na cultura girassol, sendo assim, essa técnica pode ser indicada como alternativa para otimizar sistema de plantio mais no semiárido paraibano.

Palavras Chave: *Helianthus annuus* L., trocas gasosas, conservação de solo.

## ABSTRACT.

To increase water availability to crops and conservation of soil and water resources in semi arid region has increased research in order using of cropping systems under rain water harvesting techniques, and the use of these techniques can improve the sunflower (*Helianthus annuus* L.) culture in the semiarid region. Thus, in order to evaluate alternative systems of water harvesting '*in situ*' for sunflower cultivation in semiarid of Paraiba. The experiment was realized in 2011, under field conditions, at the Federal University of Campina Grande, Campus de Pombal, PB. The experimental design was a randomized block with four treatments and three techniques, ridges, furrows and basins, and a control without technique, repeated in six blocks in a total of 24 plots. Each plot consisted of four rows of six meters spaced in 0.5 m, covering an area of 12 m<sup>2</sup>, were used seeds of hybrid cultivars Helium 250 (H250), sunflower. We evaluated growth variables, the physiological and production, and the data submitted to analysis of variance by F test. The use of basin increased the infiltration and soil moisture retention, compared with the control (no techniques). The basin is the technique that causes more productivity in sunflower crop, this technique can to be recommended as alternative to optimize production system in semiarid Paraiba.

Words Key: *Helianthus annuus* L., gas exchange, soil conservation.

## 1. INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira apresenta, dentre as características edafoclimáticas, precipitação pluviométrica concentrada e irregular no tempo e no espaço, cujas chuvas ocorrem em até quatro meses em diversos municípios, elevadas taxas evapotranspirométricas, solos rasos, com baixa fertilidade natural e capacidade de retenção de água limitada, além de outros fatores de ordem estrutural e socioeconômica, tornando a agricultura de sequeiro uma atividade de alto risco, com consequências graves para a sobrevivência das famílias dos agricultores (BRITO et al., 2008).

Segundo Porto et al. (1983), apenas três em cada dez anos são considerados normais quanto à distribuição das chuvas no semiárido. Nesta região, a atividade agrícola é constituída, predominantemente, por uma agricultura de subsistência baseada nas culturas de milho, feijão, mandioca e forrageiras para grandes e pequenos animais, sendo desenvolvida em condições dependentes de chuva (ANJOS et al., 1999).

Na agricultura praticada na região semiárida, predomina o método tradicional de cultivo mínimo, que utiliza a enxada manual com a semeadura em covas, o que dá origem a uma pequena depressão, capaz de armazenar certa quantidade de água de chuva (BRITO et al., 2008). Este sistema é, aparentemente, pouco agressivo ao meio ambiente, no entanto, como o solo não foi preparado (arado), a sua superfície apresenta-se ligeiramente compactada, dificultando a infiltração e facilitando o escoamento superficial, o que contribui para o processo erosivo (ANJOS et al., 1999).

Portanto surgiu a necessidade de se implementar alternativas que possibilitem maximizar a utilização dos recursos pluviais disponíveis no Nordeste, sendo que reduzir o elevado risco da exploração agrícola em áreas dependentes de chuva, constitui o fundamento básico para os estudos que a Embrapa Semiárido e universidades vem desenvolvendo (PORTO et al., 1999).

Buscando soluções para desenvolver e implantar os sistemas de produção agrícolas mais adequados para região semiárida, vários métodos de captação de água de chuva "in situ" foram desenvolvidos e/ou adaptados pela Embrapa - Semiárido, utilizando tanto força motriz como a tração animal. Para se estabelecer

um sistema de captação de água de chuva "*in situ*," é necessário se dispor de informações sobre uma série de fatores, tais como o tamanho da área a ser cultivado, o solo, a topografia, a quantidade e a distribuição das chuvas, a cultura (anual ou perene) e a disponibilidade de equipamentos e de mão-de-obra. Estes requisitos devem estar associados a fatores socioeconômicos, a fim de viabilizar o investimento da tecnologia (ANJOS et.al., 1999).

Visando reduzir ainda mais os riscos de exploração agrícola no semi-árido brasileiro, os métodos de captação de água de chuva *in situ* podem ser associados a culturas com características adaptáveis, ou tolerantes às condições climáticas, como, por exemplo, culturas com ciclo produtivo precoce, resistentes à seca, entre outras (BRITO et al., 2008 ). Uma das alternativas para o semiárido seria a introdução da cultura do girassol.

A cultura do girassol vem ganhando espaço no cenário mundial e nacional devido à excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de seus aquênios e o aproveitamento dos subprodutos da extração como tortas e/ou farinhas para rações animais. Devido a essas particularidades e à crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol está se tornando importante alternativa econômica no sistema de rotação, consórcio e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos (BACKES, 2008).

Dessa forma, torna-se de fundamental importância a experimentação dessa cultura em suas diferentes formas de cultivo, principalmente na região Nordeste. Neste contexto objetivou-se com esse trabalho desenvolver sistemas alternativos de produção da cultura do girassol para produção de alimentos ao uso humano ou animal, na agricultura familiar do Semiárido paraibano, com tecnologia apropriada de captação de água *in situ*.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Sistema de captação de água de chuva *in situ*

Novos conceitos para a adequada gestão de recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, baseados no uso de técnicas de captação de água de chuva, têm sido propostos e aplicados com sucesso. De fato, as técnicas de captação de água de chuva já foram a base de sobrevivência em regiões áridas há milhares de anos, permitindo o estabelecimento de cidades no deserto (EVENARI et al., 1971).

Estas técnicas eram inventadas de forma independente e usadas em várias partes do mundo, em diferentes continentes, com uma extensa variedade de adaptações locais, as quais dependiam de condições e culturas específicas para a solução de problemas localizados.

A construção destas técnicas consiste, basicamente, na modificação da superfície do terreno de modo que formem um plano inclinado entre dois sulcos sucessivos, chamados camalhões, que funcionam como área de captação da água de chuva (EINGG & HAWER, 1959).

Os sulcos são construídos seguindo as curvas de nível e fechados ao final, com a finalidade de induzir uma maior captação e permitir uma maior infiltração da água no solo. Dessa forma, a água de chuva que cai, permanece acumulado ao longo do sulco, havendo mais tempo para a infiltração, o que pode garantir maior quantidade de água no solo onde se encontram as raízes das plantas, podendo o terreno se manter úmido por mais tempo. Essa técnica não apenas favorece uma maior disponibilidade de água para os cultivos como promove a conservação do solo e de seus nutrientes. Em caso de excesso de chuvas abrem-se os sulcos para não reter muita água dentro deles, o que poderia prejudicar os cultivos (STERN, 1979).

Os principais sistemas de captação de água de chuva "*in situ*" mais utilizados na região semiárida brasileira são: sulcamento pré e pós-plantio, sulcos barrados, camalhões inclinados ou sistema 'W', aração parcial e o sistema Guimarães Duque.

A técnica de captação de água de chuva “*in situ*”, através do sulcamento em pré-plantio, consiste de uma aração da área seguida do sulcamento e semeadura nos camalhões. Após a aração da área, colocam-se três sulcadores na barra porta-implemento do chassi, distanciados entre si de 0,75 m, para confecção dos sulcos e camalhões. Este sistema permite um maior aproveitamento da água da chuva, além de otimizar os tratamentos culturais e fitossanitários, possibilitando também a mecanização devido o camalhão definir a linha de plantio. A presença de tocos, pedras e declividades superiores a 5% limitam a sua utilização (ANJOS & BRITO, 1999).

