



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Dissertação de Mestrado

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS
DE CULTIVARES DE GIRASSOL SOB
DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA MAIA JÚNIOR

**Campina Grande
Paraíba**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DE CULTIVARES DE
GIRASSOL SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA MAIA JÚNIOR

Campina Grande, PB

Fevereiro, 2013

SEBASTIÃO DE OLIVEIRA MAIA JÚNIOR

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DE CULTIVARES DE
GIRASSOL SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS**

ORIENTADOR: Prof. PhD. HUGO O. CARVALLO GUERRA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

**Campina Grande, PB
Fevereiro, 2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- M217a **Maia Júnior, Sebastião de Oliveira.**
Aspectos morfológicos e fisiológicos de cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos/ Sebastião de oliveira Maia Júnior. -- 2013.
82 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- "Orientação: Prof. Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra".
Referências.
1. Helianthus annuus L. 2. Irrigação. 3. Diversidade Genética. 4. Crescimento. 5. Fisiologia. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Título.

CDU 633.85(043)

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

SEBASTIÃO OLIVEIRA MAIA JÚNIOR

ASPECTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DE CULTIVARES DE
GIRASSOL SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Aprovado

Dr. Hugo Orlando Carvalho Guerra
Orientador (UAEA/CTRN/UFPG)

Aprovado

Dr.ª Lúcia Helena Garófalo Chaves
Orientador (UAEA/CTRN/UFPG)

APROVADO

Dr. Gilberto da Cruz Gouveia Neto
Examinador (IFAL/MACEIO/AL)

FEVEREIRO DE 2013

*Aos meus pais, Sebastião Maia e Maria Barrêto, razão da minha existência;
Ao meu irmão, Chaga, pela cumplicidade;
À minha irmã, Boneca, pelo carinho e apoio;
A Evandro (in memoriam), pelo convívio e amizade;
Às minhas sobrinhas, Vanessa e Vitória, por todos os momentos de descontração.
A toda minha família, pelo apoio e torcida;*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicial e infinitamente a DEUS, pela vida, por esta conquista e por todas já alcançadas até aqui;

Aos meus familiares, que mesmo distantes, não ausentaram vosso apoio e torcida;

Ao orientador, professor PhD. Hugo Orlando Carvalho Guerra, pela atenção, dedicação e aprendizado prestados nesse período;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro durante o curso;

À Universidade Federal de Campina Grande pelo oferecimento do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola;

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola por todo o conhecimento repassado;

Aos amigos que contribuíram no desenvolvimento deste trabalho: Jailma, Janiva, Danila, Rosinaldo, Flávio, Ivomberg, Abel, Rafael, Susane e Gil;

Aos colegas e amigos do Curso de Engenharia Agrícola por todo esse período de companheirismo e amizade: Abel, Aaron, Antônio, Arsênio, whélyson, Wilson, Calado, Benjamin, Danila, Denise, Janivan, Jailma, Lenildo, Marcos, Flávio, Rosinaldo, Aryadne, Kalyne, Pedro Henrique, Enoque, Luciano, Navilta; enfim, a todos;

Aos amigos fraternos: Flaviana, Alexson, Lucimara, Mônica, Jeferson, e todos os demais;

A Emepa pelo fornecimento do solo;

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS);

A Rogério, pelos esclarecimentos na utilização do FDR;

À Dona Cida e a Gilson, pelas receptividades e serviços prestados, sempre;

Aos amigos e companheiros de república, Flávio, Rosinaldo, Baiano, Leandro, Marcelo e Soni.

À banca examinadora pelas contribuições;

A todos que torceram e contribuíram, direta ou indiretamente, para o sucesso deste trabalho

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo Geral.....	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1. Aspectos gerais da cultura do girassol	19
3.2. Características morfológicas e ciclo fenológico	20
3.3. Importância econômica.....	22
3.4. Cultivares de girassol.....	23
3.5. Exigências hídricas do girassol.....	24
3.6. Efeito do conteúdo de água no solo no crescimento, desenvolvimento e produção do girassol.....	26
3.7. Efeito do conteúdo de água no solo nos aspectos fotossintéticos do girassol	27
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1. Localização da pesquisa.....	31
4.2. Natureza, instalação e condução do experimento	31
4.2.1. Cultivares utilizadas.....	32
4.3. Tratos culturais e manejo fitossanitário	34
4.4. Variáveis analisadas.....	35
4.4.1. Variáveis de crescimento e desenvolvimento	35
4.4.1.1. Altura da planta, Diâmetro do Caule, Taxas de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e diâmetro do caule, Número de folhas, Área foliar, Início do florescimento e Maturação fisiológica.....	35
4.4.2. Variáveis de produção	36
4.4.3. Componentes fotossintéticos	36
4.4.3.1. Índice relativo de clorofila (IRC).....	36
4.4.3.2. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	37

4.4.3.3. Teores de clorofilas <i>a</i> , <i>b</i> , <i>total</i> e carotenoides.....	37
4.4.3.4. Correlações entre componentes fotossintéticos.....	39
4.5. Análises estatísticas dos dados	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
5.1. Crescimento e desenvolvimento	40
5.1.1. Altura de plantas (AP).....	40
5.1.2. Diâmetro do caule (DC).....	42
5.1.3. Taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da altura de planta e diâmetro do caule	46
5.1.4. Número de folhas (NF)	49
5.1.5. Área foliar (AF).....	52
5.1.6. Início do florescimento (IF)	55
5.1.7. Maturação fisiológica (MF)	57
5.2. Componentes da produção.....	58
5.2.1. Fitomassa da parte aérea (FPA)	58
5.2.2. Número de aquênios por capítulo (NA)	60
5.2.3. Peso de aquênios por capítulo (PA)	62
5.3. Componentes fotossintéticos	63
5.3.1. Índice relativo de clorofila (IRC).....	63
5.3.2. Fluorescência da clorofila <i>a</i> : eficiência fotossintética do fotossistema II (Fv/Fm).....	65
5.3.3. Teores de pigmentos fotossintéticos: clorofila <i>a</i> , <i>b</i> , <i>total</i> e carotenoides	66
5.3.4. Correlações entre componentes fotossintéticos.....	68
6. CONCLUSÕES.....	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo utilizado	33
Tabela 2. Análise química do solo utilizado	33
Tabela 3. Lâmina total aplicada, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento para as cultivares utilizadas	34
Tabela 4. Resumo das análises de variância referente à variável altura de planta (AP), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos .	40
Tabela 5. Resumo das análises de variância referente à variável diâmetro do caule (DC), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos	43
Tabela 6. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 20 DAS	44
Tabela 7. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 50 DAS	45
Tabela 8. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 80 DAS	46
Tabela 9. Resumo das análises de variâncias das Taxas de crescimento absoluto da altura de planta (TCA_{AP}) e diâmetro do caule (TCA_{DC}), e Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCR_{AP}) e diâmetro do caule (TCR_{DC}) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	47
Tabela 10. Resumo das análises de variância referente à variável número de folhas (NF), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos	49
Tabela 11. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o número de folhas aos 20 DAS	52
Tabela 12. Resumo das análises de variância referente à variável área foliar (AF), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos .	53
Tabela 13. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a área foliar aos 20 DAS	55
Tabela 14. Resumo das análises de variâncias para o Início de florescimento (IF), Maturação fisiológica (MF) e Fitomassa da parte aérea (FPA) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	56
Tabela 15. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a maturação fisiológica.....	58
Tabela 16. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a fitomassa da parte aérea.....	60

Tabela 17. Resumo da análise de variância para o Número de aquênios (NA) e Peso de aquênios por capítulo (PA) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	61
Tabela 18. Resumo das análises de variâncias para a o Índice relativo de clorofila (SPAD) de cultivares de girassol aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura (DAS) submetidas a diferentes regimes hídricos	64
Tabela 19. Resumo das análises de variâncias para a Fluorescência inicial (F0), Fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv) e Eficiência máxima do PS II (Fv/Fm) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	66
Tabela 20. Resumo das análises de variâncias da Clorofila <i>a</i> (Chl <i>a</i>), Clorofila <i>b</i> (Chl <i>b</i>), Clorofila Total (Chl <i>t</i>) e Carotenóides (Carot) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	67
Tabela 21. Análise de correlação simples (<i>r</i>) entre as variáveis dependentes e independente de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios diários de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ocorridas durante o período de execução do experimento	31
Figura 2. Leitura do índice de clorofila (SPAD) (A) e vazamento dos discos foliares (B) em plantas de girassol.....	38
Figura 3. Aparelho utilizado para análise da fluorescência da clorofila <i>a</i> (A) e cliques em adaptação ao escuro (B) em plantas de girassol	38
Figura 4. Materiais e equipamentos utilizados para leitura dos teores de pigmentos fotossintetizantes de plantas de girassol	39
Figura 5. Altura de plantas (AP) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	42
Figura 6. Diâmetro do caule (mm) aos 50 (A) e aos 80 DAS (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	44
Figura 7. Taxas de crescimento absoluto para altura de plantas (TCA _{AP}) (A) e diâmetro do caule (TCA _{DC}) (B) e Taxas de crescimento relativo para altura de plantas (TCR _{AP}) (C) e diâmetro do caule (TCR _{DC}) (D) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	48
Figura 8. Número de folhas (unidades) aos 20 (A), aos 50 (B) e aos 80 DAS (C), de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	51
Figura 9. Área foliar aos 50 (A) e 80 DAS (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	54
Figura 10. Maturação fisiológica (MF) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	58
Figura 11. Fitomassa da parte aérea (FPA) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	59
Figura 12. Número de aquênios por capítulo (NA) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos	62
Figura 13. Peso de aquênios por capítulo (PA) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	63
Figura 14. Teor de Clorofila <i>b</i> (Chl <i>b</i>) (A) e Clorofila total (Chl <i>t</i>) (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.....	68
Figura 15. Correlação linear entre índice relativo de clorofila (SPAD) e teor de clorofila total (mg gMF ⁻¹) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos...	69

ÍNDICE DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

C	Cultivar
RH	Regime Hídrico
UR	Umidade relativa do ar (%)
T	Temperatura do ar (°C)
CC	Capacidade de campo (%)
AP	Altura da planta (cm)
DC	Diâmetro do caule (mm)
NF	Número de folhas
AF	Área foliar (cm ²)
DAS	Dias Após Semeadura
TCA	Taxa de crescimento absoluto
TCR	Taxa de crescimento relativo
IF	Início do florescimento (dias)
MFA	Maturação fisiológica (dias)
FPA	Fitomassa da parte aérea (g)
NA	Número de aquênios por capítulo
SPAD	Soil Plant Analysis Development
Chl <i>a</i>	Clorofila <i>a</i> (mg g ⁻¹)
Chl <i>b</i>	Clorofila <i>b</i> (mg g ⁻¹)
Chl <i>t</i>	Clorofila total (mg g ⁻¹)
Carot	Carotenoides (mg g ⁻¹)
MF	Matéria fresca (g)
F ₀	Fluorescência inicial
F _m	Fluorescência máxima
F _v	Fluorescência variável
F _v /F _m	Rendimento quântico máximo do fotossistema II
PSII	Fotossistema II

ASPECTOS MORFOLÓGICOS E FISIOLÓGICOS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SOB DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS

RESUMO

Atualmente a cultura do girassol vem crescendo acentuadamente devido sua múltipla utilidade, como alimentação humana, ração de animais, ornamentação e produção de biodiesel. No entanto, quando exposta a fatores abióticos como a restrição hídrica que é um dos principais fatores limitantes à produtividade agrícola, há consideráveis reduções na sua produção. Com o objetivo de ampliar os estudos sobre os efeitos da restrição hídrica sob características de crescimento, fisiológicas e de produção do girassol, foi realizado o presente estudo em vasos contendo 100 litros de substrato, em casa de vegetação localizada na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4 (3 cultivares x 4 regimes hídricos), com quatro repetições. As cultivares foram BRS Gira 26, Agrobrel 962 e Embrapa 122 e os regimes hídricos consistiram de 40, 60, 80 e 100% da capacidade de campo, sendo iniciados aos 15 DAS. As variáveis avaliadas foram: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar aos 20, 50 e 80 DAS; taxas de crescimento absoluto e relativo da altura da planta e diâmetro do caule, início do florescimento, maturação fisiológica, fitomassa da parte aérea, número e peso de aquênios por capítulo, índice relativo de clorofila, fluorescência da clorofila *a*, teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides. Avaliaram-se também as correlações entre o índice relativo de clorofila e o teor de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenoides. Não houve diferença estatística significativa entre as cultivares para o número de folhas aos 50 DAS, área foliar aos 20 e 50 DAS, índice relativo de clorofila aos 60 DAS, fluorescência da clorofila *a*, e teores de clorofila *a*, *b* e total. Houve aumento na altura das plantas, diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, taxa de crescimento absoluto da altura da planta e diâmetro do caule, fitomassa da parte aérea, número e peso de aquênios por capítulo, e teores de clorofila *b* e total conforme o aumento de água no solo. Houve correlação apenas entre o Índice relativo de clorofila e o teor de clorofila total. A cultivar Embrapa 122 obteve maior diâmetro do caule e altura da planta, aos 20 e 50 DAS, respectivamente, e apresentou o menor ciclo fenológico. A cultivar BRS Gira 26 obteve a maior altura de plantas, número de folhas e área foliar

aos 80 DAS, enquanto a Agrobet 962 obteve melhores resultados para o diâmetro do caule aos 50 e 80 DAS, número de folhas aos 20 DAS, maior fitomassa da parte aérea, número de aquênios e teor de carotenoides.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., irrigação, diversidade genética, crescimento, fisiologia

ASPECTS MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL OF SUNFLOWER CULTIVARS UNDER DIFFERENT WATER REGIMES

ABSTRACT

Currently sunflower cultivation has increased sharply due to its multiple use as human food, animal feed, ornamentation and biodiesel production. When exposed to abiotic factors such as water restriction there are considerable reductions in its production. Aiming to expand the knowledge on the effects of water restriction on growth characteristics, physiological and sunflower production, this study was conducted in pots containing 100 liters of substrate in a greenhouse located in the Academic Unit of Agricultural Engineering Federal University of Campina Grande, Campina Grande, PB. The experimental design was completely randomized in a 3x4 factorial design (3 cultivars x 4 water regimes), with four replications. The cultivars were BRS Turns 26, Agrobela 962 and Embrapa 122 and the water regimes 40, 60, 80 and 100% of field capacity. The variables evaluated were: plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area measured at 20, 50 and 80 DAS; absolute growth rates and relative plant height and stem diameter, early flowering, physiological maturity, dry matter of shoots, number and weight of achenes for each chapter, relative chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, content of chlorophyll a, b, and total carotenoids. Were also evaluated the correlations between relative chlorophyll index and chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids. There was not statistical significant difference among cultivars for the number of leaves at 50 DAS, leaf area at 20 and 50 DAS, relative chlorophyll index at 60 DAS, chlorophyll fluorescence and contents of chlorophyll a, b and total. Plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, absolute growth rate of plant height and stem diameter, dry weight of shoots, number and weight of achenes per chapter and contents of chlorophyll b and total increased with the soil water content. It was observed correlation only between the relative index of chlorophyll and total chlorophyll content. Embrapa 122 had greatest stem diameter and plant height at 20 and 50 DAT, respectively, and presented the shortest phenological cycle. The BRS Gira 26 had the highest plant height, leaf number and leaf area at 80 DAS, while Agrobela 962 provided better results for the stem diameter at 50 and 80 DAS, number of leaves at 20 DAS, higher biomass of shoots, number of achenes and carotenoids content.

Key words: *Helianthus annuus* L., irrigation, genetic diversity, growth, physiology

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal originária das Américas, de ciclo anual, pertencente à família Asteraceae, com inúmeras aplicações na atualidade e, considerada uma das plantas que apresentam potencial máximo de sua produção podendo ser utilizado na alimentação humana, na ração de animais e na produção de Biodiesel, além de apresentar aptidão ornamental (DICKMANN et al., 2005).

Esta cultura é uma das espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, por constituir uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas de rotação ou sucessão de culturas, além de apresentar características desejáveis do ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, e alta qualidade e quantidade de óleo produzido, antevendo-se uma boa e nova opção de renda aos produtores brasileiros, visto a recente decisão do governo Federal em se utilizar o óleo vegetal na matriz energética nacional, por meio de sua adição ao óleo diesel comercial (LOPES et al., 2009; SILVA et al., 2007a).

Em levantamento realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estimou-se, para a safra 2010/2011, uma redução de área do cultivo de girassol em torno de 14,4% (CONAB, 2011). Um dos fatores que contribuem para essa redução são as poucas informações disponíveis sobre cultivares adaptados (CAPONE et al., 2012), uma vez que a escolha do material genético é fator ideal e decisivo para assegurar a rentabilidade da cultura (PAES et al., 2009) e formas de manejo apropriadas, como a prática da irrigação, para as diferentes regiões do país.

Para Santos et al. (2002) o estudo de cultivares em função da disponibilidade hídrica do solo, permite avaliar como se comportam as culturas, qual o manejo adequado para se fazer irrigação ou até mesmo encontrar estratégias para cultivos de sequeiro. Oliveira et al. (2010) asseguram que, além de incrementar a produtividade, o uso de cultivares de melhor adaptação constitui-se em fator de baixo custo no sistema de produção e, conseqüentemente, de fácil adoção pelos produtores.