O sulcamento pós-plantio é uma técnica de captação de água de chuva que consiste de uma aração da área e semeadura no plano, seguidas do sulcamento entre linhas de cultivo, efetuado por ocasião da segunda ou terceira capina, a depender da cultura e de seu estágio de desenvolvimento, através de sulcadores à tração animal ou mecânica. A época mais adequada para o sulcamento do solo é de 30 a 40 dias após o plantio do feijão e de 20 a 30 dias após o plantio do milho. Esta tecnologia apresenta como principal vantagem, a elevação do nível do terreno acima do colo das plantas, aumentando o volume de solo explorado pelo sistema radicular, propiciando, assim, um melhor desenvolvimento da cultura, além da eliminação de ervas daninhas que concorrem com a planta por água e nutrientes. Este sistema associa a amontoa de cultivo com as capinas em uma só operação, reduzindo assim a mão de obra utilizada, tornando o sistema viável sob os pontos de vista técnicos e econômicos. Como desvantagem, não se adapta a declividades superiores a 5% (ANJOS & BRITO 1999).

O sistema de captação de água de chuva *in situ* denominado método Guimarães Duque foi a primeira técnica de captação adaptada às condições semiárida brasileira, desenvolvida pelo INFAOL (Instituto Nordestino para o Fomento de Algodão e Oleaginosas) e adaptado pela Embrapa Semiárido para exploração de cultivos anuais, principalmente, milho, feijão, mandioca, entre outros (SILVA et al., 1989). O sistema de sulcos barrados é outro método que se mostra muito viável na redução do escoamento superficial da água da chuva com

menor risco de erosão hídrica e maior disponibilidade de água para as culturas (ANJOS & BRITO, 2000).

O sulco barrado é outro método de captação de água de chuva *in situ*. Foi desenvolvido pela Embrapa Semiárido e consiste de uma aração seguida de sulcamento no espaçamento exigido pela cultura. Na etapa seguinte, utiliza-se de implemento denominado “barrador de sulcos” para fazer as pequenas barreiras, que devem ficar de 2 a 3 m uma da outra, na linha de plantio, sendo o controle das distâncias entre as barreiras feito pelo operador do implemento. As barreiras dentro do sulco têm a finalidade de impedir o escoamento da água de chuva e promover maior infiltração, podendo ser confeccionadas antes ou depois de o cultivo ser implantado. A simplicidade do barrador de sulco e seu baixo custo viabilizam a adoção dessa técnica pelos pequenos agricultores do semiárido brasileiro (ANJOS & BRITO, 2000).

O sistema de captação de água de chuva *“in situ”* com aração parcial, consiste em duas passagens sucessivas na área com um arado de aiveca reversível a tração animal, deixando-se uma distância de 0,60 m a partir da muralha da segunda leiva do solo arado e assim sucessivamente. A parte do solo não arado entre duas faixas de aração é responsável pela captação e condução da água até a zona de plantio.

Nesse sistema, a semeadura é feita com plantadoras manuais sobre a segunda leiva deixada pelo arado em cada faixa, sendo a distância entre linhas de cultivo de 1,0 m. O sistema é refeito a cada ano, promovendo, assim, a rotação gradual da área de cultivo. As capinas podem ser efetuadas manualmente (com enxada) ou com o arado de aiveca reversível, arando-se a parte não trabalhada para eliminar as ervas e chegar terra à planta, fazendo-se amontoa (ANJOS et al., 1999).

O sistema de captação de água de chuva *“in situ”* com camalhões inclinados ou W, consiste de uma aração, seguida de sulcamento da área de captação de água e dos camalhões onde se faz o plantio, os quais são efetuados em uma só operação. É uma técnica pouco conhecida que apresenta um grande potencial para ser utilizada extensivamente no semiárido brasileiro (ANJOS et al., 1999).



## 2.2 Cultura do Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte-americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C. (SELMECZI-KOVACS, 1975).

O girassol é uma dicotiledônea anual, pertencente a ordem *Asterales* e família *Asteraceae*. O gênero deriva do grego *helios*, que significa sol, e de *anthus*, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN JUNIOR, 2001).

A cultura do girassol tem uma ampla importância no mundo, principalmente pela excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de suas sementes. Em virtude do aumento da população há uma crescente demanda de alimentos, induzindo a anexação de novas áreas proporcionando o aumento da produção (BIODIESELBR, 2008). Segundo Lopes et al. (2009), o girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas. Entre outros usos, suas sementes podem ser utilizadas para fabricação de ração animal e extração de óleo de alta qualidade para consumo humano ou como matéria-prima para a produção de biodiesel.

É uma das oleaginosas de características agrônômicas mais importantes, visto que apresenta maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Por possuir um ciclo vegetativo relativamente curto, elevada adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e por não ter seu rendimento afetado por parâmetros como latitude, longitude e fotoperíodo, seu cultivo torna-se uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em regiões produtoras de grãos (ACOSTA, 2009).

A demanda hídrica do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo da cultura. A necessidade de água desta cultura aumenta com o desenvolvimento da planta, partindo de valores entre 0,5 mm a 0,7 mm dia<sup>-1</sup> durante a fase da semeadura a emergência, para valores máximos de 6,0 mm a 8,0 mm dia<sup>-1</sup>, na floração e no enchimento de grãos, decrescendo após esse período até a maturação fisiológica da planta ( CASTRO & FARIAS, 2005).

Conforme Lazzarotto et al. (2005), o cultivo dessa cultura em "safrinha" permite aos produtores utilizar a maior parte dos recursos disponíveis na propriedade, entre eles: mão de obra e máquinas, que poderiam ficar ociosos em um determinado período do ano.

Seu cultivo tem se mostrado uma opção econômica em sistema de rotação com outras culturas de grãos, e vem despertando o interesse de agricultores, técnicos e empresas devido à possibilidade de utilizar seu óleo como matéria prima para fabricação de biodiesel (BACKES et al., 2008). No entanto, há a necessidade de adequá-la aos diferentes sistemas de produção das principais culturas de grãos do Brasil, sendo necessários esforços dos programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de genótipos que apresentem, concomitantemente, alto teor de óleo, ciclo precoce, porte reduzido, resistência a fatores bióticos e abióticos, além de alto potencial produtivo (OLIVEIRA et al., 2005).

O desempenho de uma lavoura de girassol de elevado potencial produtivo está diretamente relacionado à escolha da época de semeadura, do genótipo, do manejo adequado da fertilidade do solo, considerando o sistema de rotação e sucessão de culturas, além dos fatores ambientais, como a distribuição de água uniforme durante o ciclo da cultura (LEITE, et. al., 2007).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi desenvolvido no período 10 abril a 23 junho de 2011, em condições de campo, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal, PB, utilizando-se híbrido de girassol “Hélio 250 (H250)”. O município situa-se nas coordenadas geográficas Latitude S – 6° 46’ 12” e longitude W 37° 47’ 56”, e Altitude média de 174. Segundo Koppen o clima do tipo ‘BSh’, ou seja, semiárido quente, com temperatura média anual de 27,8° C e precipitação média anual de 750 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio. A umidade relativa média do ar é de 58 % e a velocidade média do vento é de 2,5 m s<sup>-1</sup>.

#### **3.2 Tratamentos e delineamento estatístico**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, os tratamentos foi constituído por quatro técnicas de cultivo (sulco, camalhão, bacia e sem estrutura), com repetições, totalizando, então, 24 parcelas.

##### **3.2.1 Técnicas de captação d’água de chuva *in situ*:**

Para o preparo das técnicas de captação de água, precedeu-se, a princípio, o preparo do solo com gradagem, visando revolver o horizonte A, em seguida, procedendo-se a construção das estruturas das seguintes formas:

1. Camalhão: A partir do solo preparado, usando-se de enxada, levantou-se o solo até uma altura e largura de 0,25 m em um comprimento de 2 m.