Geralmente, o excesso ou a falta de água numa cultura é prejudicial ao seu desenvolvimento. O excesso acarreta na falta de oxigênio para as raízes, o que provoca a morte dos tecidos radiculares por favorecer a fermentação láctica e acidose nas células, podendo também levar à redução na absorção de nutrientes e água por falta de energia (TAIZ e ZEIGER, 2009). De outro modo, o déficit hídrico caracterizado pela redução do conteúdo de água no solo, é o maior problema enfrentado pela agricultura e a

habilidade de tolerância à seca é de grande importância. O estresse por escassez de água desencadeia uma ampla variedade de respostas no vegetal, como alterações na expressão genética e metabolismo celular, diminuições nas taxas de crescimento e produtividade, bem como a inibição de vários processos fisiológicos (CARNEIRO, 2011) entre eles a limitação na síntese de clorofila (DUTRA et al., 2012).

As clorofilas, por sua vez, exercem um controle dominante sobre a quantidade de radiação solar absorvida pelas plantas e por essa razão as suas concentrações foliares exercem uma estreita relação com as taxas fotossintéticas e a produtividade primária (STREIT et al., 2005).

Vários estudos têm avaliado a questão da disponibilidade hídrica no girassol, como os de Silva et al. (2007a), os quais abordam que a irrigação proporcionou aumento na produtividade de grãos e de óleo, e na altura das plantas, e de (NOBRE et al., 2010) que verificaram o favorecimento da reposição hídrica sobre altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, diâmetro de capítulo, fitomassa fresca de capítulo, número de aquênios por capítulo e fitomassa de aquênios por planta.

Salienta-se que as respostas das plantas às condições de estresse hídrico variam também de acordo com a espécie, cultivar, tempo de exposição e fatores edáficos, entre outros (NASCIMENTO et al., 2011; LIMA, 2011).

Atualmente a problemática com a escassez de água, torna-se imprescindível a otimização do uso dos recursos hídricos, necessitando-se de um manejo adequado da irrigação onde possa se identificar as lâminas de água ideais para se obter uma produção equilibrada das culturas a serem irrigadas (CARVALHO et al., 2011).

Nesta perspectiva evidencia-se, ainda, a necessidade de se realizar pesquisas a respeito da disponibilidade hídrica das culturas, inclusive, investigando este fator associado a diferentes materiais genéticos, uma vez que há grandes variabilidades destes para superar o estresse hídrico, normalmente envolvendo uma ação complexa relacionada à sensibilidade e à tolerância a outros fatores.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar aspectos morfofisiológicos de três cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.

2.2. Objetivos Específicos

- ❖ Analisar o crescimento e o desenvolvimento de três cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos;
- ❖ Avaliar o índice relativo e a fluorescência da clorofila *a* de três cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos;
- ❖ Avaliar os teores de pigmentos fotossintéticos de três cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos.
- ❖ Analisar a correlação entre o índice relativo de clorofila e o teor de clorofila *a*, de clorofila *b*, de clorofila total e de carotenoides.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais da cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, originária do continente americano que tem, como centro de origem, o México. No Brasil adapta-se a diferentes condições ambientais podendo ser cultivado desde o Rio Grande do Sul até o hemisfério Norte, no estado de Roraima (CASTRO e FARIAS, 2005).

De acordo com (LEITE et al. 2005), o girassol é classificada, botanicamente, como:

Reino: Plantae

Divisão: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Ordem: Asterales

Família: Asteraceae

Gênero: *Helianthus* L.

Espécie: *Helianthus annuus*.

O girassol é uma planta cultivada em todo o mundo, tendo sido introduzida no Brasil pelos colonizadores europeus que se estabeleceram no sul e que de início, consumiam suas sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá rico em cafeína. O uso de sementes de girassol para produção de óleo numa perspectiva econômica no Estado de São Paulo começou a partir de 1902. No século XX, artigos publicados em alguns jornais de São Paulo mostraram essa espécie como uma excelente forrageira, sobretudo para a bacia leiteira daquele estado. Também foi ressaltada sua importância como cultura melífera, além da utilização das sementes na alimentação de pássaros (LIRA et al., 2011). De acordo com esses autores, o rendimento da cultura é pouco influenciado pela latitude, longitude e pelo fotoperíodo. Quanto aos solos são indicados os de textura média, profundos, com boa drenagem, razoável fertilidade e pH variável de ácido a neutro, superior a 5,2; em geral, para os solos identificados para o cultivo do girassol, recomenda-se a prática de uma gradagem. Em solos compactados há a necessidade de se proceder a subsolagem, enquanto que nos argilosos, sugere-se uma aração na profundidade de até 20 cm, seguida de duas gradagens em sentido contrário, de modo que o terreno seja bem destorroado. As faixas de temperatura toleradas pelo girassol giram em torno de 10 a 34° C, sem redução significativa da produção,

indicando a adaptação da cultura a regiões com dias quentes e noites frias. Para (CAPPELLARI, 2010) visualmente, o maior efeito da temperatura ocorre sobre a taxa de desenvolvimento, originando plantas menores, com menor área foliar e, conseqüentemente, prejuízos no potencial de produção. Além do fato de que temperaturas baixas aumentam o ciclo da cultura atrasando a floração e a maturação; quando ocorrem após o início da floração, podem afetar significativamente o rendimento.

3.2. Características morfológicas e ciclo fenológico

O crescimento e o desenvolvimento das culturas resultam de fatores genéticos e ambientais e suas interações, em que a quantificação dos fatores ambientais possibilita a melhoria nas técnicas de produção. Entre os principais fatores ambientais mais importantes para o desenvolvimento dos vegetais se destaca o suprimento hídrico (OLIVEIRA et al., 2010).

Para se obter o máximo potencial de produção é importante conhecer a fenologia das plantas em cada fase do desenvolvimento (da emergência à colheita); da emergência até 30 dias (aparecimento do botão floral), o crescimento do girassol é lento, consumindo pouca água; entretanto, a partir desse período até o final do florescimento, o crescimento é rápido, aumentando o consumo de água (CASTRO et al., 1996). A escala fenológica de desenvolvimento divide-se em vegetativa e reprodutiva (SCHNEITER; MILLER, 1981). Na fase vegetativa o estágio VE indica o período de plantio até o aparecimento da primeira folha acima dos cotilédones, e os estádios V1, V2, V3 e Vn referem-se à fase em que as folhas apresentam comprimento maior que 4 cm; na fase reprodutiva ocorrem o desenvolvimento da inflorescência (R1, R2, R3 e R4), o florescimento (R5 e R6), o enchimento de aquênios (R7 e R8) e a maturação fisiológica (R9) (SCHNEITER e MILLER, 1981; CASTRO e FARIAS, 2005).

Quadro 1. Descrição esquematizada das fases de desenvolvimento de girassol, adaptado de Schneiter e Miller (1981)

Emergência	Nº de folhas maiores que 4 cm			Desenvolvimento da inflorescência				Floração		Enchimento de Aquênios		Maturação fisiológica
	VE	V1	V2	VN	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Fase Vegetativa				Fase reprodutiva								

A raiz é pivotante, com uma raiz principal e várias raízes secundárias. As inflorescências são tipicamente em capítulos, característica marcante da família. O capítulo é formado por várias flores, geralmente pequenas, assentadas em um receptáculo comum, geralmente plano, dividido em duas partes florais, uma estéril, constituída das folhas modificadas relacionadas à atração de insetos (brácteas) e outra parte, fértil, as flores do disco constituídas de ovário, sépalas modificadas, o tubo da corola com as pétalas unidas, o estilete e o estigma bifido, mas que fica acentuadamente convexo por ocasião da maturação dos aquênios. O ovário é ínfero e bicarpelar parecendo ser unilocular e uniovulado (TEIXEIRA e ZAMPIERON, 2008). O caule do girassol é herbáceo, ereto, vigoroso e cilíndrico (CASTRO e FARIAS, 2005), estriado longitudinalmente, fistulado e oco, cheio de um tecido aquoso e esponjoso que desaparece na maturação, pubescente e áspero, possuindo coloração verde até o término da floração, tornando-se amarelo e, a seguir, pardacento, na época da colheita (ROSSI, 1998). Castro e Farias (2005) citam que em híbridos e variedades comerciais não há ramificações atingindo diâmetro médio de 4 cm, variando de 1 a 8 cm, e a altura oscilando entre 0,7 a 4,0 m. O desenvolvimento do caule é bastante influenciado pelas condições ambientais, como a disponibilidade hídrica.

Em trabalho realizado por (FREITAS et al., 2012) a altura das plantas de girassol comportou-se linearmente com incremento de 17%, conforme o acréscimo da reposição hídrica, atingindo valores máximos de 112,4 cm com a maior reposição, enquanto para o diâmetro do caule o incremento foi de 13% atingindo o valor máximo de 14,60 mm; já em estudo conduzido por (CAPONE et al., 2012) a estatura média atingida entre cultivares foi de 165 cm. A taxa de crescimento do girassol é muito sensível às oscilações hídricas do solo (BARNI et al., 1995).

3.3. Importância econômica

O girassol é uma espécie oleaginosa de grande importância econômica, utilizado na alimentação humana e animal, como planta ornamental e como matéria prima para a produção de biodiesel. A obtenção de altas produtividades vai depender do uso de cultivares adaptadas, quer sejam variedades ou híbridos e a utilização de um pacote tecnológico mais adequado (LIRA et al., 2011). O rendimento de grãos nas lavouras de girassol pode ultrapassar 2500 kg ha⁻¹, com os meios tecnológicos nacionais atualmente disponíveis. Em áreas experimentais há registro de rendimentos superiores a 3000 kg ha⁻¹ (SMIDERLE et al., 2003).

É uma espécie produtora de grãos e forragem de fácil adaptação aos diversos ambientes, apesar de não ter a mesma tradição de cultivo no país como algodão, milho e soja, dentre outras culturas; suas sementes são ricas em óleo, chegando em algumas variedades produzidas por hibridação a ter quantidades consideráveis. Em cada tonelada de sementes, se extraem em média 400 kg de óleo, o qual pode ser destinado ao consumo humano ou para produção de biodiesel, 250 kg de casca e 350 kg de torta destinadas ao raçãoamento de animais, com 45 a 50% de proteína bruta (CASTRO et al., 1997); seu óleo, com excelente qualidade industrial e nutricional, é sua principal utilização. Embora o óleo mais consumido no Brasil seja o de soja, a demanda por óleos vegetais com composição química especial vem aumentando nos últimos cinco anos. Anualmente, o consumo brasileiro de óleos vegetais é estimado em quatro milhões de toneladas; deste total, cerca de 15% correspondem a óleos e azeites com propriedades funcionais, como é o caso do óleo de girassol (IVANOFF, 2009) que, de acordo com (CAPONE et al., 2012) apresenta excelente qualidade por ser ótima fonte de ácido linolênico (ômega-3) e ácido linoleico (ômega-6).

O cultivo de girassol atendia anteriormente, às finalidades de produção de aquênios para alimentação de pássaros, produção de óleos comestíveis e alimentação animal. No entanto, a partir de 2005 a cultura tem despertado interesse no cenário produtor nacional devido à possibilidade do óleo ser utilizado na fabricação de biodiesel (BACKES et al., 2008).

De acordo com (MANDARINO, 2005) o potencial de cultivo do girassol se dá devido à boa produtividade e suas qualidades organolépticas, as quais apresentam, em sua composição cerca de 20% de proteínas, 47% de matéria graxa, 20% de carboidratos totais e 4% de minerais. O óleo de girassol é rico em ácidos graxos insaturados, destacando-se o linoleico, considerado essencial à saúde humana.

Atualmente, além de outras regiões produtoras no país, o Nordeste brasileiro vem obtendo, até então, bom desempenho com o girassol, o que faz com que o mesmo seja indicado como mais uma alternativa de exploração comercial, principalmente para a agricultura familiar (LIRA et al., 2011).

3.4. Cultivares de girassol

As plantas de girassol apresentam ampla variação genética. De acordo com Porto et al. (2009) e devido ao fato do girassol ser uma cultura relativamente nova no país, é de grande importância a obtenção de informações agronômicas sobre as cultivares disponíveis por meio da pesquisa pois se torna possível selecionar e recomendar aquelas mais adaptadas às regiões produtoras o que, conseqüentemente, pode aumentar o sucesso do produtor com a cultura, com maiores produtividades e retornos econômicos competitivos com outras lavouras já estabelecidas.

Embora, o girassol esteja sendo bastante utilizado nas regiões produtoras de grãos como cultura de rotação e/ou sucessão de culturas, há necessidade de adequá-lo aos sistemas de produção das diferentes localidades do Brasil, sendo necessários esforços dos programas de melhoramento genético para o desenvolvimento de cultivares que apresentem alguns caracteres simultaneamente, como alto teor de óleo, ciclo precoce, porte reduzido, resistência a fatores bióticos e abióticos, além de alto potencial produtivo (OLIVEIRA et al., 2005).

O conhecimento genético de girassol realizado com diferentes objetivos converge para uma finalidade, que é o maior ganho no rendimento da cultura, em que a maioria dos caracteres é complexa e resultante da expressão e da associação de diferentes componentes, os quais, por sua vez, são considerados no processo seletivo pelo melhorista. Além de altura de planta, dias para florescimento, dias para maturação fisiológica, e tolerância à seca, devem ser considerados também os caracteres número de grãos/planta, peso grãos, diâmetro do capítulo, diâmetro do caule, número, tamanho e área da folha entre outros, visando ao desenvolvimento de cultivares (variedades e híbridos) caracterizadas pela alta produtividade e estabilidade no desempenho, Castiglione e Oliveira (1999).

Entre os diversos materiais genéticos de girassol, há variações em muitos caracteres fenotípicos (NOBRE et al., 2012). De acordo com Castiglioni et al. (1994), são observadas plantas com alturas variando de 50 a 400 cm, caules com diâmetros de

15 a 90 mm, folhas de 8 a 50 cm de comprimento e de 8 a 70 por planta, capítulos com 6 a 50 cm de diâmetro e peso de mil aquênios de 30 a 60 gramas. De acordo com Castro e Farias (2005), capítulos bem desenvolvidos tendem a ter maior proporção de aquênios grandes e mais pesados que são características relevantes na escolha do material, embora estejam relacionadas a outros fatores.

Ivanoff et al. (2010) avaliando as cultivares Agrobela 962 e Embrapa 122, verificaram altura média de 114,6 e 119,5 cm, respectivamente.

A diversidade caracterizada entre os materiais genéticos é analisada com o intuito de prever combinações entre híbridos, discriminando aqueles geneticamente distantes (PASSOS et al., 2007). As diferenças morfológicas, fisiológicas e produtivas são levadas em consideração para quantificar as dissimilaridades genéticas (CRUZ, 2005).

A obtenção de informações tem sido decisiva para dar suporte tecnológico ao desenvolvimento da cultura garantindo melhores produtividades e retornos econômicos competitivos. Entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção de girassol, a escolha adequada de cultivares constitui um dos principais componentes do sistema de produção da cultura (PORTO et al., 2007), especialmente por ser uma prática que não onera substancialmente o custo de produção (PAES, 2005).

Diante da existência de interação genótipos x ambientes, são necessárias avaliações contínuas a fim de determinar o comportamento agrônomico das cultivares e sua adaptação às diferentes condições locais de cultivo. Neste sentido, como há grande diversidade genética entre cultivares de girassóis disponíveis no mercado, torna essencial a realização de estudos que evidenciem suas características e comportamentos, pois poderão nortear sua escolha em determinada região (MELLO et al., 2006), ressaltando-se que, entre as várias tecnologias desenvolvidas para a produção de girassol a seleção de cultivares realizada adequadamente representa um dos fatores mais importantes na produção (CAPONE, 2010).

3.5. Exigências hídricas do girassol

Não há precisões bem definidas quanto às exigências hídricas do girassol, visto que dependem da cultivar, da população de plantas no dossel, do comprimento do ciclo e, sobretudo, das condições climáticas no decorrer do ciclo. O suprimento hídrico de 500 a 700 mm durante o ciclo resulta, geralmente, em rendimentos elevados (ACOSTA, 2009).

De acordo com (CASTRO E FARIAS, 2005), a necessidade hídrica para o girassol aumenta com o desenvolvimento da planta (desde a fase da semeadura à emergência) iniciando-se com 0,5 a 0,7 mm dia⁻¹, indo até o máximo de 6,0 a 8,0 mm dia⁻¹ na floração e no enchimento de grãos; após este período ocorre um decréscimo até a maturação fisiológica. Esses autores consideram que ao longo do ciclo da cultura 400 a 500 mm de água bem distribuídos 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. Ainda para Castro e Farias (2005) o período do florescimento é o mais sensível à deficiência de água, a qual pode causar consideráveis decréscimos no rendimento. A formação das sementes é o próximo período mais sensível ao déficit hídrico causando reduções severas, tanto no rendimento das sementes quanto no teor de óleo, concordando com Castro et al. (1996) que consideram o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final, constatando-se como a fase mais sensível ao déficit de água. Com essas evidências, em caso de provisão complementar de água por irrigação, esta deve ser programada priorizando o período que compreende a referida fase.

Segundo (CASTRO e FARIAS, 2005) quando a cultura do girassol é submetida a um déficit hídrico permanente as perdas ocorrentes no rendimento são devidas mais à redução do número de aquênios cheios por capítulo, do que mesmo pelo seu peso médio. Porém, o tamanho de capítulo é um bom parâmetro para avaliar o desenvolvimento das plantas e a produtividade, sendo também afetado pela deficiência de água. Da mesma forma para Castro et al. (1996), a sensibilidade máxima do girassol à deficiência hídrica se dá 20 dias antes e 20 dias após a época de floração, em que o déficit hídrico diminui consideravelmente a produção de aquênios e o conteúdo de óleo. A pior influência da deficiência hídrica sobre o conteúdo de óleo ocorre nos primeiros 10 dias após o secamento das flores liguladas sendo esta fase, portanto, a mais crítica para a quantidade e qualidade da produção de girassol.