2. Sulco: Foi construído à medida que retirava a terra para a construção do camalhão, fez-se o sulco com 2 m de comprimento, 0,25 m profundidade e largura fechado nas extremidades

3. Bacia: Foi construída em nível, levantando a leiva de solo nas bordas até a altura de 0,15 m, o solo foi retirado de dentro e de fora de uma área de 1 m<sup>2</sup>, formando uma pequena bacia.

Dessa forma, a água de chuva que cair ficará acumulada na área de captação e se infiltrará em maior quantidade no solo onde se encontram as

raízes das plantas (PACEY & CULLIS, 1986; CULLIS & PACEY, 1992; PORTO et al., 1999; AGARWAL & SUNITA, 1999).

### **3.3 Crescimento das plantas**

A todos os tratamentos foram comum à incorporação de 10 L de esterco de gado bovino por m<sup>2</sup>, antes do plantio, no sulco ou cova, dependendo da sementeira; foi realizada sementeira manual, posterior foi utilizado cobertura (de sulco, camalhão, bacia e no tratamento sem técnica) com palha seca (cobertura morta), como forma de aumentar a capacidade de retenção de umidade.

As sementes foram obtidas junto à EMBRAPA. A sementeira do girassol ocorreu no dia 10 de abril, utilizando-se do seguinte espaçamento, conforme recomendação para a cultura do girassol, sendo realizado o plantio em linhas espaçadas de 0,8 m, com distância de 0,5 m entre covas nas linhas (CASTRO et al., 1996);

Foram realizados os demais tratos culturais, a exemplo de controle de plantas daninhas, adubação e controle fitossanitário, no intuito de manter o controle local.

### **3.4 Avaliações realizadas:**

#### **3.4.1 Aspectos Ambientais**

Avaliaram-se as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) por meio de coletadas periódicas com uso do termohigrometro e precipitação pluviométrica (mm) com uso de um pluviômetro. A partir destes dados, realizou-se o perfil climático durante o período, avaliando-se os dados em função do tempo, com auxílio de estatística descritiva.

#### **3.4.2 Monitoramento da umidade do solo**

Em relação ao monitoramento da umidade do solo na área de plantio, realizaram-se, aos 47, 63 e 70 dias após sementeira, amostragens de solo, em número de seis repetições para cada tratamento, em profundidade de 0,20 cm

utilizando o método gravimétrico (padrão de estufa), de acordo com a metodologia descrita por Guerra (2000).

### **3.4.3 Avaliações fisiológicas**

As avaliações fisiológicas foram realizadas com o uso de um IRGA (Analisador de gases na faixa do infravermelho) aos 50 e 57 dias após a semeadura (DAS) em quatro plantas de cada parcela.

Sendo assim, determinou-se os seguintes caracteres fisiológicos: Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), Transpiração (E), condutância estomática (gs), Fotossíntese (A). A partir destes dados, calculou-se a Eficiência instantânea no uso da água (EUA) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) ((Scholes e Horton, 1993; Neves, et al., 2002; Konrad et al., 2005; Ribeiro, 2006). Usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

### **3.4.4 Avaliações de crescimento**

As avaliações de crescimento no girassol foram realizadas aos 50 e 75 dias após a semeadura, através das seguintes variáveis: a) Diâmetro do caule (DC) - realizaram-se medições no colo da planta, onde se utilizou um paquímetro digital graduado em milímetros; b) Altura de planta (AP) - realizaram-se medições do colo do caule até a inserção do capítulo, em quatro plantas de cada parcela em todas as técnicas, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros; c) Número de folhas (NF) - feito através da contagem das folhas e expresso seus valores em unidades; d) Área foliar – foi determinada ao final do experimento, por meio de método destrutivo, usando a relação entre peso e área de disco. Sendo assim, coletou-se amostras de folhas, das quais separou-se algumas folhas para retirada de discos com área conhecida e se determinou a matéria seca dos discos, sendo assim, obteve-se a relação entre a massa e a área, quando se determinou a área foliar das folhas, obteve-se, por regras de três, a área foliar total, sendo umas das metodologias descrita por Fernandes (2002).

Ao final do experimento, em função da colheita dos frutos e plantas, determinou-se:

As massas secas de folhas e caules ( $\text{g.planta}^{-1}$ ), frutos ( $\text{g.fruto}^{-1}$ ) e totais ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) por meio da separação dos diferentes órgãos da planta e após isto, colocados em estufa a  $65^{\circ}\text{C}$  por 72 h.

Esta última foi avaliada em amostras compostas de 4 plantas, coletadas na área de bordadura das parcelas, separadas em caule, folhas, flores e frutos).

#### **3.4.5 Produção**

Ao final do ciclo fenológico, afim de que fosse contabilizada a produção e produtividade da cultura do girassol, determinou-se:

a. Peso do Capítulo: Coletou-se os capítulos, sendo imediatamente pesados em balança semianalítica, com precisão de 0,01g, obtendo-se os resultados em 'g'.

b. Produtividade de grãos: a partir dos capítulos das quatro plantas, retirou-se as sementes, deixando-as secar ao ar, sendo corrigida para umidade comercial de 5%, procedendo-se a pesagem com uso de balança analítica, obtendo-se a produtividade pela relação entre a massa de grão e o número de plantas, sendo esta descrita em g/planta.

c. Matéria seca da parte aérea: com a coleta das plantas, realizou-se a retirada do capítulo e procedeu-se a secagem do caule e folhas do girassol em estufa de circulação de ar, a  $65^{\circ}\text{C}$ , por um período de 72 horas, procedendo-se, após a secagem, a pesagem do material em balança analítica.

#### **3.5 Análises estatísticas**

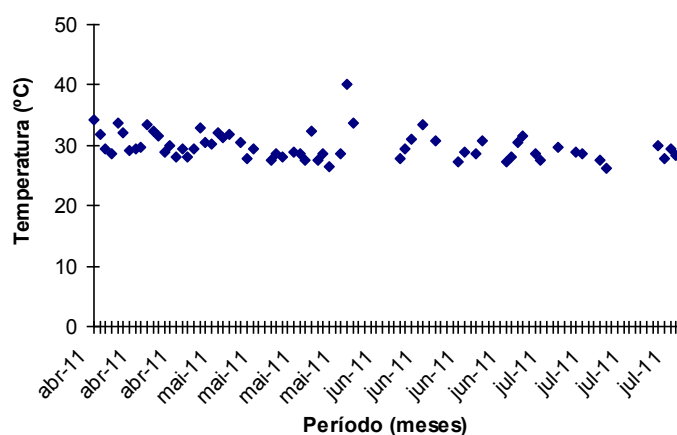
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias de Tukey a 5% de probabilidade, com base em metodologia descrita por FERREIRA (2000).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Aspectos ambientais

Nas Figuras 1, 2 e 3 estão apresentados os valores médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período do estudo. Observando-se que as médias de temperatura e umidade relativa do ar, durante a condução, variaram pouco, enquanto que para precipitação pluviométrica ocorreu uma variação acentuada, em decorrência de veranico (período seco dentro da estação chuvosa) entre os meses de maio e junho, fato este, frequentemente observado na região.

A temperatura durante os meses de abril a julho manteve-se numa amplitude de 27 a 40° com media próximo aos 30°(Figura 1). Segundo Castro & Farias (2005), o girassol desenvolve-se bem em temperaturas variando de 20 °C a 25 °C, embora estudos realizados por vários autores afirmem que a temperatura entre 8 °C e 34 °C é tolerada pelo girassol, sem redução significativa da produção, indicando adaptação da cultura a regiões com dias quentes e noites frias.