A alta eficiência em explorar a água disponível no solo para seu desenvolvimento, é uma característica que faz com que esta cultura seja capaz de produzir grande quantidade de matéria seca, em condições de déficit hídrico, sem redução significativa da produção (CASTRO e FARIAS, 2005).

3.6. Efeito do conteúdo de água no solo no crescimento, desenvolvimento e produção do girassol

A ocorrência de déficit hídrico em plantas cultivadas afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas em todo o mundo, provocando alterações no comportamento do vegetal cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS e CARLESSO, 1998). Para esses autores, o volume de solo explorado e o contato íntimo entre a superfície das raízes e o solo são essenciais para a absorção efetiva da água pelas raízes. O contato é maximizado pela emissão dos pelos radiculares, com consequente aumento na área superficial e na capacidade de absorção de água; além disso, o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo.

Paiva Sobrinho et al. (2011) trabalhando com duas cultivares de girassol sob condições de estresse hídrico, observaram redução na produção de massa seca da raiz associada à limitação da quantidade de água disponível para a planta restringindo a capacidade em absorver íons necessários para seu pleno desenvolvimento. Consequentemente essa limitação da disponibilidade de água também influencia no desenvolvimento da parte aérea, o que acaba reduzindo a capacidade fotossintética. Tais fatos são mencionados por Taiz e Zeiger (2009) quando o déficit hídrico apresenta evolução suficientemente lenta para permitir mudanças no processo de desenvolvimento, este tem vários efeitos sobre o crescimento, um deles é a restrição da expansão foliar tendo vista que a fotossíntese é geralmente proporcional a ela. Em resposta ao déficit hídrico, a expansão foliar é um dos fatores mais sensíveis.

Segundo os mesmos autores, o fechamento estomático pode ser considerado uma terceira linha de defesa contra o déficit hídrico, sendo a limitação do tamanho da folha e aprofundamento radicular os dois primeiros, haja vista que o estresse reduz a evaporação da área foliar sendo diretamente induzido pelo ambiente radicular, pois sua desidratação mesmo ocorrendo em parte do sistema de raízes, pode causar fechamento dos estômatos. A taxa fotossintética da folha não é tão responsiva ao estresse hídrico moderado quanto a expansão foliar; entretanto, é também afetada.

Silva et al. (2012) analisando plantas de girassol sob deficiência hídrica, constataram que os tratamentos referentes ao déficit hídrico foram significativos para todas as variáveis morfológicas analisadas, entre elas a altura de plantas, o número de folhas, o diâmetro do caule e a área foliar.

Gomes et al. (2010) trabalhando com girassol sob lâminas no Paraná, observaram que a limitação de água provoca a redução do diâmetro do caule antes do final do ciclo, o que pode ser apontado como fator negativo, pois segundo Biscaro et al. (2008) o diâmetro do caule é uma característica morfológica importante que atua na resistência ao acamamento.

Silva et al. (2007a) estudando o crescimento e produtividade de dois genótipos de girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água (117,20; 350,84; 428,70 e 522,14 mm) relatam que as cultivares utilizadas indicaram diferenças em relação aos fatores produtividade de óleo, peso de 1000 aquênios e altura de plantas, enquanto a produtividade de grãos e de óleo, a altura das plantas e o diâmetro dos capítulos, aumentaram em função do aumento das lâminas de água. Notou-se eficiência técnica na produção, mesmo sem irrigação, com produtividade média de 1924,27 kg ha⁻¹ e, na condição irrigada, foram notados aumentos significativos chegando aos 2863,12 kg ha⁻¹ para a lâmina de 522,14 mm (130% Etc) aplicada no ciclo da cultura.

Da mesma forma, Gomes et al. (2010) avaliando o desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta no Paraná, relatam que não houve baixa produtividade da cultura do girassol com ausência de irrigação, igual a 2271 kg ha⁻¹; no entanto, a maior produtividade, 3063 kg ha⁻¹, foi alcançada por meio da irrigação.

Freitas et al. (2012) estudando o crescimento da cultura do girassol irrigado a 25; 50; 75; 100 e 125% da evaporação do Tanque classe A, constataram que a altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas, aumentaram linearmente em função das lâminas de irrigação, corroborando aos de Gomes et al. (2012) que avaliando tratamentos semelhantes constataram que os componentes morfológicos são afetados quando há escassez hídrica e, de Nobre et al. (2010) ao apurarem que a reposição da necessidade hídrica favoreceu a altura de planta, fitomassa seca da parte aérea, número de aquênios por capítulo e fitomassa de aquênios por planta, com maiores incrementos observados na reposição de 120%.

3.7. Efeito do conteúdo de água no solo nos aspectos fotossintéticos do girassol

A dinâmica da fotossíntese pode ser medida através da determinação do Índice relativo de clorofila, da Eficiência fotossintética e da presença de carotenoides.

O Índice relativo de clorofila permite diagnosticar a integridade do aparato fotossintético das plantas que estão submetidas às adversidades ambientais, tais como o déficit hídrico e tem sido utilizado em vários trabalhos e em diferentes culturas (SORATTO et al., 2004; CARDOSO et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2010). Pode ser determinado através de um medidor portátil SPAD-502 que permite leituras instantâneas de clorofila sem destruição do material vegetal fazendo com que tal método seja caracterizado pela simplicidade e rapidez, além de se apresentar tão eficiente quanto o obtido por espectrofotometria (ARGENTA et al., 2001). O clorofilômetro SPAD-502 possui diodos que emitem radiação em 650 nm (luz vermelha) e 940 nm (radiação infravermelha). A absorvância das clorofilas é muito eficiente em 650 nm, mas é desprezível em 940 nm (Minolta, 1989). Deste modo, o sinal derivado da emissão em 650 nm serve de base para o cálculo do teor relativo de clorofila, conquanto o sinal originado da emissão em 940 nm serve como fator de correção para compensar a absorção de fótons em 650 nm por moléculas do tecido foliar desprovidas de clorofila.

De acordo com Mendonça et al. (2010) o teor de clorofila é uma característica fortemente correlacionada com valor SPAD, que representa o índice da intensidade da cor verde, e tem potencial para ser utilizado como indicador de estresse.

Dutra et al. (2012) avaliando o desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes capacidades de retenção de água no solo (60%, 80%, 100% CRA e condição de alagamento) em análises semanais dos 37 aos 65 dias, observaram que nos tratamentos com estresse hídrico o aumento do teor de clorofila SPAD foi limitado, e nos tratamentos com maior disponibilidade hídrica o teor inicialmente aumentou, decrescendo nas últimas avaliações.

Por se tratar do principal pigmento responsável pela captação da energia luminosa utilizada no processo de fotossíntese, a clorofila constitui um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética de plantas e, conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a ambientes e condições adversas ocasionadas pelos variados tipos de estresse (AMARANTE et al., 2007).

A eficiência fotossintética máxima do PSII das plantas é dada pela razão F_v/F_m , em que F_v é a fluorescência variável e F_m a fluorescência máxima. F_v é obtida da relação $F_m - F_0$, em que F_0 representa a fluorescência inicial, correspondente à fração da energia absorvida pelo complexo-antena e não transmitida, ou seja, não absorvida pelos pigmentos fotossintéticos (RASCHER et al., 2000).

Todos os processos vitais do vegetal são afetados de alguma forma pelo decréscimo do potencial hídrico. No princípio a maior parte dos processos desencadeados em decorrência do déficit de água é reversível (LARCHER, 2006), podendo ser averiguados por meio de mecanismos que envolvam o processo fotossintético das plantas.

Carvalho et al. (2003) estudando diferentes disponibilidades de água no solo (100%, 90%, 70% e 50% da capacidade de campo do substrato) em artemísia, constataram que o teor relativo de clorofila nas folhas, em quaisquer dos níveis hídricos, decresceu com o tempo, indicando tendência à senescência. Apesar da redução contínua nos níveis de clorofila, as plantas mantidas a 50% da capacidade de campo tiveram, durante todo o tempo acompanhado, teor relativo de clorofila cerca de 30% mais alto comparado às plantas mantidas a 90% da capacidade de campo.

A cinética da fotossíntese é drasticamente afetada por fatores estressantes, Catunda et al. (2005); Contudo, Cruz et al. (2009) avaliando mudas de citros sob estresse hídrico, constataram que danos no aparelho fotossintético devido ao déficit hídrico foram reversíveis.

Além do teor de clorofila e da eficiência fotossintética, o conteúdo de carotenoides nas folhas indica também o nível de dano que determinado estresse pode estar causando à planta, já que a clorose é, normalmente, um dos primeiros sintomas expressos (CATUNDA et al., 2005, STREIT et al., 2005). As clorofilas se localizam nos cloroplastos, sendo esta organela o local da célula onde se realiza a fotossíntese, a qual possui duas reações importantes: a fotoquímica, nas membranas dos tilacoides e a bioquímica, no estroma do cloroplasto. Tais organelas, além das clorofilas, contêm outros pigmentos denominados acessórios, tais como os carotenoides, que funcionam como receptores de luz e protetores das clorofilas ao excesso de radiação (MARENCO e LOPES, 2009).

A limitação hídrica é um dos estresses ambientais responsáveis pela redução de pigmentos nas folhas, fazendo com que o ciclo de vida da planta seja alterado. Ressalta-se que a relação entre clorofila *a* e *b* em plantas terrestres pode ser usada como indicativo de resposta à senescência prematura, e a relação entre clorofila e carotenoides é utilizada, em menor proporção, para diagnosticar a taxa de senescência sob estresse hídrico (HENDRY e PRICE, 1993).

A senescência dos órgãos vegetais, prematura ou não, é caracterizada pela queda nos teores de pigmentos fotossintéticos, reduções na taxa fotossintética e degradação dos componentes proteicos dos fotossistemas (YAMAZAKI et al., 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da pesquisa

O trabalho foi realizado em casa de vegetação, nas instalações pertencentes ao Departamento de Engenharia Agrícola (Deag) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, no período compreendido entre julho e novembro de 2012. O local fica situado a 7°12'88" de latitude Sul, 35°54'40" de longitude Oeste e altitude de 532 m; o clima da região, conforme a classificação climática de Köppen, é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno.

Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar, referentes ao período de execução do experimento, foram obtidos com aparelho digital modelo TH05 instalado dentro da casa de vegetação e encontram-se expostos na Figura 1.

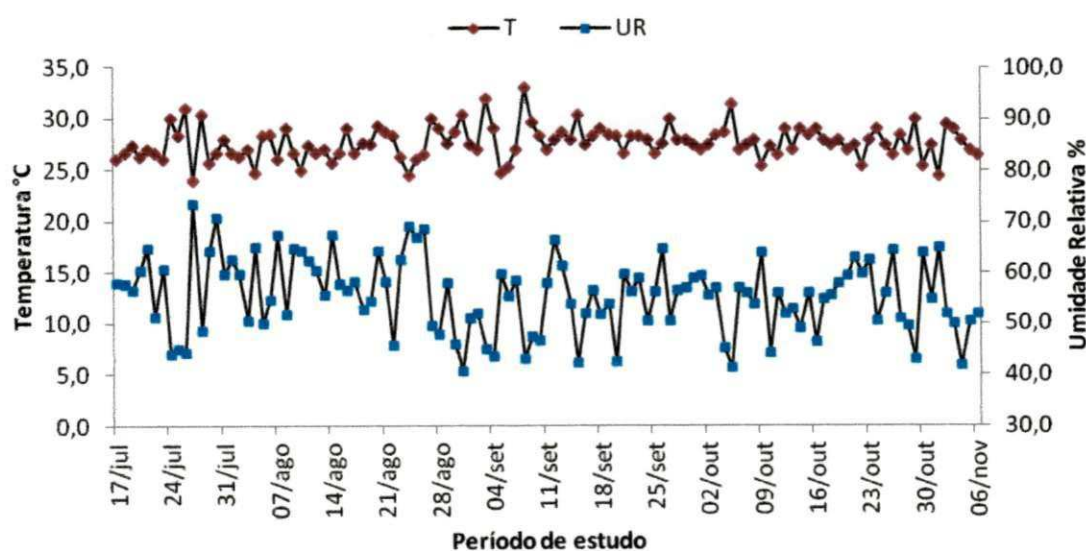


Figura 1. Valores médios diários de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) ocorridas durante o período de 17 de julho a 06 de novembro de 2012, Campina Grande, PB

4.2. Natureza, instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido com três cultivares de girassol: BRS Gira 26, Agrobrel 962 e Embrapa 122/V2000, representando dois híbridos e uma variedade, respectivamente; submetidas a quatro lâminas de irrigação, sendo elas: 40, 60, 80 e 100% do conteúdo de água do solo na capacidade de campo.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4, composto pelas três cultivares e quatro níveis de irrigação originando doze tratamentos com quatro repetições cada resultando, assim, 48 unidades experimentais; essas unidades experimentais consistiram de um vaso plástico com capacidade aproximada para 100L, e arranjados em espaçamento de 0,20 e 1,5 m; os vasos foram dispostos sobre tijolos para permitir a drenagem, caso ocorresse, e posteriormente preenchidos com 110 kg de solo após o peneiramento deste em malha de 2 mm de diâmetro. O solo utilizado foi um Neossolo Regolítico (EMBRAPA, 2006) proveniente de área pertencente a Empresa de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA) localizada no município de Lagoa Seca; amostras de solo foram coletadas entre 0,20 e 0,60 m de profundidade e levadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola para análises físico-hídrica e química (Tabelas 1 e 2).

4.2.1. Cultivares utilizadas

a) BRS Gira 26

A BRS Gira 26 é um híbrido triplo que apresenta floração inicial e maturação fisiológica em média aos 87 e 128 dias, respectivamente, com altura média de 147 cm, Santos et al. (2010).

b) Agrobel 962

O Agrobel 962 é um híbrido triplo, com ciclo variando de 90 a 120 dias, altura média de plantas de 1,60 m, florescimento de 55 a 65 dias após a germinação e aquênios de coloração negra (CEAPAR, 2012).

c) Embrapa 122

A Embrapa 122-V2000 é uma variedade de girassol que se destaca pela precocidade em comparação com os híbridos atualmente cultivados no Brasil; seu ciclo é de aproximadamente 100 dias, com início do florescimento aos 53 dias. Possui porte baixo e custo de semente competitivo aos dos híbridos disponíveis no mercado brasileiro (EMBRAPA, 2007) com valores médios de altura e número de folhas, respectivamente, de 1,0 e 17 (Vogt et al., 2012).

Tabela 1. Análise físico-hídrica do solo utilizado. Campina Grande, 2012

Características físicas do solo	Valor
Areia (%)	77,70
Silte (%)	11,29
Argila (%)	11,01
Classificação textural	Franco Arenoso
Densidade do solo (g cm^{-3})	1,40
Densidade de partículas (g cm^{-3})	2,67
Porosidade (%)	47,57
Umidade (% base solo seco)	
Natural (%)	0,80
0,10 atm (%)	13,22
15,0 atm (%)	3,77
Água disponível (%)	9,45

Tabela 2. Análise química do solo utilizado. Campina Grande, 2012

Características químicas do solo	Valor
Cálcio (cmol/dm^3 de solo)	0,51
Sódio (cmol/dm^3 de solo)	0,05
Magnésio (cmol/dm^3 de solo)	0,20
Potássio (cmol/dm^3 de solo)	0,18
Fósforo (mg/dm^3)	5,4
pH H_2O (1:2,5)	4,8
Hidrogênio (cmol/dm^3 de solo)	0,56
Alumínio (cmol/dm^3 de solo)	0,40
CTC (cmol/dm^3 de solo)	1,50

A acidez do solo foi corrigida 60 dias antes do plantio, com CaCO_3 de PRNT de 95%, visando elevar o índice de saturação por bases ao valor de 70%.

A adubação foi realizada conforme indicações de Lira et al. (2011) em que se aplicou N-P-K (40-80-80) utilizando-se ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. As adubações foram aplicadas em fundação, exceto o N, que teve 70% aplicados 30 DAS (dias após semeadura). A adubação boratada foi fornecida 20 DAS utilizando-se como fonte o ácido bórico em proporções equivalentes a 2 kg/ha.

O solo foi irrigado próximo à capacidade de campo antes da semeadura, que ocorreu dia 17 de julho com o intuito de garantir umidade adequada para boa germinação das sementes e emergência das plantas. As sementes de melhor aparência foram selecionadas e colocadas cinco em cada vaso. A partir de então os vasos foram irrigados uniformemente a 100% da capacidade de campo (CC) até a estabilização da emergência; 15 dias após a semeadura realizou-se o desbaste deixando-se uma planta (a

mais vigorosa) por vaso; por conseguinte foram implantados os tratamentos de água que prosseguiram até o final do experimento.

O conteúdo de água do solo foi monitorado diariamente por meio de uma sonda de capacitância, modelo DIVINER 2000®, segmentada nos tratamentos com 100% da capacidade de campo (CC), em camadas de 0,10 m até 0,60 m de profundidade, a partir de 15 dias após a semeadura até o final do ciclo da cultura. Com base nas leituras da sonda foi feito o balanço de água, que contabilizou o consumo da mesma pelo referido tratamento e a partir do qual, contabilizaram-se as lâminas correspondentes aos demais tratamentos, os quais foram mantidos a 40, 60 e 80% da CC. A irrigação procedeu-se, manualmente, com uma proveta graduada em mililitros.

Os regimes hídricos aplicados durante o período experimental estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que os tratamentos com lâminas de irrigação equivalentes a 40; 60; 80 e 100% da CC foram diferentes para as três cultivares utilizadas devido aos respectivos ciclos fenológicos que corresponderam a 104, 98 e 90 dias para as cultivares BRS Gira 26, Agrobela 962 e Embrapa 122, respectivamente.

Tabela 3. Lâmina total aplicada, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento para as cultivares utilizadas, Campina Grande, PB, 2012

Cultivares	40% CC	60% CC	80% CC	100% CC
	(mm)			
BRS Gira 26	254,20	381,35	508,44	635,56
Agrobela 962	241,50	362,25	483,00	603,75
Embrapa 122	218,50	327,72	436,95	546,20

4.3. Tratos culturais e manejo fitossanitário

Após a abertura do botão floral (R5) as flores foram polinizadas artificialmente evitando-se o cruzamento entre cultivares até o momento de ausência de pólen (fecundação). As plantas invasoras foram excluídas manualmente, ao passo que houve o surgimento das mesmas e o controle fitossanitário foi aplicado de acordo com a incidência de pragas e/ou doenças, seguindo as recomendações de Leite et al. (2005).

4.4. Variáveis analisadas

4.4.1. Variáveis de crescimento e desenvolvimento

4.4.1.1. Altura da planta, Diâmetro do Caule, Taxas de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e diâmetro do caule, Número de folhas, Área foliar, Início do florescimento e Maturação fisiológica

Foram realizadas três avaliações da altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) aos 20, 50 e 80 dias após a semeadura (DAS). A altura das plantas foi obtida tomando-se como base o colo da planta à inserção da última folha ou do capítulo, enquanto o diâmetro do caule foi determinado com o uso de um paquímetro digital entre os primeiros e os segundos pares de folhas; o número de folhas foi obtido a partir da quantificação direta de todas as folhas fotossinteticamente ativas.

Conhecidos os valores da altura e diâmetro, foram determinadas as taxas de crescimento absoluto (TCA) e de crescimento relativo (TCR) das respectivas variáveis, conforme metodologia de Benincasa (2003).

A taxa de crescimento absoluto foi obtida pela seguinte fórmula:

$$TCA = \frac{M2 - M1}{T2 - T1} \quad \text{Equação (1)}$$

em que:

M2 = medição final da altura ou diâmetro;

M1 = medição inicial da altura ou diâmetro;

T2 - T1 = intervalo de tempo.

A taxa de crescimento relativo foi obtida pela seguinte fórmula:

$$TCR = \frac{\ln M2 - \ln M1}{T2 - T1} \quad \text{Equação (2)}$$

em que:

M2 = medição final da altura ou diâmetro;

M1 = medição inicial da altura ou diâmetro;

T2 - T1 = intervalo de tempo;

ln = logarítmo neperiano.

As taxas de crescimento absoluto (TCA) e de crescimento relativo (TCR) foram tomadas como base, a primeira e a última avaliação realizadas, aos 20 e 80 dias após semeadura (DAS).

A área foliar (AF) foi calculada por meio da avaliação de dimensão da maior largura de todas as folhas fotossinteticamente ativas por planta, pela fórmula proposta por Maldaner (2009), conforme equação representada a seguir:

$$AF = 1,7582 L^{1,7067} \quad \text{Equação (3)}$$

em que:

AF - área foliar, cm²

L - largura máxima da folha, cm

O início do florescimento (IF) foi considerado quando se percebeu a apresentação das primeiras flores liguladas que, frequentemente, são de cor amarela. Nesta fase, as brácteas se encontram completamente verdes e as flores ainda fechadas; para tanto, foram contabilizados os dias da germinação à abertura do botão floral.

A maturação fisiológica (MAF) foi obtida contando-se os dias da emergência à colheita.

4.4.2. Variáveis de produção

Na medida em que as plantas atingiam a maturação fisiológica, foram seccionadas na base caular, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com circulação de ar forçado a 65° C, até atingirem peso constante.

Após a secagem do material e estabelecimento do peso avaliou-se a fitomassa da parte aérea (FPA) em balança analítica de resolução 0,01g.

O número de aquênios por capítulo (NA) foi obtido a partir da contagem daqueles de aparência e tamanho normais, de cada planta e posteriormente se obteve o peso de aquênios (PA) em balança analítica de resolução 0,01g.

4.4.3. Componentes fotossintéticos

4.4.3.1. Índice relativo de clorofila (IRC)

Três avaliações do índice relativo de clorofila (IRC) foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias após semeadura, utilizando-se o clorofilômetro portátil SPAD-502 em folhas do

terço superior que se encontravam em bom estado fitossanitário (Figura 2A). Para tanto, efetuaram-se três leituras em pontos distintos de uma folha por planta e calculou-se a média.

4.4.3.2. Fluorescência da clorofila *a*

As medições dos parâmetros relacionados à fluorescência da clorofila *a* (Chl *a*) foram mensurados aos 45 DAS, em folhas apresentando bom estado fitossanitário e completamente expandidas do terço superior das plantas, utilizando-se um fluorômetro portátil PEA (Plant Efficiency Analyser, Hansatech Norfolk, UK), no horário compreendido entre as 10 e 12 h do dia (Figura 3A). As folhas selecionadas foram adaptadas ao escuro, durante o período de 30 minutos, utilizando-se cliques apropriados (Figura 3B). Após a adaptação as folhas foram expostas a pulso saturante de luz, obtendo-se as respostas relacionadas aos transientes da fluorescência da clorofila *a*: fluorescência inicial (F_0), fluorescência variável (F_v), fluorescência máxima (F_m) e eficiência máxima do fotossistema II (F_v/F_m).

4.4.3.3. Teores de clorofilas *a*, *b*, total e carotenoides

Os teores de clorofilas e de carotenóides foram determinados com amostras de discos foliares vazados de uma folha do terço superior de cada planta (Figura 2B) aos 50 DAS, procedendo-se à pesagem de cada material; posteriormente, o material foi macerado e colocado em recipientes específicos, adicionando-se 6 ml de acetona 80% (v/v). Os recipientes ficaram sob refrigeração (8° C) por 48 horas e, posteriormente, foram filtrados. Após a filtragem do sobrenadante foram calculados os teores de clorofila *a*, *b*, total (*a+b*) e de carotenoides pelo uso das fórmulas de Lichtenthaler (1987), a partir da absorbância da solução obtida por espectrofotometria (Figura 4) a 647, 663 e 470 nm, respectivamente; enfim, os resultados foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF).

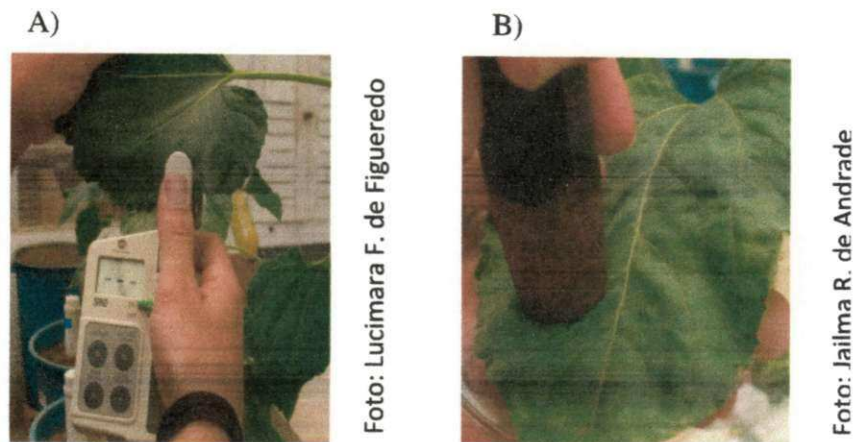


Figura 2. Leitura do índice de clorofila (SPAD) (A) e vazamento dos discos foliares (B) em plantas de girassol, Campina Grande, 2012

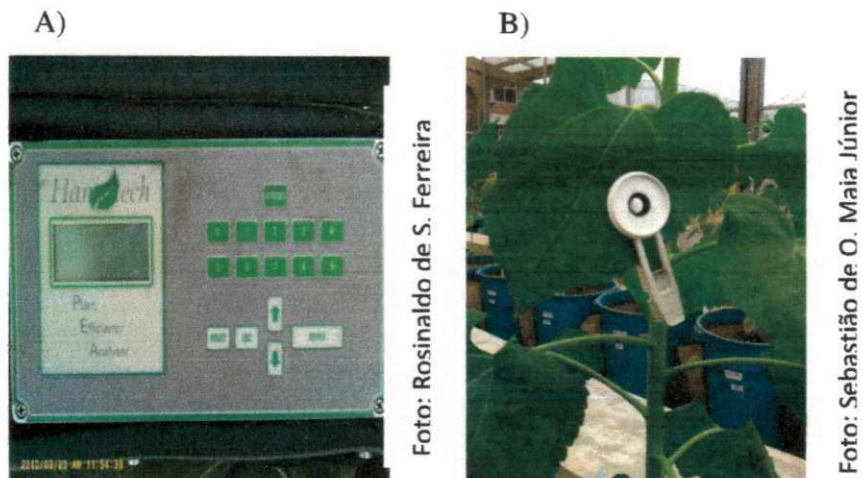


Figura 3. Aparelho utilizado para análise da fluorescência da clorofila *a* (A) e cliques em adaptação ao escuro (B) em plantas de girassol, Campina Grande, 2012



Foto: Anderson Santos da Silva

Figura 4. Materiais e equipamentos utilizados para leitura dos teores de pigmentos fotossintetizantes de plantas de girassol, Campina Grande, 2012

4.4.3.4. Correlações entre componentes fotossintéticos

Foram realizadas correlações entre as variáveis: Índice relativo de clorofila x Teor de clorofila *a*, Índice relativo de clorofila x Teor de clorofila *b*, Índice relativo de clorofila x Teor de clorofila total e Índice relativo de clorofila x Teor de carotenoides; para isto, foi utilizado o índice relativo de clorofila aos 45 DAS.

4.5. Análises estatísticas dos dados

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de variância (Teste F) ao nível de 5% de probabilidade. Em caso de significância as variáveis qualitativas foram avaliadas através do teste de Tukey e as quantitativas por meio de regressão, utilizando-se o software SISVAR (Ferreira, 2000).

Quanto aos dados referentes às correlações foram submetidos a correlação linear de Pearson. Essas foram analisadas apenas pelo valor de (*r*) entre as variáveis estudadas, onde em cada correlação, a primeira variável foi considerada independente, e a segunda, dependente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Crescimento e desenvolvimento

5.1.1. Altura de plantas (AP)

Observando a Tabela 4 verifica-se que houve efeito significativo ($p < 0,01$) em todas as avaliações realizadas para a altura de plantas entre as cultivares, enquanto nos tratamentos dos regimes hídricos foi observado efeito apenas aos 80 dias após semadura (DAS), não tendo sido verificada significância entre as interações, em nenhuma época avaliada.

Tabela 4. Resumo das análises de variância referente à variável altura da planta (AP), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fontes de variação	GL	Altura de plantas (AP)		
		Quadrados médios		
		20 DAS ¹	50 DAS ¹	80 DAS
Cultivares (C)	2	0,085 ^{**}	5,785 ^{**}	1921,30 ^{**}
Regimes Hídricos (RH)	3	0,378 ^{ns}	0,800 ^{ns}	2781,44 ^{**}
Interação C x RH	6	0,031 ^{ns}	0,693 ^{ns}	438,26 ^{ns}
Resíduo	36	0,076	0,456	221,38
CV (%)		7,28	8,38	14,07
Regressão polin. Linear	1	0,12 ^{ns}	2,163 ^{ns}	8150,34 ^{**}
Regressão polin. quadrática	1	0,01 ^{ns}	0,173 ^{ns}	181,74 ^{ns}
Resíduo		0,076	0,456	221,38
Cultivares		Médias (cm)		
BRS Gira 26		13,19 b ²	55,40 b ²	113,20 a
Agrobel 962		15,50 a	68,16 a	110,93 a
Embrapa 122		14,62 ab	73,67 a	93,19 b
DMS		1,80	9,39	10,93
Regimes hídricos (RH)				
40% CC		14,95	62,23	86,12
60% CC		14,94	62,68	102,57
80% CC		13,65	67,03	112,87
100% CC		14,22	71,04	121,54

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; DAS – dias após semadura; 1- dados transformados em \sqrt{x} ; 2- médias originais; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$)

Ainda na Tabela 4, a altura máxima de plantas (AP) aos 80 dias após semeadura foi observada na cultivar BRS Gira 26 (113,20 cm) estatisticamente semelhante à Agrobela 962 (110,93 cm) mas, significativamente diferente da Embrapa 122 (93,19 cm).

Os resultados evidenciam, também, que as cultivares se distinguem quanto ao crescimento de acordo com seu estado fisiológico haja vista que se percebeu no decorrer das avaliações, que as cultivares Agrobela 962 e Embrapa 122, por serem de ciclo relativamente curto, sobressaíram-se quanto a BRS GIRA 26 nas primeiras avaliações, assegurando-se assim, que ambas tiveram o crescimento acelerado devido sua precocidade. A BRS GIRA 26 por apresentar ciclo prolongado foi superior às demais na última avaliação, confirmando portanto, os relatos de Santos et al. (2010) que observaram para a BRS GIRA 26 altura média de 147 cm e início da floração aos 87 dias, respectivamente, enquanto Ivanoff et al. (2010) além de não observarem diferença significativa entre as cultivares Agrobela 962 e Embrapa 122, verificaram altura média de 114,6 e 119,5 cm, respectivamente. De acordo com Heckler (2002) diferentes cultivares de uma cultura podem apresentar comportamento diferenciado, uma em relação à outra, no crescimento e em outras características agrônômicas.

Em relação aos regimes hídricos, verifica-se que a altura de plantas foi afetada pelos conteúdos de água somente aos 80 DAS, tendo os dados se ajustado a um modelo linear; utilizando-se a equação de regressão foram estimados valores de 88,3 e 123,3 cm, respectivamente para o menor e maior regime hídrico, com incremento na ordem de 39,7% (Figura 5). Esses resultados condizem com os relatados por Paiva Sobrinho et al. (2011) e Viana et al. (2012) os quais constataram que a altura das plantas de girassol aumentou, conforme se aumentou a disponibilidade de água no solo.

Corroborando também com esta informação, Silva et al. (2007a) avaliando o crescimento de plantas de girassol cultivado com diferentes lâminas de água, encontraram incrementos na altura de plantas de 18,75% no intervalo da maior lâmina aplicada ao tratamento não irrigado. Os incrementos encontrados neste estudo também foram semelhantes aos de Nobre et al. (2010) que, ao estudarem o crescimento do girassol com diferentes reposições hídricas, encontraram incremento na altura de plantas de 33,2% entre o mínimo e máximo de água repostas, comparando-se o mesmo intervalo deste estudo.

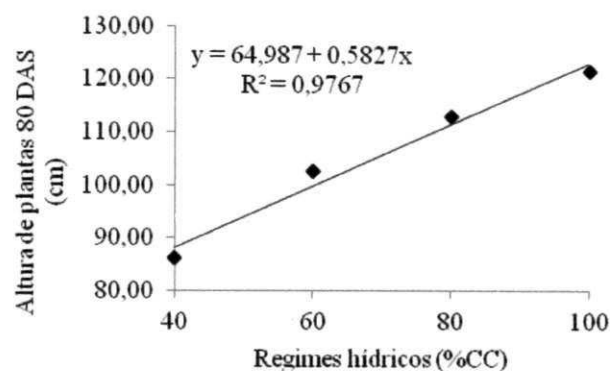


Figura 5. Altura de plantas (AP) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

5.1.2. Diâmetro do caule (DC)

Analisando a Tabela 5, observa-se que para o diâmetro do caule as cultivares apresentaram comportamento semelhante à altura de plantas, tendo diferença significativa nas três avaliações realizadas. Quanto aos tratamentos correspondentes aos regimes hídricos verificou-se efeito significativo ($p < 0,01$) destes nas avaliações, exceto na primeira, aos 20 DAS; no entanto, diferentemente da altura de planta, houve efeito significativo na interação entre as cultivares e os regimes hídricos, em todas as avaliações realizadas para esta variável.

Tabela 5. Resumo das análises de variância referente à variável diâmetro do caule (DC), de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fonte de variação	GL	Diâmetro do caule (DC)		
		Quadrados médios		
		20 DAS	50 DAS	80 DAS
Cultivares (C)	2	0,621*	3,395*	4,942**
Regimes Hídricos (RH)	3	0,525 ^{ns}	12,065**	23,681**
Interação C x RH	6	0,573*	3,487**	4,396**
Resíduo	36	0,198	0,971	1,110
CV (%)		10,93	9,85	10,01
Regressão polinomial Linear	1	0,287 ^{ns}	35,113**	65,940**
Regressão polin. Quadrática	1	0,880 ^{ns}	0,333 ^{ns}	4,563*
Resíduo		0,198	0,971	1,110
Cultivares		Médias (mm)		
BRS Gira 26		3,86 b	9,48 b	10,29 ab
Agrobel 962		4,11 ab	10,36 a	11,16 a
Embrapa 122		4,25 a	10,17 ab	10,13 b
DMS		0,38	0,85	0,91
Regimes hídricos (RH)				
40% CC		4,15	8,83	8,70
60% CC		3,78	9,54	10,17
80% CC		4,10	10,64	11,50
100% CC		4,27	11,01	11,75

GL. – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*), (ns) não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; DAS – dias após sementeira; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$)

Para as diferenças significativas entre as cultivares de girassol ($p < 0,01$), verifica-se que os diâmetros máximos do caule observados de 4,25 mm aos 20 DAS e de 10,36 e 11,16 mm aos 50 e 80 DAS, respectivamente, foram observados entre as cultivares Embrapa 122 e Agrobel 962 (Tabela 5). Castro e Farias (2005) relatam que as variações no diâmetro, são consequência das características intrínsecas a cada cultivar; assim, o comportamento para essa característica aponta precocidade para a Embrapa 122, que apresentou diâmetro superior às demais aos 20 DAS; já quanto ao efeito dos regimes hídricos, nas avaliações aos 50 e 80 DAS ($p < 0,01$), os dados se ajustaram a modelos lineares (Figura 6) obtendo incrementos na ordem de 26% e 35%, respectivamente, entre os limites hídricos; entretanto, comparando as duas épocas de avaliações entre os limites mínimo e máximo da capacidade de campo, o incremento no diâmetro do caule foi de 1,12% e 8,52%, respectivamente, evidenciando-se a importância da disponibilidade de água ao longo do desenvolvimento da cultura.