## 4.2 Cultura do Girassol

### 4.2.1 Umidade do solo

Observando-se a Tabela 1, verifica-se, entre as técnicas de captação de água no solo, que houve diferença significativas em relação a umidade do solo nas avaliações realizadas aos 47, 63 e 70 dias após semeadura (DAS). Salienta-se que durante a 1ª e 3ª avaliações houveram eventos de precipitação pluviométrica, porém na 2ª avaliação estava no período de estiagem, deste modo, pode-se observar de acordo com as seguintes médias, 9,72, 3,84 e 5,05% de umidade em base de peso, para a 1ª, 2ª e 3ª avaliação, respectivamente.

Tabela 01: Resumo da análise de variância para a umidade do solo na ultima semana de maio (Umidade 1) (%peso), na segunda semana de junho (Umidade 2) (%peso) e na terceira semana de junho (Umidade 3) (%peso) em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) para a cultura da girassol. Pombal, PB, 2011.

Fonte de Variação	GL	QM		
		Umidade 1	Umidade 2	Umidade 3
Técnicas	3	14,31170**	5,43818**	2,52730**
Bloco	5	0,04559ns	0,13028ns	0,01120ns
Resíduo	15	0,75715	0,16904	0,05253
CV (%)		8,93	10,62	4,53
Média (%)		9,73	3,87	5,05

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade

Avaliando-se a umidade no solo conforme as técnicas em cada situação (Figuras 4A, B e C), verificou-se que, sob condições de precipitação pluviométrica (Figura 4A) a técnica que melhor conservou umidade no solo foi a bacia; Já no período de estiagem (Figura 4B), notou-se, no sulco, uma maior umidade, sendo superior a testemunha e outras técnicas, a que menos acumulou água no solo foi o camalhão.

Em relação o resultado observado na bacia, acumulando maior umidade no solo no período de maior precipitação pluviométrica, pode-se dizer que este fato pode está relacionado com sua maior área de captação de água em relação às outras técnicas (sulco e camalhão). Porém o sulco conservou mais água no período de estiagem, devido às barreiras formadas nos camalhões das linhas de

plântio, que estão ao lado dos sulcos, impedindo e direcionando escoamento superficial d'água para o sulco, favorecendo maior infiltração e, conseqüentemente, menores perdas de água e de solo (BRITO et al., 2008). A técnica que menos conservou água no solo foi o camalhão, fato este que podem ser explicado através de sua área de captação de água, devido a sua superfície inclinada, intensificando o escoamento superficial, dificultando a assim infiltração e direcionando água para o sulco. Sendo assim, as técnicas utilizando bacia e sulco promove redução nas perdas de solos por erosão, reduz o escoamento superficial, elevando assim a taxa de infiltração, além de proporcionar outros benefícios, retenção de maior quantidade de água e maiores rendimentos das culturas. Corroborando com os resultados de FARIA (1992), que acrescenta a importância do uso dessas técnicas, principalmente porque às características dos solos da região semiárida são de origem cristalina, rasos, silicosos e pedregosos, com baixa capacidade de retenção de água e, em geral pobres em nutrientes. Assim, a busca de tecnologias e informações que contribuam para um adequado manejo do solo e da água faz-se cada vez mais necessárias (KNIES, 2010), sendo que o uso de técnicas no cultivo do girassol pode vir a ser uma alternativa.

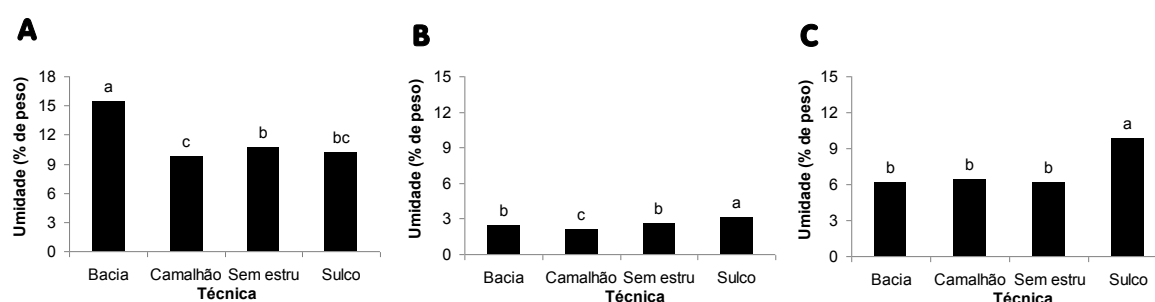


Figura 4- Umidade do solo em função das técnicas de captação de água *in situ* na última semana de maio (A), 2ª semana de junho (B) e 3ª semana de junho (C). Pombal, PB, 2012.

### 4.2.3. Caracteres Fisiológicos do Girassol

Na tabela 2, observa-se diferença significativa entre plantas sob técnicas de cultivo. Considerando que a água é um fator fundamental à produção das culturas, tendo papel importante nas flutuações de produtividade, principalmente para a cultura de sequeiro no semiárido do Brasil, possivelmente as técnicas usadas proporcionaram condições diferenciadas de umidade no solo e, assim, influenciaram as trocas gasosas das plantas de girassol.

Tabela 2- Resumo da análise de variância para a Fotossíntese (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) ( $\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^2$ ), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) medida na segunda semana de junho (50 dias após sementeira) em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2011.

Fonte de Variação	GL	QM					
		A	E	Gs	Ci	EUA	EICi
Técnicas	3	65,37122**	0,13195 <sup>ns</sup>	0,00300 <sup>ns</sup>	661,22999**	2,20923**	0,00270**
Bloco	5	0,24813 <sup>ns</sup>	0,04236 <sup>ns</sup>	0,00327 <sup>ns</sup>	66,44166 <sup>ns</sup>	0,12804 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	0,53686	0,18913	0,00613	46,97438	0,19727	0,00004
CV		2,77	8,64	13,42	3,37	8,40	4,66
Média		26,42	5,03	0,58	203,20	5,28	0,13

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade

Na Figura 5A, observa-se que a técnica que proporcionou um melhor desempenho fotossintético nas plantas de girassol foi o sulco, devido a maior eficiência no uso da água e eficiência intrínseca da carboxilação, já que por sua vez, conservou uma menor umidade no solo em relação à bacia durante o período dessa avaliação. De acordo com Kerbauy (2008), a fotossíntese é freqüentemente limitada pela disponibilidade de água e de  $\text{CO}_2$  e que esses dois fatores são interligados.

A concentração interna de  $\text{CO}_2$  (Ci) no girassol diferiu entre as técnicas (Figura 5D), sendo que o maior valor foi observado nas plantas cultivada sob camalhão. Já nos demais tratamentos (bacias, sem estruturas e sulcos), não sendo observada diferença significativa entre si. O camalhão foi à técnica com menor acúmulo de água no solo, forçando a cultura a utilizar mecanismo de defesa contra o estresse hídrico, portanto reduzindo a fotossíntese e

acumulando o CO<sub>2</sub> no mesofilo foliar. Resultado semelhante foi encontrado em estudos com girassóis submetidos a estresse hídrico, onde a concentração de CO<sub>2</sub> interna na folha (Ci) aumentou, enquanto a taxa de fotossíntese (A) foi reduzida com o aumento do estresse (CORNIANI et al., 2006). A concentração interna de CO<sub>2</sub> é considerada uma característica fisiológica influenciada por fatores ambientais como disponibilidade hídrica, luz e energia, entre outros (OMETTO et al., 2003), assim como observado neste trabalho.

Na Figura 5F observa-se que a maior eficiência instantânea no uso da água (EUA), foi nas plantas sob bacia e sulco em relação testemunha (sem estrutura). Isto pode está relacionada a um maior acúmulo de água dessas técnicas, observada durante o ciclo da cultura. A eficiência do uso da água (EUA) representa a quantidade de CO<sub>2</sub> fixado para a produção de matéria seca em função da quantidade de água transpirada (KERBAUY, 2008).

A eficiência intrínseca da carboxilação (EICi), obteve um melhor desempenho na técnica em sulco, essa na qual apresentou uma maior umidade no solo durante o ciclo da cultura. Entretanto essa eficiência foi reduzida, com a redução das reservas hídricas no solo. Isso pode ser observado (Figura 5F) nas técnicas (camalhão e sem estruturas) que mantiveram uma menor umidade no solo.

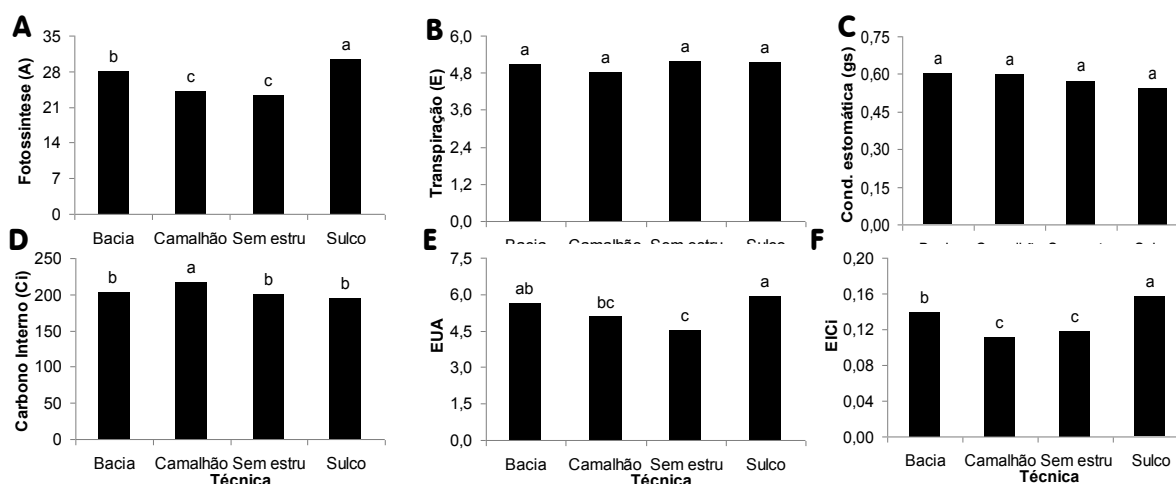


Figura 5- Fotossíntese (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (D), Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (B), condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (C), Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) ( $\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ) (A), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ] (E) e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) (F) das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ* aos 50 dias após semeadura, correspondente ao período de menor disponibilidade hídrica no solo. Pombal, PB, 2012.

Avaliando-se as trocas gasosas no girassol aos 57 dias após a semeadura (Tabela 3), constatou-se diferença significativa entre as plantas sob diferentes técnicas de captação de água em relação à concentração interna de CO<sub>2</sub> e transpiração. A maneira como o déficit hídrico se desenvolve na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos de crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (BEZERRA et al., 2003).

Tabela 3: Resumo da análise de variância para a Fotossíntese (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática (gs) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) ( $\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$ ] e eficiência intrínseca da carboxilação (EICi) (A/Ci) medida na terceira semana de junho (57 dias após semeadura) em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2012.

Fonte de Variação	GL	QM					
		A	E	Gs	Ci	EUA	EICi
Técnicas	3	3,11693 <sup>ns</sup>	0,51129 <sup>**</sup>	0,00317 <sup>ns</sup>	179,22225 <sup>**</sup>	0,23122 <sup>ns</sup>	0,000190 <sup>ns</sup>
Bloco	5	0,61799 <sup>ns</sup>	0,71003 <sup>**</sup>	0,01907 <sup>**</sup>	37,13240 <sup>ns</sup>	1,00976 <sup>**</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	1,53148	0,07922	0,00179	17,03611	0,09974	0,000061
CV		4,39	5,42	6,61	2,07	5,74	5,50
Média		28,20	5,19	0,64	199,19	5,50	0,14

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade

Verificou-se que a deficiência hídrica reduziu a transpiração (E) (Figura 6B). As plantas de girassol sob camalhão, sulco e sem estrutura foi as que apresentaram os menores valores em E, não deferindo entre si. Por outro lado, as plantas cultivadas sob a técnica com bacia apresentam maiores valores em E. Esse resultado pode está relacionado com maior umidade no solo nessa técnica durante as fases da cultura e, principalmente, durante a época de maior precipitação, onde manteve a umidade por mais tempo, criando condições favoráveis à cultura para realizar uma maior transpiração.

Sabe-se que a transpiração é necessária ao crescimento e desenvolvimento do vegetal, pois nesse momento também ocorre à absorção de CO<sub>2</sub>. Além disso, a transpiração atua como componente do resfriamento, reduzindo o calor absorvido pela radiação solar. Por isso os estudos comparativos entre plantas irrigadas e expostas a insuficiência de água no solo assumem importância capital.

Observa-se nas plantas de girassol maior média na concentração interna de CO<sub>2</sub> quando cultivadas sob camalhões e sem estruturas. A baixa disponibilidade de água no solo em que os tratamentos (camalhão e sem estruturas), proporcionaram um aumento significativo nos níveis de CO<sub>2</sub> (Figura 6D). Essa redução pode ser devido ao fechamento estomático que, por sua vez, reduz a disponibilidade de CO<sub>2</sub> dentro das células mesofílicas, diminuindo a capacidade de fixação do CO<sub>2</sub> (KANECHI et al., 1996).

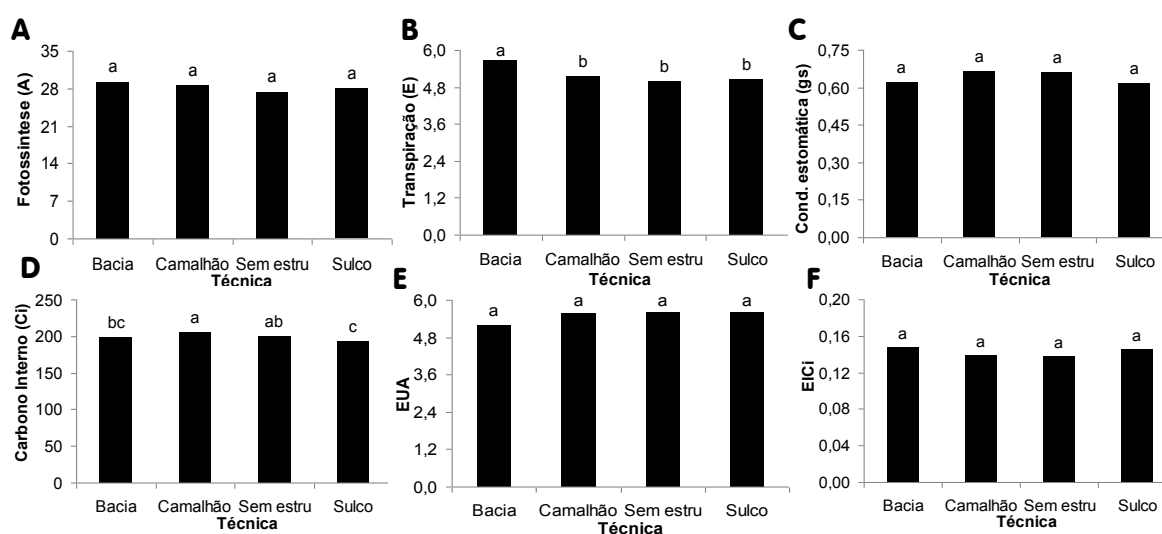


Figura 06: Fotossíntese (A) ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (D), Transpiração (E) ( $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (B), condutância estomática ( $\text{gs}$ ) ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (C), Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci) ( $\text{mmol de CO}_2 \text{ m}^{-2}$ ) (A), Eficiência instantânea no uso da água (EUA) [ $(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})$ ] (E) e eficiência intrínseca da carboxilação (EiCi) (A/Ci) (F) das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ* aos 57 dias após semeadura, correspondente ao período de restabelecimento da água no solo. Pombal, PB, 2012.