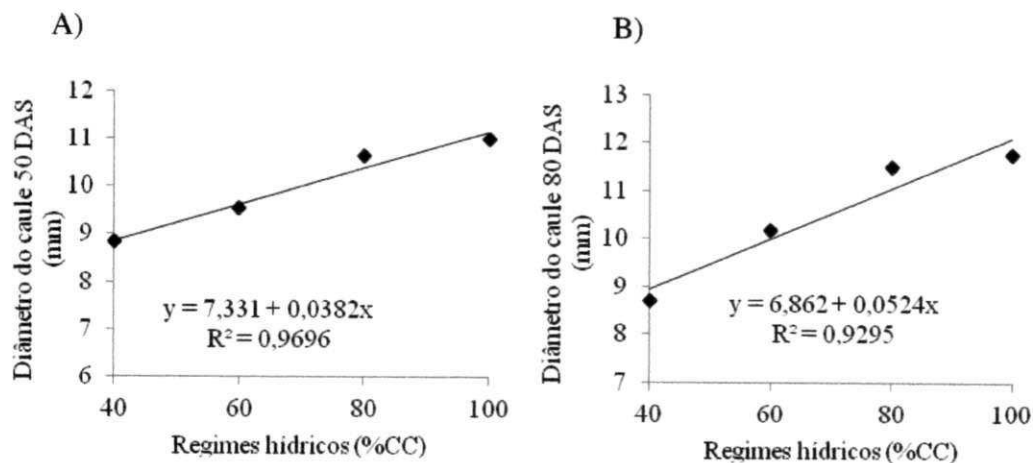


Figura 6. Diâmetro do caule (mm) aos 50 (A) e aos 80 DAS (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

O desdobramento da interação significativa de cultivares dentro de regimes hídricos e regimes hídricos dentro de cultivares aos 20 DAS ($p < 0,05$) é apresentado na Tabela 6, na qual se verificou que os diâmetros do caule aos 20 DAS se ajustaram a um modelo polinomial quadrático, para as cultivares BRS Gira 26 e Agrobela 962, indicando que o efeito combinado dessas cultivares com 61,2 e 62,8% da capacidade de campo, respectivamente, proporcionou os menores diâmetros caulinares estimados de 3,53 e 3,94, elevando-se gradativamente a partir de então até o regime hídrico de 100% CC.

Para a Embrapa 122 não observou efeito significativo em função dos regimes hídricos, assim, não foi possível ajustar uma equação que representasse o comportamento para o diâmetro do caule nesta cultivar.

Tabela 6. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 20 DAS, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (% CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	3,82 a	3,55 a	3,55 b	4,52 a	$Y=6,565-0,099x+0,0007x^2^*$
Agrobela 962	4,30 a	3,50 ab	4,35 a	4,32 a	$Y=5,926-0,063x+0,0005x^2^*$
Embrapa 122	4,32 a	4,30 b	4,40 a	3,97 a	$Y=3,482+0,032x-0,00025x^2^{ns}$

Y = Diâmetro do Caule, x = %cc, * = significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$), DAS – dias após semeadura

O diâmetro do caule aos 50 DAS (Tabela 7) teve comportamento linear crescente quando se elevou o conteúdo de água do solo de 40 a 100% da capacidade de campo para as cultivares BRS Gira 26 e Agrobela 962, indicando efeito significativo destas com os níveis de regime hídrico. O aumento no diâmetro caulinar para ambas as cultivares

aos 50 DAS foi de 7,58 e 9,16 mm no primeiro regime hídrico para 11,39 e 11,56 mm no último, respectivamente, observando-se um acréscimo no período de 50,26% e 26,20%. Os regimes hídricos não causaram efeito significativo sobre o diâmetro do caule da cultivar Embrapa 122 aos 50 DAS.

Tabela 7. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 50 DAS, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	7,92 a	8,50 b	9,80 a	11,72 a	$Y=5,043+0,064x^*$
Agrobel 962	9,35 a	9,32 ab	11,47 a	11,30 a	$Y=7,563+0,040x^*$
Embrapa 122	9,22 a	10,80 a	10,65 a	10,02 a	$Y=3,337+0,204x-0,0013x^{2ns}$

Y = Diâmetro do Caule, x = %cc. * = significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p<0,05$), DAS – dias após semeadura.

Quanto à interação obtida aos 80 DAS observa-se, na Tabela 8, que o diâmetro do caule nessa época se ajustou a modelos lineares para as cultivares BRS Gira 26 e Agrobel 962, enquanto que para a cultivar Embrapa 122 foi possível ajustar o modelo polinomial do 2º grau, representando o comportamento das cultivares mediante a variação dos regimes hídricos. Assim, infere-se que as cultivares BRS Gira 26 e Agrobel 962 responderam, de forma semelhante, quanto ao incremento do diâmetro do caule em função dos crescentes níveis de regimes hídricos, obtendo valores mínimos e máximos estimados de 7,60 e 9,72 e de 12,9 e 12,6 mm, respectivamente, com a aplicação do menor e maior regime hídrico, sugerindo que níveis de umidade superiores a 100% CC promoveriam maiores diâmetros do caule para ambas as cultivares. Tais resultados corroboram com os de Freitas et al. (2012) que também encontraram resultados lineares obtendo diâmetro médio máximo de 14,6 mm, no maior nível de irrigação utilizando água de poço, condizentes também com os de Viana et al. (2012) que verificaram crescimento linear ao efeito significativo de lâminas de irrigação sobre o diâmetro do caule. Gomes et al. (2010) avaliando o desenvolvimento do girassol sob lâminas no Estado do Paraná, verificaram que a limitação de água provoca redução do diâmetro do caule antes do final do ciclo, o que pode ser apontado como fator negativo no sistema de produção pois, segundo Biscaro et al. (2008) o diâmetro do caule é uma característica morfológica importante que atua na resistência ao acamamento.

Tabela 8. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o diâmetro do caule aos 80 DAS, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	7,85 a	8,80 b	11,65 a	12,87 a	$Y=4,020+0,0896x^*$
Agrobel 962	8,82 a	10,92 a	12,10 a	12,22 a	$Y=7,817+0,0478x^*$
Embrapa 122	9,42 a	10,80 a	10,77 a	10,15 b	$Y=1,605+0,2472x-0,0016x^2^*$

Y = Diâmetro do Caule, x = %cc, * = significativo a 5% de probabilidade, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05), DAS – dias após semeadura.

A Embrapa 122, que se ajustou a uma regressão quadrática teve o crescimento do diâmetro do caule máximo estimado de 11,17 a 77,2% CC indicando que os dois maiores regimes hídricos não favoreceram o crescimento desta característica. Conforme Gomes et al. (2010) após a atenuação de crescimento das plantas o processo de redistribuição de assimilados da fitomassa (fonte) transfere-se para a produção de aquênios (dreno). Assim, sugere-se que devido a cultivar Embrapa 122 apresentar ciclo curto e nesse período a planta já se encontrar em estágio elevado de seu desenvolvimento, aponta-se que a maior utilização de água pela referida cultivar entre os 50 e 80 DAS foi concentrada para o enchimento dos aquênios.

5.1.3. Taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) da altura de planta e diâmetro do caule

Observando a Tabela 9, constata-se diferença estatística entre as cultivares e entre os diferentes regimes hídricos (p<0,01) para as taxas de crescimento absoluto e relativo da altura de planta e diâmetro do caule. No entanto não se verifica efeito da interação em nenhuma das variáveis supracitadas.

Tabela 9. Resumo das análises de variâncias das Taxas de crescimento absoluto da altura de planta (TCA_{AP}) e diâmetro do caule (TCA_{DC}), e Taxa de crescimento relativo da altura de planta (TCR_{AP}) e diâmetro do caule (TCR_{DC}) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fontes de variação	G L	TCA_{AP}	TCA_{DC}	TCR_{AP}	TCR_{DC}
		Quadrados médios			
Cultivares (C)	2	0,566**	0,00185**	0,000091**	0,000023**
Regimes Hídricos (RH)	3	0,819**	0,01071**	0,000107**	0,000066**
Interação C x RH	6	0,111 ^{ns}	0,00059 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	0,000011 ^{ns}
Resíduo	3 6	0,057	0,00027	0,000007	0,000005
CV (%)		15,71	15,35	7,75	14,54
Regressão Polin. Linear	1	2,400**	0,0320**	0,00028**	0,000128**
Regressão Quadrática	1	0,058 ^{ns}	0,00012 ^{ns}	0,000026*	0,000068**
Resíduo		0,057	0,00027	0,000007	0,000005
		Médias			
Cultivares		(cm dia ⁻¹)	(mm dia ⁻¹)	(cm/cm dia ⁻¹)	(mm/mm dia ⁻¹)
BRS Gira 26		1,6667 a	0,1078 ab	0,035 a	0,0161 ab
Agrobel 962		1,5903 a	0,1189 a	0,032 b	0,0166 a
Embrapa 122		1,3093 b	0,0974 b	0,031 b	0,0143 b
DMS		0,206	0,014	0,002	0,001
Reg. hídricos (RH)					
40% CC		1,1861	0,0717	0,0292	0,0122
60% CC		1,4604	0,0984	0,0322	0,0165
80% CC		1,6535	0,1209	0,0354	0,0173
100% CC		1,7885	0,1412	0,0355	0,0168

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (*), a 5% (°) e (°) não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$)

Para as taxas de crescimento absoluto de altura da planta e diâmetro do caule entre as cultivares, observam-se valores mais acentuados de 1,66 cm dia⁻¹ e 0,11 mm dia⁻¹, respectivamente, para as cultivares BRS Gira 26 e Agrobel 962 e para as taxas de crescimento relativo foram verificados valores de 0,035 cm cm⁻¹ dia⁻¹ e 0,0166 mm mm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, para as cultivares BRS Gira 26 e Agrobel 962.

Em relação aos regimes hídricos, os valores para as taxas de crescimento absoluto se ajustaram a modelos lineares com maiores valores para 100% CC em que, comparados a este, os demais tratamentos referentes a 80, 60 e 40% obtiveram reduções significativas na ordem de 12,3; 28,1; 49; e de 19,5; 48,4 e 95%, respectivamente, para a taxa de crescimento absoluto da altura de planta e diâmetro do caule (Figura 7A e 7B). Soares et al. (2011) encontraram resultados semelhantes para taxa de crescimento absoluto da altura de plantas de tomateiro manejadas entre 60 e 120% da evapotranspiração real, ocorrendo crescimento linear à medida que se elevou a umidade do solo.

Quanto às taxas de crescimento relativo, que expressam o incremento de crescimento em relação ao pré-existente, os valores se ajustaram a regressões quadráticas em função do aumento dos regimes hídricos apontando que os valores máximos de $0,033 \text{ cm/cm dia}^{-1}$ e $0,016 \text{ mm/mm dia}^{-1}$, respectivamente, foram estimados a 90 e 80,2% CC, para a altura de plantas e diâmetro do caule (Figuras 7C e 7D). Soares et al. (2011) também verificaram maiores taxas de crescimento relativo do diâmetro do caule em plantas de tomateiro cultivadas com 60 e 80% da ETr, que em 100%. Com esses resultados, sugere-se que a estimativa diária da irrigação pode ter ocasionado excesso de umidade nas plantas correspondentes a 100% da CC e com isso, a diminuição do crescimento de alguns órgãos durante o excesso de água no solo pode ser uma estratégia para economizar energia e manter o metabolismo em outras partes.

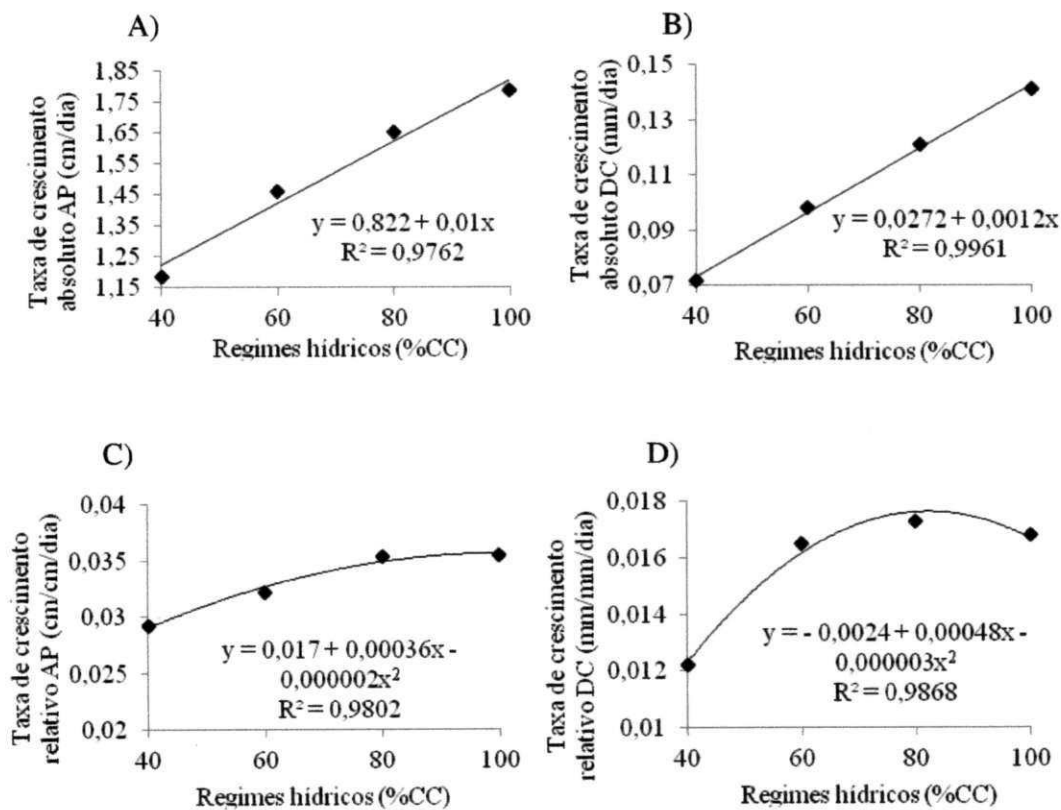


Figura 7. Taxas de crescimento absoluto para altura de plantas (TCA_{AP}) (A) e diâmetro do caule (TCA_{DC}) (B) e Taxas de crescimento relativo para altura de plantas (TCR_{AP}) (C) e diâmetro do caule (TCR_{DC}) (D) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

5.1.4. Número de folhas (NF)

Observa-se na Tabela 10, que houve diferença estatística para o número de folhas entre cultivares aos 20 e 80 DAS, enquanto para os regimes hídricos foi constatado efeito em todas as avaliações realizadas, aos 20, 50 e 80 DAS ($p < 0,01$). Houve efeito significativo da interação entre as cultivares e os regimes hídricos apenas aos 20 DAS ($p < 0,05$).

Tabela 10. Resumo das análises de variância do número de folhas (NF) de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fonte de variação	GL	Número de folhas (NF)		
		Quadrados médios		
		20 DAS	50 DAS	80 DAS ¹
Cultivares (C)	2	1,520*	5,062 ^{ns}	6,698**
Regimes Hídricos (RH)	3	1,916**	19,465**	0,940**
Interação C x RH	6	1,020*	1,173 ^{ns}	0,094 ^{ns}
Resíduo	36	0,416	3,215	0,117
CV (%)		11,65	10,43	9,94
Regressão polinomial Linear	1	0,000 ^{ns}	51,337**	2,195**
Regressão polin. Quadrática	1	5,333**	2,520 ^{ns}	0,625*
Resíduo		0,416	3,215	0,117
Cultivares		Médias (unid)		
BRS Gira 26		5,18 b	17,75 a	16,06 a ²
Agrobel 962		5,75 a	17,18 a	13,25 b
Embrapa 122		5,68 ab	16,62 a	7,56 c
DMS		0,55	1,55	2,16
Regimes hídricos (RH)				
40% CC		5,83	16,16	9,66
60% CC		5,33	16,08	12,25
80% CC		5,08	17,83	13,75
100% CC		5,91	18,66	13,50

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; DAS – dias após semeadura; 1- dados transformados em \sqrt{x} ; 2- médias originais; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$)

Analisando a Tabela 10, verifica-se que a diferença no número de folhas entre as cultivares, aos 20 DAS, aponta a cultivar Agrobel 962 com maior média observada (5,75). Quanto ao efeito dos regimes hídricos observa-se, conforme a Figura 8A, a ocorrência de decréscimo no número de folhas de 40% a valores estimados de 72% CC, retomando o crescimento até o nível de 100% CC.