#### 4.2.2. Crescimento do Girassol

Verifica-se diferença significativa entre plantas de girassol cultivadas sob técnicas de captação de água para a altura de planta e o diâmetro de caule aos 50 dias após semeadura (Tabela 2). Aos 75 DAS, houve diferença apenas quanto à altura de planta. Tal resultado pode estar relacionado à ocorrência de chuvas durante quase todo o período de condução do experimento, já que o girassol é uma planta de ciclo curto, tendo uma baixa demanda hídrica, o que pode ter permitido que as plantas tivessem o mesmo crescimento em diâmetro e número de folhas no final, independente do tratamento.

Tabela 02: Resumo da análise de variância para a Altura de planta (Alt) (cm), número de folhas (NF) e diâmetro de caule (Diam) (mm) medida na segunda semana de junho (1), 50 dias após semeadura (DAS) e no final do experimento (F) (75 DAS), em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas) para a cultura do girassol. Pombal, PB, 2011.

Fonte de Variação	GL	QM					
		Alt 1	Alt F	NF 1	NF F	Diam 1	Diam F
Técnicas	3	134,04367**	94,95437**	1,72548 <sup>ns</sup>	4,73482 <sup>ns</sup>	8,12203**	4,59851 <sup>ns</sup>
Bloco	5	0,47348 <sup>ns</sup>	12,28797 <sup>ns</sup>	1,92744 <sup>ns</sup>	0,12713 <sup>ns</sup>	0,30891 <sup>ns</sup>	1,45513 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	6,02304	5,96522	1,56918	1,61334	0,33358	1,59130
CV		5,87	2,78	9,03	5,66	5,23	9,81
Média		41,72	87,87	13,87	22,44	11,05	12,86

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo a 5% de probabilidade; \*\* = significativo a 1% de probabilidade

Um aspecto importante a ser mencionado para a cultura do girassol é que esta é uma planta de crescimento determinado, assim, quando há o florescimento, cessa-se a emissão de folhas novas e o crescimento nos meristemas por divisão celular, ocorrendo, contudo, alongamento celular; deste modo, a partir da emissão da inflorescência a energia da planta é deslocada para formar o capítulo e o maior número de sementes possível, a fim de garantir a reprodução da cultura. Tais situações podem ter possibilitado que não ocorresse diferenciação no crescimento no final do ciclo, porém embora não contabilizado, houve diferenciação no tempo para aptidão à colheita.

Considerando que as técnicas de cultivo usadas neste trabalho tinham como objetivo conservar a água no solo, e que a diferenciação foliar do girassol ocorre entre 10 e 20 DAE (MERRIEN, 1992), período esse em que ocorreu uma maior precipitação de chuva, pode-se dizer que a redução na umidade do solo posteriormente não comprometeu o número de folhas, porém, com intensidade do estresse ocasionou redução na altura de plantas e diâmetro do caule assim como identificado por Silva (2007) analisando-se o comportamento da altura de plantas de girassol em regime de sequeiro e irrigado, notou-se um aumento relativo referente às plantas, em função da lâmina de água aplicada em que a lâmina que proporcionou maior crescimento foi 522,14 mm.

Ao detalhar os resultados obtidos na primeira avaliação (Figura 5), nota-se que o maior crescimento em altura de planta e diâmetro de caule ocorreu nas



plantas cultivadas sob bacias. Tal resultado pode ser relacionado ao maior conteúdo de água encontrado neste tratamento, assim como já mencionado.

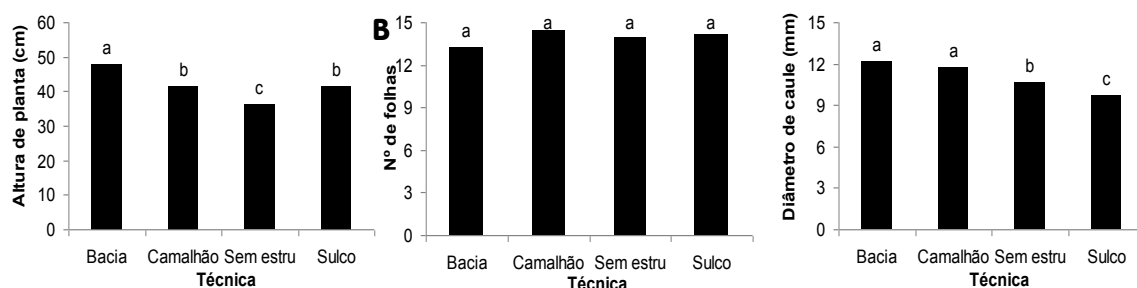


Figura 5- Altura de planta (cm) (A), número de folhas (B) e diâmetro de caule (mm) (C), das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ* avaliadas aos 50 dias após sementeira, correspondendo à avaliação de junho de 2011. Pombal, PB, 2011.

Na fase final do experimento as plantas de girassol possuíam, em média, cerca de 90 cm de altura, 20 folhas e caule com diâmetro entre 10 e 15 mm, resultado de crescimento abaixo do esperado para a cultura, já que a Embrapa informa que a variedade plantada pode apresentar porte de 155 cm de altura, 25 mm de diâmetro. Tais resultados, contudo, podem estar relacionado ao sistema de produção em si, principalmente por se tratar de um sistema de sequeiro, pois, embora as plantas tenham completado seu ciclo, houve limitação no crescimento, notadamente quando sabemos que o período crítico de déficit hídrico é o enchimento dos grãos, assim como disposto em Ungaro (1986).

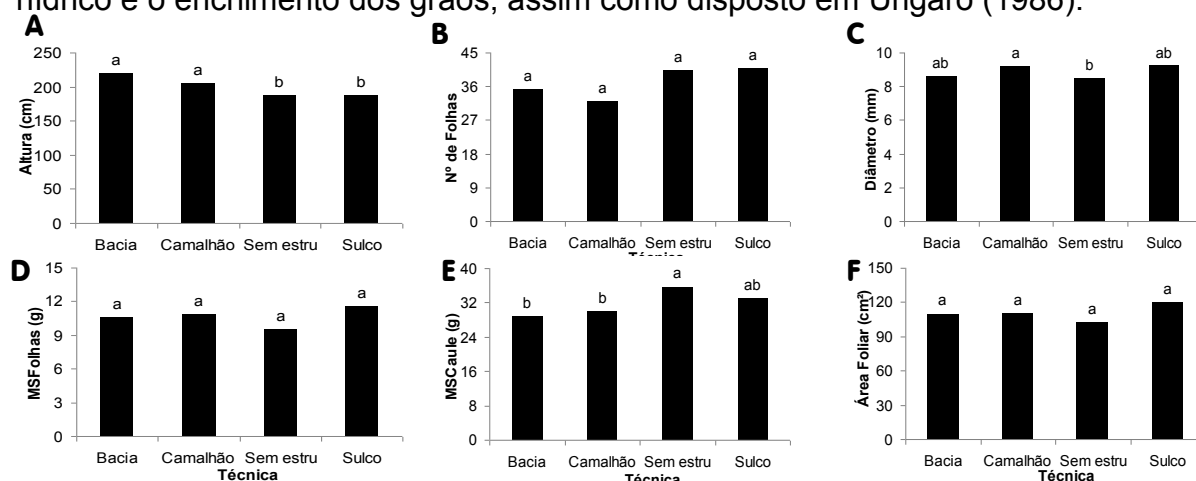


Figura 6- Altura de planta (A), número de folhas (B) e diâmetro de caule (C), massa seca das folhas (D), massa seca do caule (E) e área foliar (F) das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ* avaliadas aos 90 dias após sementeira, correspondendo à avaliação final do experimento. Pombal, PB, 2011.