Na segunda avaliação, aos 50 DAS, não se observou diferença estatística entre as cultivares quanto ao número de folhas; contudo, observou-se diferença entre os regimes hídricos, constatando-se que o número de folhas aumentou linearmente em função do acréscimo do volume hídrico, em que de 40 a 100% da capacidade de campo a elevação

ocorrente no número de folhas foi da ordem de 17,8%; valores médios de 16 para 19 folhas, respectivamente (Figura 8B). Esses resultados corroboram com os de Nazarli et al. (2010) que observaram que o déficit hídrico mediante a irrigação com 0,75; 0,50 e 0,25% da capacidade de campo reduziu significativamente o número de folhas no girassol. De acordo com os autores, as folhas constituem a principal fonte de produção de fotossintatos nesta espécie, que são essenciais para o enchimento dos aquênios, e qualquer ocorrência de déficit hídrico, acarreta reduções no desempenho da cultura, em decorrência da redução do próprio número de folhas emitidas, bem como pela perda de turgescência das folhas remanescentes.

Na última avaliação realizada, aos 80 DAS, verificou-se a cultivar BRS Gira 26, como sendo a que apresentou maior número médio de folhas (16,06), seguida da Agrobela 962 (13,25) e Embrapa 122 (7,56) (Tabela 10). Ressalta-se que o baixo número de folhas observado na variedade Embrapa 122 se deve ao fato deste parâmetro estar diretamente ligado ao ciclo de vida da planta e, que naturalmente a maior parte das folhas já se encontrava em estado de senescência, tendo em vista o período de avaliação e o ciclo fenológico da cultivar. Quanto aos regimes hídricos, foi verificado comportamento quadrático, apontando um número maior de folhas no regime hídrico estimado de 87% da CC (Figura 8C). Este comportamento se deve, possivelmente, à senescência natural das folhas, uma vez que foram contabilizadas apenas as folhas verdes, fotossinteticamente ativas e, levando-se em consideração o período de avaliação esses dados corroboram com os da maturação fisiológica onde no regime hídrico equivalente a 100% da CC, presume-se que as plantas se desenvolveram normalmente, completando o ciclo mais cedo.

A diferença no número de folhas entre a segunda e terceira avaliações, em que na última se apresentam menos folhas, se deve ao valor médio dos ciclos fenológicos das cultivares, condizente com o relatado por Zobiolo et al. (2010) que encontraram para o híbrido BRS 191, número máximo estimado de folhas aos 74 dias após emergência. Infere-se, portanto que, embora a planta seja dependente de outros fatores, como a disponibilidade hídrica, o número de folhas é resultante também do ciclo da cultivar.

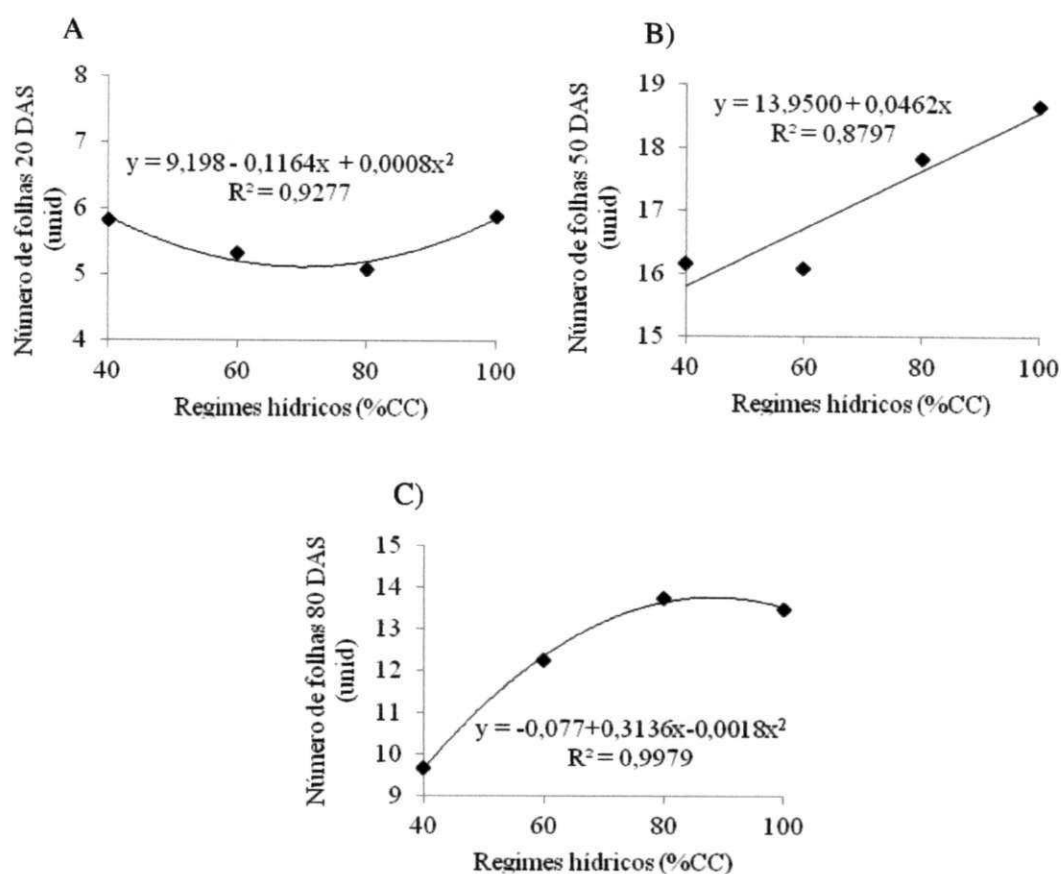


Figura 8. Número de folhas (unidades) aos 20 (A), 50 (B) e 80 DAS (C), de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

Analisando a Tabela 11, dos desdobramentos das cultivares versus regimes hídricos, observa-se que aos 20 dias após sementeira as cultivares se distinguiram quanto ao número de folhas no tratamento correspondente a 80% CC, com maior destaque para a Agrobrel 962; no entanto, a interação apresentou efeito da cultivar BRS Gira 26 entre os regimes hídricos ajustando-se ao modelo polinomial quadrático, em que o número de folhas no período avaliado, reduziu do nível de 40 a 71% CC, estimando-se valores médios mínimos de 5 folhas, havendo aumento deste até o regime hídrico de 100% cc. Para as cultivares Agrobrel 962 e Embrapa 122 não houve ajuste adequado que explicasse o comportamento biológico desta variável quanto a aplicação dos regimes hídricos. Sugere-se que esses resultados estejam relacionados ao curto período de implantação dos tratamentos equivalentes aos diferentes níveis hídricos.

Tabela 11. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para o número de folhas aos 20 DAS, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	5,75 a	5,00 a	4,25 b	5,75 a	$Y=11,637-0,2016+0,0014x^{2*}$
Agrobel 962	6,00 a	5,00 a	6,00 a	6,00 a	$Y=8,150-0,082+0,0006x^{2ns}$
Embrapa 122	5,75 a	6,00 a	5,00 ab	6,00 a	$Y=7,837-0,0668+0,00046x^{2ns}$

Y = Número de folhas, x = %cc, * = significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$), DAS – dias após semeadura

5.1.5. Área foliar (AF)

As cultivares diferiram significativamente entre si para a área foliar somente aos 80 dias após a semeadura, enquanto que os regimes hídricos diferiram aos 50 e 80 DAS ($p < 0,01$). Quanto à interação cultivares versus regimes hídricos se observa efeito desta aos 20 DAS, embora não se tenha constatado efeito nem das cultivares nem dos regimes de água nesse período (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo das análises de variância da área foliar (AF) de cultivares de girassol aos 20, 50 e 80 DAS, submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fonte de variação	GL	Área foliar (AF)		
		Quadrado médio ¹		
		20 DAS	50 DAS	80 DAS
Cultivares (C)	2	6,090 ^{ns}	3,172 ^{ns}	1687,247 ^{**}
Regimes Hídricos (RH)	3	2,941 ^{ns}	307,661 ^{**}	745,810 ^{**}
Interação C x RH	6	8,105 ^{**}	31,403 ^{ns}	48,009 ^{ns}
Resíduo	36	2,314	18,363	25,210
CV (%)		13,80	9,23	13,77
Regressão polinomial Linear	1	1,040 ^{ns}	863,901 ^{**}	1990,043 ^{**}
Regressão polin. Quadrática	1	7,188 ^{ns}	35,587 ^{ns}	190,089 ^{**}
Resíduo		2,314	18,363	25,210
Cultivares		Médias (cm²)²		
BRS Gira 26		112,58 a	2185,14 a	2027,43 a
Agrobel 962		123,82 a	2238,47 a	1738,23 a
Embrapa 122		137,91 a	2156,03 a	646,19 b
DMS		26,84	333,27	404,98
Regimes hídricos (RH)				
40% CC		128,91	1639,16	766,68
60% CC		112,71	1995,04	1205,85
80% CC		121,42	2525,86	1954,79
100% CC		136,04	2612,80	1955,15

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; DAS – dias após semeadura; 1- dados transformados em \sqrt{x} ; 2- médias originais; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p < 0,05$)

Conforme a Tabela 12, as cultivares BRS Gira 26 e Embrapa 122 aos 80 DAS apresentaram maior e menor valores para a área foliar, comportamento semelhante ao número de folhas, com valores médios observados de 2027,43 e 646,19 cm², respectivamente. Ressalta-se, de acordo com Carvalho et al. (2012) que a área foliar de uma planta depende da cultivar, do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência na planta que, geralmente, aumenta até um máximo decrescendo subsequentemente em função da senescência natural, fato este constatado por Zobiolo et al. (2010) que avaliando a área foliar do híbrido BRS 191, cronologicamente, verificaram valores máximos estimados aos 68 dias após emergência, decrescendo logo após.

Já para os regimes hídricos observou-se que a área foliar nas duas épocas avaliadas, aos 50 e 80 DAS, cresceu linearmente em função do acréscimo hídrico, obtendo incrementos de 1035,5 e 1294,3 cm², respectivamente, do menor para o maior nível hídrico (Figura 9A e B). Assim, como para o número de folhas que se apresentou menor aos 80 DAS, a área foliar embora tenha se elevado em função dos regimes hídricos, também apresentou menores valores que na avaliação aos 50 DAS. Roza

(2010) avaliando o efeito de diferentes tensões de água no solo em plantas de *Jatropha curcas*, também verificou efeito significativo da redução hídrica para a área foliar. De acordo com Santos e Carlesso (1998) a diminuição do conteúdo de água no solo afeta acentuadamente a morfologia da planta sendo a área foliar uma das primeiras características morfológicas a ser afetada pelo estresse.

A restrição de água no solo provoca redução em sua absorção pelas plantas e com isso, as células destas têm menor pressão de turgor, levando à menor expansão da área foliar (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Resultados divergentes aos deste estudo, foram encontrados por Paiva Sobrinho et al. (2011), ao avaliarem o crescimento do girassol em função de diferentes umidades em relação a capacidade de campo; verificaram que a área foliar se ajustou a regressão polinomial quadrática. Ressalta-se, portanto, que além de serem outras cultivares estudadas, as avaliações foram realizadas aos 45 DAS e os coeficientes de ajuste ficaram abaixo de 0,60.

Como a área foliar é dependente das condições edafoclimáticas, entre outros fatores (CARVALHO et al., 2012), aos quais pode-se incluir o conteúdo hídrico, presume-se que esta característica é favorecida pelo adequado suprimento hídrico da cultura, apontando-se que o solo próximo da capacidade de campo contribui com o bom desempenho da área foliar das plantas.

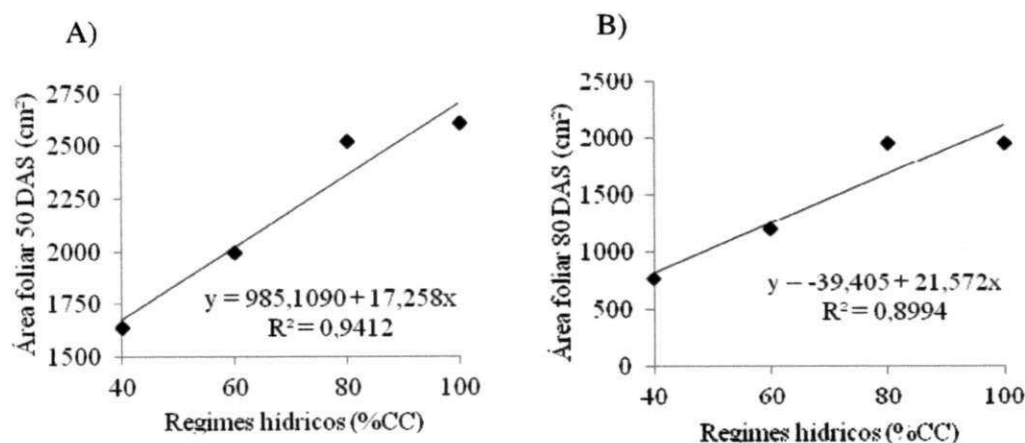


Figura 9. Área foliar aos 50 (A) e 80 DAS (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

O efeito da interação aos 20 dias após semeadura para a área foliar é apresentado na Tabela 13; verificou-se que a cultivar BRS Gira 26 foi significativamente afetada

pelos regimes hídricos ajustando-se a regressão quadrática, reduzindo a área foliar de quando o substrato se manteve de 40 a 61,5%, sendo que a partir de então até 100% CC, a área foliar retomou o aumento. Segundo Nobre et al. (2010) a expansão foliar é muito sensível à deficiência hídrica sendo completamente inibida sob níveis moderados de estresse o que, conseqüentemente, afeta as taxas fotossintéticas de maneira rigorosa.

Tabela 13. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a área foliar aos 20 DAS, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	101,57 a	101,75 ab	84,58 a	162,43 a	$Y=268,277-5,968x+0,0485x^{2*}$
Agrobel 962	131,99 a	88,04 a	141,82 b	133,42 a	$Y=201,2482,82x+0,022x^{2ns}$
Embrapa 122	153,17 a	148,35 b	137,84 ab	112,28 a	$Y=148,523-0,6658x^{ns}$

Y = Área foliar, x = %cc, * = significativo a 5% de probabilidade, ns = não significativo, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p<0,05$), DAS - dias após semeadura

5.1.6. Início do florescimento (IF)

Conforme os dados contidos na Tabela 14, observa-se para o início do florescimento que houve diferença apenas entre as cultivares, não se verificando efeito dos regimes hídricos e da interação C x RH para essa característica. Tais resultados indicam haver variabilidade entre as cultivares avaliadas, corroborando com os encontrados por Nobre et al. (2010) que, avaliando o girassol Embrapa 122 sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica, não verificaram efeito da reposição hídrica para esta característica e, aos de Capone et al. (2012) que avaliando a interação de cultivares entre diferentes épocas, constataram diferença estatística entre cultivares isoladamente.

Tabela 14. Resumo das análises de variâncias para o Início de florescimento (IF), Maturação fisiológica (MF) e Fitomassa da parte aérea (FPA) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fonte de variação	GL	Início do	Maturação	Fitomassa da
		florescimento	fisiológica	parte aérea
Quadrados médios				
Cultivares (C)	2	637,000**	755,770**	884,253**
Regimes Hídricos (RH)	3	19,576 ^{ns}	174,166**	2594,793**
Interação C x RH	6	10,472 ^{ns}	91,687**	81,623**
Resíduo	36	12,54	15,263	11,144
CV (%)		6,54	4,00	8,84
Regressão polin. Linear	1	9,204 ^{ns}	1,350 ^{ns}	7710,633**
Regressão polin. Quadrática	1	46,020 ^{ns}	520,083**	32,620 ^{ns}
Resíduo		12,54	15,263	11,144
Médias				
Cultivares		(dias)	(dias)	(g)
BRS Gira 26		60,9 a	104,0 a	38,43 b
Agrobel 962		53,1 b	98,3 b	44,84 a
Embrapa 122		48,4 c	90,3 c	30,01 c
DMS		3,06	3,37	2,88
Regimes hídricos (RH)				
40% CC		53,9	94,58	20,35
60% CC		55,0	100,75	31,68
80% CC		55,3	101,00	45,50
100% CC		52,5	94,00	53,53

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e (^{ns}) não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05)

De acordo com o teste de média aplicado entre as cultivares (Tabela 14) constata-se que o início do florescimento ocorreu aproximadamente aos 70; 53 e 48 dias, respectivamente para as cultivares BRS Gira 26, Agrobel 962 e Embrapa 122. A precocidade do florescimento verificada na Embrapa 122 é uma característica particular da variedade, fato constatado também por Amorim et al. (2007) e Backes et al. (2008), respectivamente, que observaram o início do florescimento aos 51 e 50 dias. Neste sentido, infere-se que as constituições genéticas das cultivares são divergentes para essa característica, tendo-se como um aspecto de grande importância no momento da escolha de cultivares específicas para cada condição de cultivo. De acordo com Oliveira et al. (2005) os programas de melhoramento genético tendem a selecionar cultivares precoces, visando aproveitar a entressafra das grandes culturas.

5.1.7. Maturação fisiológica (MF)

No estudo da maturação fisiológica houve efeito significativo para os fatores cultivar, regime hídrico e na interação combinada desses fatores ($p < 0,01$), como se pode observar na Tabela 14.