#### 4.2.4. Produção do Girassol

Para a produtividade de grãos e do peso do capítulo do girassol, verificou-se diferença significativa, entre as técnicas cultivo (Tabela 5), confirmando os resultados explorados anteriormente, ou seja, as técnicas proporcionaram condições diferenciadas de umidade do solo, refletindo no crescimento e nos aspectos fisiológicos, gerando diferenciação na produção.

Tabela 06: Resumo da análise de variância para a produtividade de grãos (g/planta) e peso do capítulo (g) do girassol aos 75 dias após semeadura em função das técnicas de captação de água *in situ* (Técnicas). Pombal, PB, 2011.

Fonte de Variação	QM	QM	
		Produtividade	Peso do Capítulo
Técnicas	3	639,69979**	3476,22240**
Bloco	5	3,88489 <sup>ns</sup>	63,31282 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	4,00351	60,59541
CV		7,97	6,27
Média		25,09	124,08

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo a 5% e \*\* = significativo a 1% de probabilidade conforme teste de Tukey

Na Figura 9A, observa-se, um aumento relativo na produtividade dos grãos de girassol, em função das técnicas captação de água, sendo que para as plantas sob bacias a produtividade chegou a 40g planta<sup>-1</sup>, ou seja, 1.000 kg ha<sup>-1</sup>. O incremento médio verificado na produtividade foi da ordem de 67% para as bacias, comparada a testemunha (sem estrutura) que produziu cerca de 24g/planta, ou seja, 600 kg ha<sup>-1</sup>. Esta diferença pode estar relacionada com maior umidade obtida nessa técnica, a qual possibilitou melhor crescimento da cultura, refletindo, também, na produção. Já as plantas cultivadas sob camalhões verificou-se menor produtividade com aproximadamente 12 g planta<sup>-1</sup> (300 kg ha<sup>-1</sup>), o que pode estar relacionado à menor umidade e comportamento fisiológico verificado neste tratamento.

Embora se tenha esta variação na quantidade de grãos produzidos, os dados aqui observados são inferiores aos descritos por Backes' et al. (2008), trabalhando com doze variedades de girassol em diferentes sistemas de plantio (monocultivo e consorciado), os quais obtiveram uma média de produtividade de 46 g/planta. Ademais, salienta-se que os autores estudaram a cultura na condição de Santa Catarina, onde a precipitação pluviométrica é regular, diferente das condições do semiárido, remetendo a potencialidade do cultivo do girassol nesta região.

Em relação ao peso do capítulo, os tratamentos que proporcionaram pesos superiores aos demais foram bacias e sulcos com 130 e 150g capítulo<sup>-1</sup> respectivamente, que não diferiram estatisticamente entre si. Devido um maior acúmulo de água nas técnicas (bacias e sulco), observada durante a realização do experimento, favorecendo assim uma melhor produção em relação à testemunha. Esse resultado foi superior ao encontrado por Leite et al. (2005), trabalhando com variedade girassol Hélio 250 relatam que a produção dos aquênios aumenta rapidamente a partir dos 70 DAE, alcançando na colheita 74,1 g por capítulo e que o enchimento de aquênios foi devido, principalmente, as reservas acumuladas nas diferentes partes da planta, destacando-se inicialmente as folhas / pecíolo e caule e, no final de enchimento de aquênios, o capítulo.

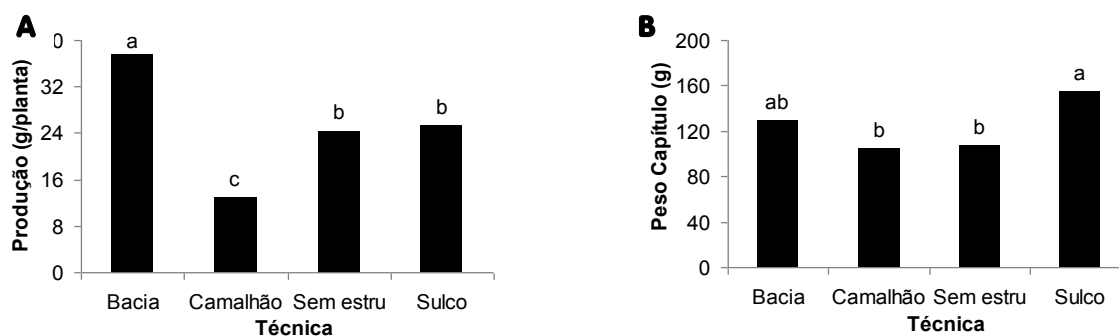


Figura 09: produtividade (g/planta) (A) e peso do capítulo (g) (B) das plantas de girassol em função das técnicas de captação de água *in situ* aos 75 dias após sementeira, correspondente a colheita da cultura. Pombal, PB, 2011.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização de bacias aumenta a conservação de umidade do solo por mais tempo, quando comparado com a testemunha (sem estruturas).

No período de estiagem, o sulco de cultivo conserva mais umidade no solo;

O melhor comportamento fisiológico do girassol é obtido nas plantas cultivadas em bacia, a qual proporcionou maior crescimento das plantas;

O cultivo do girassol utilizando técnicas de captação de água de chuva proporciona aumento de até 67% no rendimento da cultura, em relação a testemunha.

A bacia é a técnica de conservação do solo mais adequado para o cultivo do girassol no semiárido paraibano.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, J. F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. Campina Grande: UFCG, 2009. 56p. Dissertação Mestrado.

AGARWAL, A.; SUNITA N. Dying wisdom. **The rise, fall and potential of India's traditional water harvesting systems**. New Delhi, 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brasil, 1999.

ANJOS, José Barbosa *et al.* **Métodos de Captação de Água de Chuva in situ**. Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva, 9, 1999, Petrolina. **Anais**....Petrolina: Associação Brasileira de captação e manejo de Água de Chuva, 1999. Disponível em:< WWW.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/131486/1/OPB1849.pdf>. Acesso: 15 mar. 2012.

Anjos, J. B.; Brito, L. T. de L.; Silva, M. S. L. da. Métodos de captación de água de lluvia in situ e irrigación. In.: FAO (Roma, Itália): **Manual de práticas integradas de manejo y conservación de suelos**. Roma, 2000. Cap. 15, p. 139-150. (FAO. Boletín de Tierras y Águas, 8).

Anjos, J. B.; Brito, L. T. L. **Sistema de cultivo em camalhões com sulcos barrados**. Petrolina, PE. 1999. (Instrução Técnica, 10).

ANGELOCCI, L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera**: Introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: Esalq/USP, 2002. 272p.

BACKES, R. L., SOUZA, A. M., BALBINOT JUNIOR, A.A., GALLOTTI, G.J.M., ALVIMAR BAVARESCO, A., Desempenho de Cultivares de Girassol em Duas Épocas de Plantio de Safrinha no Planalto Norte Catarinense, **Scientia Agraria**, 2008, Curitiba, v.9, n.1, p.41-48.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 2003. 41p.

BEZERRA, M. A. **Trocas gasosas, fluorescência e níveis de carboidratos em cultivares de soja submetidos a défices hídrico e de fósforo** .2000. 86 f. Tese (Fisiologia vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG. Disponível em < ftp://ftp.bbt.ufv.br/teses/157531f.pdf> Acesso em 20/05/2012.

BEZERRA, F. M. L.; ARARIPE M. A. E.; TEÓFILO, E. M.; CORDEIRO, L. G.; SANTOS, J. J. A. dos. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. **Revista Ciência Agrônômica**, Vol. 34, n.1,p13-18, jan. 2003

BIODIESELBR. **Governo divulga informações sobre as matérias-primas do biodiesel**. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/bio/mudancas-selosocialanunciadas-09-09-08.htm>>. Acesso: 17 jan. 2012.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N., B.; ANJOS J., B.; SILVA, A., S.; PEREIRA, L., A. Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação *in situ* no semi-árido brasileiro. **Revista Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.507-515, jul./set. 2008

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do Girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005.p. 163-218.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A. **Cultura do girassol: tecnologia de produção**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1996. 19p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 67).

CAVASIN Júnior, C. P. **A cultura do girassol**. Guaíba, Agropecuária, 2001. 69 p.

CORNIANI, N. et al. Determinação das trocas gasosas e de potencial hídrico através do uso de sistemas portáteis na avaliação do estresse. In SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 14., 2006, Piracicaba. **Anais**. São Paulo: USP, 2006. CD-ROM.

CHAVES, M.M. Effects of water stress on carbon assimilation. **Journal Experimental Botany**, 42:1-16, 1991.

CULLIS, A.; PACEY, A. **A Development Dialogue**. Rainwater Harvesting in Turkana, London 1992.

CAVASIN Júnior, C. P. **A cultura do girassol**. Guaíba, Agropecuária, 2001. 69 p.

EASTIN, J. D. **Photosynthesis and translocation in relation to plant development**. In: RAO, N. G. P.; HOUSE, L.R. (Eds). *Sorghum in seventies*. New Delhi: Oxford. & IBH, 1972. P.214-246.

EINGG, A.W.; HAWER, V.L. Terrace benching to save potential runoff for semiarid land. **Agromomy Journal**, Madison, v. 51, p. 209-292. 1959.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001: girassol e trigo**. Londrina: EMPRAPA SOJA, 2002. p. 51.

EVENARI, M., SHANAN, L. And TADMORE, N., **The Negev: the challenge of a desert**, Havard University Press, Cambridge, United Kingdom, 1971.

FARIA, C.M.B. de. **Práticas que favorecem a capacidade produtiva do solo na agricultura de sequeiro do semi-árido brasileiro**. Petrolina, PE:EMBRAPA-CPATSA, 1992. 30p. II (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 28).

FERNANDES, P.D. **Análise de crescimento e desenvolvimento vegetal**. Campina Grande: UFPB, Departamento de Engenharia Agrícola, 2002. 52p.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2ed. Revisada e ampliada. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.

GAZZOLA, A. ; FERREIRA JR, C.T.G. ; CUNHA. D.A. ; BORTOLINI, E. ; PAIAO, G. D. ; PRIMIANO, I.V. ; PESTANA, J. ; D'ANDRÉA, M.S.C. ; OLIVEIRA, M. S. **A cultura do Girasol** . (TRABALHO DIDÁTICO- ENGENHARIA AGRONÔMICA) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Departamento de Produção vegetal (Trabalho didático) .IPiracicaba - SP. 2012. 69p.

GUERRA, H.O.C. **Física dos solos**. Campina Grande: Editora Universitária. 173p., 2000.

KANECHI, M.; UCHIDA, N.; YASUDA, T.; YAMAGUCHI, T. Non-stomatal inhibition associated with inactivation of Rubisco in dehydrated coffee leaves under unshaded and shaded conditions. **Plant and Cell Physiology**, 37:455-460, 1996.

KERBAUY, G. BABANTE, **Fisiologia vegetal**, -2 ed.-Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008 . p 1.

KNIES, A. E. **Temperatura e umidade de um solo franco arenoso cultivado com milho** . Santa Maria, UFSM. 2010. 18 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

KONRAD, M.L.F.; SILVA, J.A.B.; FURLANI, P.R.; MACHADO, E.C. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v.64, n.3, p.339-347, 2005.

LAZZAROTTO, J. J.; ROESSING, A. C.; MELLO, H. C. **O agronegócio do girassol no mundo e no Brasil**. In: LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.15-42.

LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 206 p.

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M. et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 78.).

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de.; CARVALHO, C. G. P. de. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 208.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa, MG: UFV, 2005. 451 p.

MERRIEN, A. **Physiologie du tornesol**, Paris: CETION, 1992. 66p

NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G.; MARTINS, F.; A.D.; PINHO, P.J. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.517-521, 2005.

NEVES, L.L.M.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; MARTINEZ, C.A.; SALOMÃO, L.C.C. Crescimento, trocas gasosas e potencial osmótico da bananeira "Prata" submetida a diferentes doses de sódio e cálcio em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.524-529, 2002.

OLIVEIRA, A. D., FERNANDES, E. J., RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em Feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.86-95, jan./abr. 2005.

OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CARVALHO, C. G. P. **Melhoramento do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 269-297.

OMETTO J. P. H. B. et al. Variação temporal do isótopo estável do carbono em material arbóreo em florestas da região Amazônica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA, 4., 2003, Fortaleza. **Anais**. Rio Claro: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2003. CD-ROM.

PACEY, A.; CULLIS, A. **Rainwater Harvesting**. The collection of Rainfall and Runoff in Rural Areas, London, 1986.

PORTO, E.R. et al. **Captação e Aproveitamento de Água de Chuva na Produção Agrícola dos Pequenos Produtores do Semi-árido Brasileiro**. 9th International Rainwater Catchment Systems Conference at Petrolina, Brasil, 1999.

RIBEIRO, R.V. **Variação sazonal da fotossíntese e relações hídricas de laranjeira "Valência"**. Piracicaba, 2006. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia / Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

SELMECZI-KOVACS, A. Akklimatisation und verbreitung der sonnenblume in Europa. **Acta Ethnographica Academiae Hungaricae**, Budapest, v.24, n. 1-2, p.47-88, 1975.

Silva, M. de L. O. E.; Farias, M. A. de; Morais, A. R. de; Andrade, G. P.; Lima, E. M. de C. Crescimento e produtividade do girassol cultivadona entressafra



com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

SILVA, A. de S.; PORTO, E. R.; BRITO, L. T. de L.; MONTEIRO, M. A. R. Captação de água de chuva "in situ" I: **Comparação de métodos da região semi-árida brasileira**. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido. Captação de água de chuva "in situ": comparação de métodos e densidade de plantio. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1989. p.5-24. (EMBRAPA-CPATSA, Boletim de Pesquisa, 35).

STERN, P.H. **Small scale irrigation**: a manual of low-cost water technology. London: Intermediate Technology Publications, 1979. 152p. il.

SOUZA, C. R.; SOARES, A. M.; REGINA, M. A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1221-1230. 2001.

SOUZA, W.K. Girassol. **Imagem Rural**. v.5, n.54, p.4-8, 1998

SCHOLES, J.D.; HORTON, P. Photosynthesis and chlorophyll fluorescence: Simultaneous measurements. In: **Methodes in comparative plant ecology**. Chapman e Hall, London, 1993. 252p.

UNGARO, M. R. G. **Instruções para a cultura do Girassol**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. 1986, 26 p. (Boletim Técnico n. 105).