Analisando-se ainda a Tabela 14, quanto à significância dos fatores isoladamente, observa-se que, com a diferença estatística entre as cultivares avaliadas, a maturação fisiológica variou em média de 90, 98 e 104 dias, respectivamente, para as cultivares Embrapa 122, Agrobrel 962 e BRS Gira 26; já o efeito dos regimes hídricos para essa característica se ajustou a um modelo polinomial quadrático indicando que a maturação teórica das cultivares seria de 100 dias com o máximo estimado de 70% da CC (Figura 10). Desse modo, verificou-se, que os regimes de 80% e, mais acentuado de 100% CC, apresentaram eficiência técnica para a redução do período fenológico.

Gomes et al. (2007) avaliando as características agronômicas de genótipos de girassol em São Luís-MA, em condições de campo, encontraram para a cultivar Agrobrel 962 maturação fisiológica média aos 79 dias, apresentando-se mais precoce que a desse estudo para a mesma cultivar. Possivelmente, este fato pode estar relacionado às condições climáticas; segundo Cappellari (2010) variações de temperaturas influem no ciclo da cultura modificando, conseqüentemente, a floração e a maturação.

O modelo quadrático ajustado à maturação fisiológica em relação à aplicação dos regimes hídricos sugere que o crescimento e o desenvolvimento das plantas apresentaram comportamentos distintos resultando na redução do ciclo. Por um lado, a restrição na disponibilidade hídrica pode levar a redução na expansão celular, redução na área foliar, aumento na abscisão foliar, fechamento de estômatos e redução na fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009) o que, possivelmente, pode ter ocorrido nas plantas de girassol cultivadas a 40% CC, ocasionando a senescência prematura ou estratégia de adiamento do ciclo em virtude das condições desfavoráveis pois, segundo Santos e Carlesso (1998) plantas submetidas ao déficit hídrico gradual ou a deficiência de água no solo no início do seu ciclo, criam mecanismos de adaptação. De outra forma, a manutenção da turgescência nas células permite a continuidade dos processos de crescimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese (PETRY, 1991) presumindo-se que as plantas manejadas a 100% CC completaram o ciclo natural tendo a distribuição de fotoassimilados ocorrido normalmente no interior da planta o que, conseqüentemente, contribuiu para o seu adequado desenvolvimento.

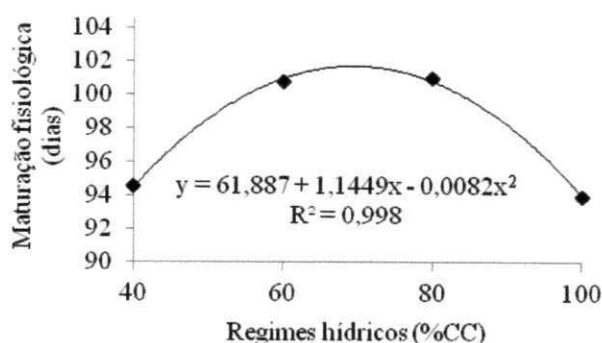


Figura 10. Maturação fisiológica (MF) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande-PB, 2012.

Comparando as cultivares dentro de cada regime hídrico (Tabela 15) para essa característica, observa-se que houve interação dos regimes hídricos para todas as cultivares, as quais, se ajustaram ao modelo polinomial quadrático (Tabela 15) significando que houve encurtamento do seu ciclo quando irrigadas a 40% CC, prolongando-se até valores médios estimados de 54, 72 e 75% da capacidade de campo, respectivamente, para as cultivares BRS Gira 26, Agrobrel 962 e Embrapa 122, decaindo quando superiores.

Tabela 15. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a maturação fisiológica, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	108,0 a	108,0 a	105,2 a	95,0 a	$Y=90,487+0,688x-0,0064x^2^*$
Agrobrel 962	92,2 b	102,7 a	102,5 a	95,7 a	$Y=47,287+1,5606x-0,0107x^2^*$
Embrapa 122	83,5 c	91,5 b	95,2 b	91,2 a	$Y=47,925+1,1850x-0,0075x^2^*$

Y = Maturação fisiológica, x = %cc, * = significativo a 5% de probabilidade, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05).

5.2. Componentes da produção

5.2.1. Fitomassa da parte aérea (FPA)

Na Tabela 14 encontram-se os dados da fitomassa da parte aérea, podendo-se observar diferença significativa para as cultivares, os regimes hídricos e a interação entre esses fatores (p<0,01).

A diferença entre as cultivares demonstrou que a fitomassa da parte aérea foi superior na cultivar Agrobrel 962 (44,84 g), seguida da BRS Gira 26 (38,43 g) e

Embrapa 122 (30,01 g), respectivamente (Tabela 14); quanto aos regimes hídricos a fitomassa da parte aérea se ajustou a um modelo linear; de acordo com a equação de regressão ajustada obteve-se incremento na ordem de 166,7% do menor para o maior conteúdo hídrico (Figura 11).

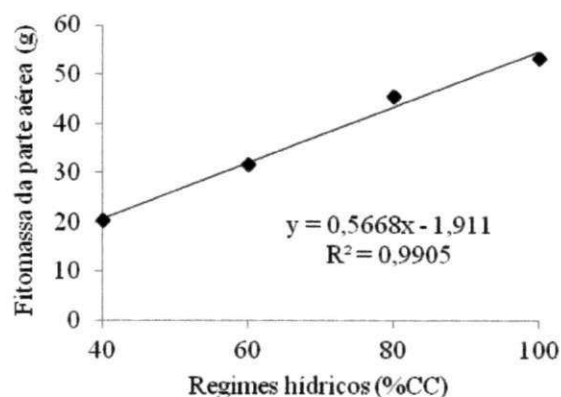


Figura 11. Fitomassa da parte aérea (FPA) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande-PB, 2012.

Com o desdobramento do efeito da interação cultivares versus regimes hídricos (Tabela 16) constata-se diferença significativa das três cultivares dentro dos regimes hídricos correspondentes a 60%, 80% e 100% da CC, respectivamente, indicando que os valores de fitomassa da parte aérea não tiveram diferença entre as cultivares, apenas quando cultivadas com 40% da CC.

As regressões da interação se ajustaram a modelos lineares, tendo-se encontrado incrementos no ganho de fitomassa entre 60 e 100% da CC da ordem de 63,6%, 63% e 50,8%, respectivamente, para as cultivares BRS Gira 26, Agrobela 962 e Embrapa 122, indicando que a massa seca da parte aérea dessas cultivares possivelmente aumentaria com níveis de regimes hídricos maiores do que os aplicados. Da mesma forma Nobre et al. (2010) trabalhando com a cultivar Embrapa 122, observaram crescimento linear da fitomassa seca da parte aérea do girassol com o acréscimo da reposição hídrica, com aumento de 238,15% em comparação ao tratamento de 40% e 100% da necessidade hídrica. Castro et al. (2006) constataram, em estudo com girassol híbrido Morgan 738, que o estresse hídrico contribuiu para a redução da fitomassa verificando que as plantas com e sem estresse hídrico, respectivamente, obtiveram valores médios de 29 e 77 g.

Tabela 16. Desdobramento da interação das cultivares x regimes hídricos para a fitomassa da parte aérea, Campina Grande, 2012

Cultivares	Regimes hídricos (%CC)				Equações
	40	60	80	100	
BRS Gira 26	19,25 a	29,02 b	49,59 b	55,87 a	$Y=3,213-0,577x^{**}$
Agrobel 962	23,64 a	39,46 a	54,44 a	61,81 a	$Y=2,766-0,597x^{**}$
Embrapa 122	18,15 a	26,55 b	32,46 c	42,90 b	$Y=5,963+0,325x^{**}$

Y = Fitomassa da parte aérea, x = %cc, ** = significativo a 1% de probabilidade, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05)

5.2.2. Número de aquênios por capítulo (NA)

Os resultados da análise de variância do número de aquênios por capítulo demonstraram diferenças significativas entre as cultivares e entre os regimes hídricos (p<0,01), respectivamente; no entanto, não se verificou efeito da interação entre esses fatores, como se observa na Tabela 17.

Analisando a Tabela 17 verifica-se que a diferença entre as cultivares apontou a Agrobel 962 com valores mais acentuados para o número de aquênios por capítulo (475,8), seguida das cultivares BRS Gira 26 e Embrapa 122, respectivamente, com valores médios de 356 e 300 aquênios. Esses resultados mostram-se inferiores aos mencionados por Vogt et al. (2012) que encontraram valores de 861 e 520, respectivamente para as cultivares Agrobel 962 e Embrapa 122; no entanto, assemelham-se aos de Silva et al. (2009) que avaliando os híbridos Agrobel 960, BRHS5 e Hélio 251 em condições de campo no Estado de Goiás, não verificaram diferenças entre as cultivares, com média de 380 aquênios por capítulo.

A variabilidade dos rendimentos de aquênios está relacionada à variabilidade no número de aquênios por capítulo (RIBEIRO et al., 2011) além de ser considerado o parâmetro mais apropriado para se avaliar o rendimento da cultura do girassol (MERCAU et al., 2001).

Tabela 17. Resumo da análise de variância para o Número de aquênios por capítulo (NA) e Peso de aquênios por capítulo (PA) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos. Campina Grande, 2012

Fonte de variação	GL	Número de aquênios por capítulo	Peso de aquênios por capítulo
		Quadrados médios	
Cultivares (C)	2	129957,812**	1918,58**
Regimes Hídricos (RH)	3	379909,576**	2105,60**
Interação C x RH	6	6876,201 ^{ns}	53,54 ^{ns}
Resíduo	36	4096,256	30,73
CV (%)		16,97	14,9
Regressão polin. Linear	1	1135062,604**	6120,60**
Regressão polin. Quadrática	1	28,520 ^{ns}	180,18 ^{ns}
Resíduo		4096,256	30,73
Cultivares		Médias (unid)	Médias (g)
BRS Gira 26		356,12 b	33,78 b
Agrobel 962		475,81 a	49,19 a
Embrapa 122		299,25 c	28,01 c
DMS		55,32	
Regimes hídricos (RH)			
40% CC		175,75	24,04
60% CC		294,33	29,23
80% CC		458,25	40,88
100% CC		579,75	53,82

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e (^{ns}) não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05)

Analisando-se os efeitos dos regimes hídricos sobre o número de aquênios por capítulo, observa-se que o modelo melhor ajustado aos dados, foi o linear (Figura 12) com valores estimados de 170,6 e 583,4, respectivamente para 40% e 100% CC, promovendo um incremento de 242% durante o intervalo. Corroborando com esse estudo, Nobre et al. (2010) avaliando a cultivar Embrapa 122, observaram crescimento linear obtendo valores estimados de 292,6 e 501,7 aquênios por capítulo, respectivamente, usando as reposições de 40% e 100% da necessidade hídrica.

Conforme Castro et al. (2006) trabalhando com o híbrido Morgan 738, plantas expostas a restrição hídrica, principalmente a partir do início do florescimento, tendem a reduzir a produção de aquênios. Ressalte-se também, que a restrição hídrica provoca falha no enchimento, ou mesmo a ausência de aquênios no centro do capítulo, fato este atribuído à maior demanda por fotoassimilados pelos aquênios oriundos das primeiras flores polinizadas (CASTRO e FARIAS, 2005). Assim, as reduções ocorridas no número de aquênios nos menores fornecimentos de água a cultura (Tabela 17) possivelmente, estejam relacionadas a esses fatores.

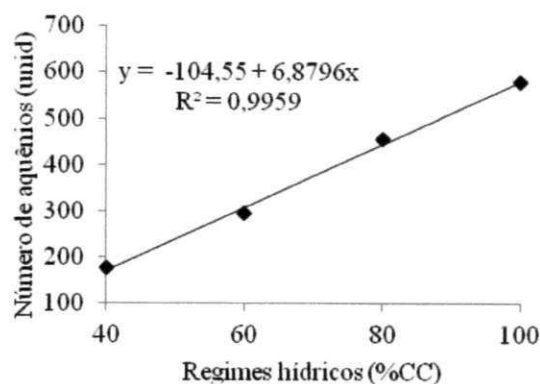


Figura 12. Número de aquênios por capítulo (NA) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

5.2.3. Peso de aquênios por capítulo (PA)

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 17 para o peso de aquênios por capítulo, observa-se diferença estatística ($p < 0,01$) entre as cultivares e os regimes hídricos; entretanto, não se verificou efeito entre a interação dos fatores.

Analizando, ainda, a Tabela 17 quanto à significância dos fatores isoladamente, observa-se que a diferença estatística entre as cultivares avaliadas, o peso de aquênios variou em média de 49, 33 e 28 g, respectivamente, para as cultivares Agrobelt 962, BRS Gira 26 e Embrapa 122; já o efeito dos regimes hídricos para essa característica se ajustou a um modelo polinomial linear indicando que o peso de aquênios por capítulo aumentou simultaneamente com o acréscimo da reposição hídrica (Figura 13). Desse modo, observou-se que entre os regimes de 40% e 100% CC, houve eficiência técnica para o ganho de massa de aquênios de 22 para 52 g, respectivamente. Nobre et al. (2010) trabalhando com a cultivar Embrapa 122, também encontraram resultados significativos da reposição hídrica para o peso de aquênios, com crescimento linear em função do aumento da reposição de água.

Tabela 20. Resumo das análises de variâncias da Clorofila *a* (Chl *a*), Clorofila *b* (Chl *b*), Clorofila Total (Chl *t*) e Carotenoides (Carot) de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos, Campina Grande, 2012

Fontes de variação	GL	Chl <i>a</i>	Chl <i>b</i>	Chl <i>t</i>	Carot
		Quadrados médios			
Cultivares (C)	2	0,348 ^{ns}	0,121 ^{ns}	0,842 ^{ns}	0,203 ^{**}
Regimes Hídricos (RH)	3	0,251 ^{ns}	1,716 ^{**}	3,047 ^{**}	0,032 ^{ns}
Interação C x RH	6	0,124 ^{ns}	0,281 ^{ns}	0,547 ^{ns}	0,020 ^{ns}
Resíduo	36	0,160	0,290	0,654	0,016
CV (%)		21,28	16,41	15,97	17,67
Regressão polinomial Linear	1	0,534 ^{ns}	4,449 ^{**}	7,725 ^{**}	0,078 ^{ns}
Regressão polin. Quadrática	1	0,115 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,124 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo		0,160	0,290	0,654	0,016
Cultivares		Médias (mg g⁻¹ MF)			
BRS Gira 26		1,98 a	3,36 a	5,24 a	0,72 b
Agrobel 962		1,71 a	3,19 a	4,80 a	0,84 a
Embrapa 122		1,94 a	3,30 a	5,14 a	0,61 c
DMS		0,346	0,465	0,699	0,111
Regimes hídricos (RH)					
40% CC		1,67	2,81	4,40	0,65
60% CC		1,94	3,31	5,15	0,74
80% CC		1,91	3,26	5,07	0,73
100% CC		1,99	3,74	5,62	0,77

GL – grau de liberdade; significativo a 1% (**), a 5% (*) e (ns) não significativo pelo teste F; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05)

Assim como para a clorofila *b*, para a clorofila total também houve crescimento linear à medida em que se elevou a umidade do solo (Figura 14B), sendo estimados valores de 4,52; 4,88; 5,24 e 5,60 mg g⁻¹ MF, respectivamente, nos regimes de 40, 60, 80 e 100% cc, com incremento de 23,89% no intervalo compreendido entre o menor e o maior nível hídrico. Os resultados encontrados neste estudo condizem com o relatado por Hendry & Price (1993), em que o déficit hídrico é caracterizado como um dos estresses ambientais responsáveis pela perda de pigmentos nas folhas propiciando, assim, para que o ciclo de vida da planta seja modificado.

Tendo as cultivares apresentado redução nos teores de Chl *b* e Chl *t* em função da limitação hídrica, presume-se que as plantas cultivadas nessas condições tenham perdido parcialmente a capacidade de fixação da radiação luminosa, fato de extrema importância para a produtividade primária, uma vez que a Chl *b* auxilia a Chl *a* na transferência de energia (RAVEN, 1983) sendo a Chl *a*, a principal responsável pela realização da fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A partir da diferença observada entre as cultivares para os teores de carotenoides, constatou-se, como superior para esta característica a cultivar Agrobel 962, seguida da BRS Gira 26 e Embrapa 122 com valores de 0,84; 0,72 e 0,61 mg g⁻¹ MF,

respectivamente (Tabela 18). Sendo os carotenóides pigmentos acessórios que têm como uma de suas funcionalidades a proteção da clorofila no tocante à fotooxidação (MARENCO e LOPES, 2009), denota-se que a cultivar Agrobél 962 apresentou, em detrimento das demais, mecanismo de defesa passível de evitar a destruição das moléculas de clorofila *a*, devido ao maior teor de carotenoides ($0,84 \text{ mg g}^{-1} \text{ MF}$) muito embora não se tenha observado efeito no teor de clorofila *a* por ocasião dos regimes hídricos.

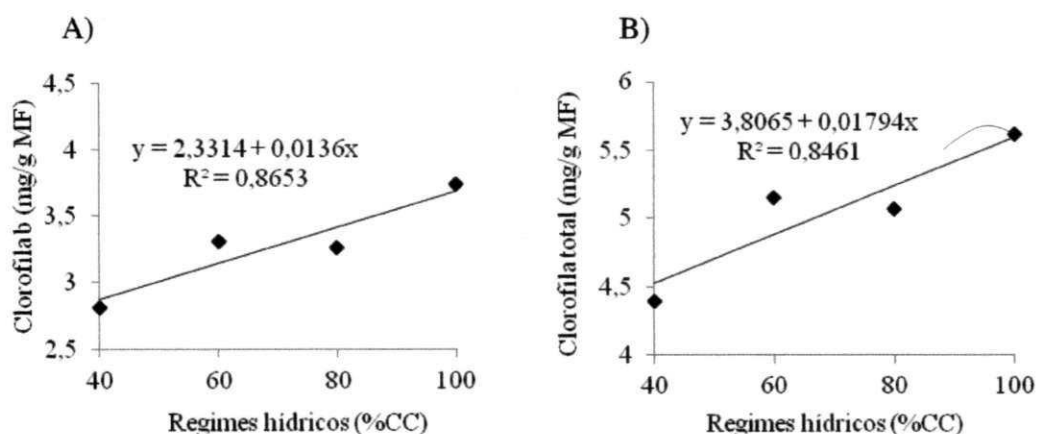


Figura 14. Teor de Clorofila *b* (Chl *b*) (A) e Clorofila total (Chl *t*) (B) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

5.3.4. Correlações entre componentes fotossintéticos

Estão dispostos, na Tabela 21, os resultados correspondentes às correlações, onde se pode verificar que houve correlação linear significativa apenas entre o índice relativo de clorofila e o teor de clorofila total com $r = 0,71$ (moderadamente forte).

Tabela 21. Análise de correlação simples (r) entre as variáveis dependentes e independente de cultivares de girassol submetidas a diferentes regimes hídricos, UFCG, Campina Grande, 2012

Variáveis	Índice relativo de clorofila
Teor de clorofila <i>a</i>	ns
Teor de clorofila <i>b</i>	ns
Teor de clorofila total	0,71**
Teor de carotenoides	ns

significativo a 1% (**) e (ns) não significativo

Esses resultados demonstram que o índice relativo de clorofila, analisado pelo índice SPAD, está relacionado ao teor de clorofila total (*a* e *b*); assim, uma vez que o índice SPAD é um método mais prático de análise do teor de clorofila, pois é um método não destrutivo, que não necessita de solventes e não demanda muito tempo, com base na correlação linear obtida, pode-se estabelecer uma equação que relacione esses dois importantes parâmetros (Figura 15); dessa forma, o teor de clorofila total pode ser calculado indiretamente a partir dos valores do índice SPAD.

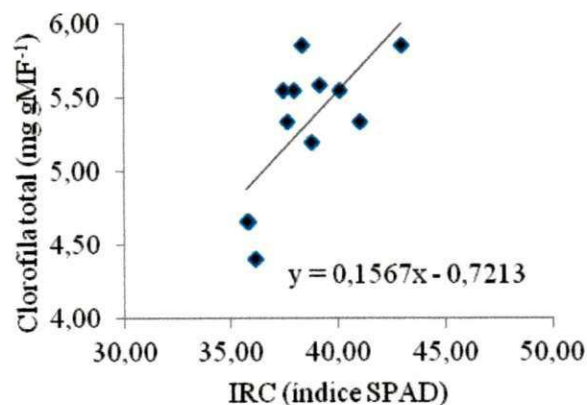


Figura 15. Correlação linear entre índice relativo de clorofila (SPAD) e teor de clorofila total (mg gMF^{-1}) de cultivares de girassol em função de diferentes regimes hídricos. UFCG, Campina Grande, 2012

6. CONCLUSÕES

1. O crescimento da planta (altura, diâmetro do caule, taxas de crescimento absoluto da altura da planta e do diâmetro do caule), o desenvolvimento (número de folhas, área foliar, número de aquênios por capítulo e maturação fisiológica do girassol), e a fitomassa da parte aérea são favorecidos com o incremento de água no solo.

2. Constatou-se uma significativa interação entre as cultivares e os regimes hídricos para o diâmetro do caule, número de folhas, área foliar, maturação fisiológica e fitomassa da parte aérea, observando-se diferentes comportamentos nas cultivares quando submetidas aos tratamentos de água.

3. A cultivar Embrapa 122 apresenta ciclo precoce, informação útil para produtores no momento da escolha de materiais para rotação ou sucessão de culturas.

4. O índice relativo de clorofila do girassol não é afetado por variações no conteúdo de água no solo, no entanto, varia quanto às características genéticas de cultivares.

5. O conteúdo de água no solo não altera a fluorescência nem o teor da clorofila *a*, entretanto, altera os teores de clorofila *b* e total em plantas de girassol.

6. O teor de carotenoides varia entre cultivares; atribuindo-se às características particulares de cada material.

7. Há correlação entre o índice relativo de clorofila (SPAD) e o teor de clorofila total.

8. Os melhores parâmetros de crescimento e desenvolvimento das cultivares de girassol foram verificados ao se aplicar lâminas de irrigação de 635,56; 603,75 e 546,20 mm para a BRS Gira 26, Agrobela 962 e Embrapa 122, respectivamente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AMARANTE, L.; COLARES, D. S.; OLIVEIRA, M. L.; ZENZEN, I. L.; BADINELLI, P. G.; BERNARDI, E. Teores de Clorofilas em Soja Associada Simbioticamente com Diferentes Estirpes de Bradyrhizobium sob Alagamento. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n. 2, p. 906-908, 2007.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIHHL, T. A. M. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1637-1644, 2007.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L. & STRIEDER, M.L. Relação entre teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Jaboticabal, v.13, p.1101-1106, 2001.

BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no Planalto Norte Catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 09, n. 01, p. 41-48, 2008.

BARNI, N. A. BERLATO, M. A.; SANTOS, A. O.; SARTORI, G. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p.167-184. 1995.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP, 2003. 41p.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas

condições de Cassilândia – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.1366-1373, 2008.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; ÖQUIST, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrument. **Functional Ecology**, Londres, v.3, p.497-514, 1989.

CAPPELLARI, G. J. **Desempenho de genótipos de girassol no município de Augusto Pestana**. Ijuí: Unijuí, 2010. 51 p. Trabalho de conclusão de curso.

CAPONE, A. **Desempenho de cultivares de girassol em condições de safra e safrinha no sul do estado do Tocantins**. Tocantins: UFT, 2010. 87p. Dissertação de Mestrado.

CAPONE, A.; SANTOS, E. R.; FERRAZ, E. C.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, J. L.; BARROS, H. B. Desempenho agrônomico de cultivares de girassol no sul do Estado Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.3, n.3, p. 13-23, 2012.

CARDOSO, A. D.; ALVARENGA, M. A. R.; MELO, T. L.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N. Índice SPAD no limbo foliar da batateira sob parcelamentos e doses de nitrogênio e potássio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p.159-167, 2011.

CARNEIRO, M. M. L. C. **Trocas gasosas e Metabolismo Antioxidativo em plantas de girassol em resposta ao déficit hídrico**. Pelotas: UFPel, 2011. 42p. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, L. M.; CASALI, V. W. D.; SOUZA, M. A.; CECON, P. R. Disponibilidade de água no solo e crescimento de Artemísia. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p.726-730, 2003.

CARVALHO, C. M.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; LIMA JÚNIOR, L. A.; AZEVEDO, B. M.; VALNIR JÚNIOR, M. Influência de diferentes lâminas de irrigação no crescimento inicial do pinhão manso. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n. 1, p.75-81, 2011.

CARVALHO, D. R.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; SILVA, M. G. O.; MESQUITA, H. C.; CUNHA, J. L. X. L. Comparação de métodos para estimativa da área foliar do *Myrciaria tenella* O. Berg. **Revista ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v.8, n.4, p.01-06, 2012.

CASTIGLIONI, V. B. R., BALLA, A., CASTRO, C., SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta do girassol**. Documentos, EMBRAPA-CNPSo. n. 58, 1994, 24 p.

CASTIGLIONI, V.B.R.; OLIVEIRA, M.F.de. **Melhoramento do girassol**. IN: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa: UVF, 1999. p.351-384.

CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B.C.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A. & FARIAS, J.R. **A cultura do girassol**. Londrina, Embrapa-CNPSo, 1996. 38p. (Embrapa, CNPSo, Circular Técnica, 13).

CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. **Ecofisiologia do girassol**. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. *Girassol no Brasil*. Londrina: EMBRAPA, 2005. p. 163-218.

CASTRO, C.de; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. de C.; KARAM, D.; MELLO H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: PR, EMBRAPA- CNPSo. 1997. 36p (Circular Técnica, 13).

CASTRO, C. DE; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, R. F. DE; DECHEN, A. R. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.2, p.214-220, 2006.

CATUNDA, M.G.; FREITAS, S.P.; OLIVEIRA, J.G.; SILVA, C.M.M. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 115-121. 2005.

CEAPAR, 2012. **Cerrado sementes**. Rio Verde: 2012. Disponível em: <<http://www.ceapar.com.br/girassol.html>>. Acesso em: 06 dez. 2012.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 31 out. 2011.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394p.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L.; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Fluorescência da clorofila a em folhas de tangerineira ‘Ponkan’ e limeira ácida ‘Tahiti’ submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 896-901, 2009.

DICKMANN, L.; CARVALHO, M. A. C.; BRAGA, L. F.; SOUSA, M. P. Comportamento de sementes de girassol (*helianthus annuus* L.) submetidas a estresse salino. **Revista de ciências agro-ambientais**, Alta Floresta, v.3, p.64-75, 2005.

DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n.1, p. 2657-2668, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 412 p.

EMBRAPA, 2007. **Catálogo de produtos e serviços**. Disponível em: <<http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 06 dez. 2012.

FERNANDES, E. T. **Fotossíntese e crescimento inicial de clones de Eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. Vitória da Conquista, BA: UESB, 2012. 113p. Dissertação de Mestrado.

FERREIRA, D. F. SISVAR – sistema de análise de variância. Versão 3.04. Lavras: UFLA, 2000.

FREITAS, C. A. S.; SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; ANDRADE, R. R.; MOTA, F. S. B.; AQUINO, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.10, p.1031–1039, 2012.

GOMES, D. P.; BRINGEL, J. M. M.; MORAES, M. F. H.; TORRES, S. B. Características agrônômicas de genótipos de girassol cultivados em São Luís – MA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.3, p.213-216, 2007.

GOMES, E. P.; ÁVILA, M. R.; RICKLI, M. E.; PETRI, F.; FEDRI, G. Desenvolvimento e produtividade do girassol sob lâminas de irrigação em semeadura direta na região do arenito Caiuá, estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.15, n.4, p. 373-385, 2010.

GOMES, E. P.; FEDRI, G.; ÁVILA, M. R.; BISCARO, G. A.; REZENDE, R. K. S.; JORDAN, R. A. Produtividade de grãos, óleo e massa seca de girassol sob diferentes lâminas de irrigação suplementar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.3, p.237-246, 2012.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 03, p. 517-520, 2002.

HENDRY, G. A. F; PRICE, A. H. **Stress indicators: chlorophylls and carotenoids**. In: HENDRY, G. A. F.; GRIME, J. P. (Eds.) *Methods in comparative plant ecology*. London: Chapman & Hall, 1993. p. 148-152.

HURA, T.; GRZESIAK, S.; HURA, K.; THIEMT, E.; TOKARZ, K.; DZONY, M. W. Physiological and biochemical tools useful in drought-tolerance detection in genotypes of winter triticale: accumulation of ferulic acid correlates with drought tolerance. *Annals of Botany*, London, v.100, p. 767-775, 2007.

IVANOFF, M. E. A. **Desempenho de cultivares de girassol em função do manejo da adubação nitrogenada e potássica em condições edafoclimáticas na savana de Boa Vista, em Roraima.** Boa Vista, RR: UFRR, 2009. 54p. Dissertação de Mestrado.

IVANOFF, M. E. A.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SMIDERLE, O. J.; SEDIYAMA, T. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na Osavana de Roraima. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 319-325, 2010.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, 2006, p. 531.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641 p.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes.** *Methods of Enzymology*, v.148, p.350-382. 1987.

LIMA, A. D. **Interação entre lâminas de irrigação e coberturas do solo, e adubação borácica na cultura do girassol.** Fortaleza, CE: UFC, 2011. 73p. Dissertação de Mestrado.

LIRA, M. A.; CARVALHO, H. W. L.; CHAGAS, M. C. M.; BRISTOT, G.; DANTAS, J. A.; LIMA, J. M. P. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino,** Revisado por Maria de Fátima Pinto Barreto. Natal- RN: EMPARN, 2011. 40 p.

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.

MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA, F. J.; SCHAFFERT, R. E.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; MAGALHÃES, J. V. Características morfofisiológicas e de produção de seis genótipos de sorgo submetidos ao estresse hídrico. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 22, 16p. 2010.

MALDANER, I.C. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.

MANDARINO, J. M. G. **Óleo de girassol como alimento funcional**. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 43-49.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Viçosa, UFV. 2009, 486p.

MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; RESTLE, J.; NEUMANN, M.; QUEIROZ, A. C. de; COSTA, P.B.; MAGALHÃES, A.L.R.; DAVID, D. B. de. Características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 672-682, 2006.

MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G. Características fisiológicas de mudas de *Eucalyptus* spp submetidas a estresse salino. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 255-267, 2010.

MERCAU, J. L.; SADRAS, V. O; SATORRE, E. H.; MESSINA, C.; BAIBI, C.; URIBELARREA, M.; HALL, A. J. On-farm assessment of regional and seasonal variation in sunflower yield in Argentina. **Agricultural Systems**, v.67, n.2, p.83-103, 2001.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

NASCIMENTO, S. P. do; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.08, p.853-860, 2011.

NAZARLI, H.; ZARDASHTI, M. R.; DARVISHZADEH, R.; NAJAFI, S. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse condition. **Notulae Scientia Biologicae**, v.2, p. 53-58, 2010.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L.O.; 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, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

NOBRE, D. A. C.; RESENDE, J. C. F.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; COSTA, C. A.; MORAIS, D. L. B. Desempenho agrônômico de genótipos de girassol no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 6, n. 2, p. 140-147, 2012.

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. Girassol no Brasil. V. 1. Embrapa Soja, Londrina, Paraná, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.4, p.479-484, 2010.

PAES, J. M. V. Utilização do girassol em sistema de cultivo. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 34-41, 2005.

PAES, J. M. V.; ZITO, R.K.; LUCAS, F.T.; BORGES, B. M. N.; OLIVEIRA JR. A. B.; NUNES, M. C. de O. **Avaliação de Cultivares de Girassol em Uberaba/MG**. In:

Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol 2009, Pelotas-RS. Resumos. Embrapa Clima Temperado, p.18, 2009.

PAIVA SOBRINHO, S.; TIEPPO, R. C.; SILVA, T. J. A. Desenvolvimento inicial de plantas de girassol em condições de estresse hídrico. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol.7, n.12, p.1-12, 2011.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; CRUZ, P. J.; ROCHA, M. M.; CRUZ, E. M. O.; ROCHA, M. A. C.; BAHIA, H. F.; SALDANHA, R. P. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 579-586, 2007.

PETRY, C. **Adaptação de cultivares de soja à deficiência hídrica no solo**. Santa Maria: UFSM, 1991. 106p. Dissertação Mestrado.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.491-499, 2007.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, A. C. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol para a região subtropical do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p.2452-2459, 2009.

RASCHER, U.; LIEBIG, M.; LÜTTGE, U. Evaluation of instant light-responses curves of chlorophyll parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant Cell Environ**, v. 23, n. 12, p. 1397-1405, 2000.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 58, p. 179-207, 1983.

RIBEIRO, M. F. S.; DAROS, E.; CAIRES, E. F.; VASCONCELLOS, M. E. C. Desempenho agrônomico da cultura do girassol em diferentes condições edafoclimáticas do Sudeste paranaense. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p.550-560, 2011.

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

ROZA, F. A. **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica**. Ilhéus, BA : UESC, 2010. 67p. Dissertação de Mestrado.

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 159-161, jul. 2007.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.287-294, 1998.

SANTOS, A. C.; ANDRADE, A. P.; LIMA, J. R. S.; SILVA, I. F.; CAVALCANTE, V. R. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e produtividade de cultivares de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.5, p.757-764, 2002.

SANTOS, H. P.; PIRES, J. L. F.; CARVALHO, C. G. P.; CUNHA, G. R. Avaliação de genótipos de girassol no Planalto Médio do Rio Grande do Sul na safra 2009/2010. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 77, ISSN 1677-8901, 2010.

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

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

SILVA, M. A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G.; SHARMA, V. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.19, n.3, p.193-201, 2007 (b).

SILVA, A. G.; PIRES, R. MORÃES, E. B.; OLIVEIRA, A. C. B.; CARVALHO, C. G. P. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 31-38, 2009.

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; FREITAS, C. A. S.; PEREIRA FILHO, J. V.; ANDRADE, R. R. FEITOSA, D. R. C. Morfologia e fitomassa do girassol cultivado com déficits hídricos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, campina Grande, v.16, n.9, p.959-968, 2012.

SMIDERLE, O.J., GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D. **Cultivo de girassol em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003, 2p. (Embrapa Roraima. Folder Técnico, 09).

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; ARAÚJO, T. T.; SÁ, F. V. S. Taxas de crescimento do tomateiro sob lâminas de Irrigação em ambiente protegido. **Revista Verde**, Mossoró, v.6, n.2, p.210-217, 2011.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.895-901, 2004.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**; tradução de Eliane Romanato Santarém et al., - 4. Ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

TEIXEIRA, L. M. R.; ZAMPIERON, S. L. M. Estudo da fenologia, biologia floral do girassol (*Helianthus annuus*, Compositae) e visitantes florais associados, em diferentes estações do ano. **CIÊNCIA ET PRAXIS**, Passos, v. 1, n. 1, p.5-14, 2008.