



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM



COMPORTAMENTO DO GIRASSOL À ADUBAÇÃO FOSFATADA E ÁGUA  
DISPONÍVEL EM UM ARGISSOLO

DANILA LIMA DE ARAÚJO

ORIENTADORES: Ph.D. HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA  
D.Sc. LUCIA HELENA GAROFALO CHAVES

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
AGOSTO-2012

**DANI LA LIMA DE ARAÚJO**

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL À ADUBAÇÃO FOSFATADA E ÁGUA  
DISPONÍVEL EM UM ARGISSOLO**

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 das exigências do Curso para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola na Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

**ORIENTADORES: Prof. Ph.D. Hugo Orlando Carvalho Guerra  
Profa. Dra. Lucia Helena Garofalo Chaves**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
AGOSTO-2012**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO

DANILA LIMA DE ARAUJO

COMPORTAMENTO DO GIRASSOL À ADUBAÇÃO FOSFATADA E ÁGUA  
DISPONÍVEL EM UM ARGISSOLO

BANCA EXAMINADORA:

  
Prof. Dr. Hugo Orlando Garvallo Guerra – Orientador

  
Prof(a). Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves – Orientadora

  
D.Sc. Rogério Dantas de Lacerda- Examinador externo

PARECER

Aprovada

Aprovada

APROVADA

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
AGOSTO- 2012



**DIGITALIZAÇÃO:**  
**SISTEMOTECA - UFCG**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A663c

Araujo, Danila Lima de.

Comportamento do girassol à adubação fosfatada e água disponível em um argissolo / Danila Lima de Araujo. – Campina Grande, 2012.  
75 f. : il.

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. Fertilização. 3. Crescimento Vegetativo. 4. Produção. I. Guerra, Hugo Orlando Carvalho. II. Título.

CDU 633.85(043)



*A minha família (pais, irmãos  
marido e filha), por serem minha  
base de sustentação em todos os  
momentos vividos.*

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por estar proporcionando esse momento de realização, onde através dele conheci pessoas que contribuíram diretamente em minha formação acadêmica e pessoal.

Aos meus pais Otávio e Bastiana, por sempre terem me apoiado em todos os momentos, sempre me orientando e mostrando o melhor caminho a seguir, amo vocês.

Aos meus irmãos Sebastião, Solange, Sérgio, Paulo e Diva, por representar o sentido de uma família unida e digna. Aos meus familiares, cunhados sobrinhos, tios, primos e conhecidos pela amizade.

Aos meus orientadores Prof. Ph.D. Hugo Orlando Carvallo Guerra e Profa. D. SC. Lúcia Helena Garófalo Chaves pela orientação e conhecimentos compartilhados durante o curso e a realização do trabalho.

Aos demais professores que juntos representaram esse grupo acadêmico de extrema importância que é o da Pós- Graduação em Eng. Agrícola.

Aos meus colegas de sala de aula e amigos, Navilta Veras, Fabrício de Oliveira, João Tadeus, Dante, Gesivaldo Jesus, Anderson Santos, Eduardo Maciel, Francisco Sales Jânio, Gorge Luiz, Paulo Megna, por sempre manterem a união em sala e trocar conhecimentos importantes.

A coordenação pela sua pronta assistência sempre que precisamos com a eficiência dos funcionários Dona Aparecida e Gilson.

Aos demais amigos, Shrilyanne, Doroteu, Sebastião Oliveira, Wilson Barbosa, Janivan Fernandes, Amilton Jr. Rogério, Ana Cristina, Jailma, Valfisio, Allan Nunes, Kaline Travassos, Aryadne Vilar, Abel, Alberto Cardoso, Kalyne Brito, José Henrique, Susane, Silvana, Silvana Medeiros, Joelma, Bruna Freitas, Lucimara, Ivomberg Magalhães, Flávio Costa, Patrícia Silva, Rosinaldo, Junior Maia, Antônio Suassuna, Rennan Fernandes, Lauriane e Geovani, Leandro, Mônica, Whéllyson, Priscila Targino, Raphael, Elizandra, Riuzuane Lopez, Ramón, Lenildo, Marcelo Possas e os demais que não foram citados.

A todo grupo que compõe a eng. Agrícola através da dedicação, aplicação de seus conhecimento e descoberta de novas tecnologias a favor da grande área agrícola de estudos.

A Capes pela bolsa fornecida durante o decorrer do curso, e ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa.

**Muito obrigada!**

## *Pegadas na Areia*

*Os caminhos de nosso Senhor*

*Só quem ama percorreu*

*Só quem sonha conheceu*

*São caminhos cheios de amor*

*Que nem sempre o sonhador*

*É capaz de entender*

*Alguém me disse que sonhou*

*Que estava numa praia caminhando com Jesus*

*E olhando o céu viu sua vida*

*Tanta estrada percorrida*

*Sempre em busca de uma luz*

*E olhando as marcas na areia*

*Viu ao lado dos seus passos as pegadas de Jesus*

*E aí ele falou:*

*- Não te entendo, meu Senhor!*

*E olhou pro chão*

*- Nos caminhos mais difíceis, eu não vejo as tuas marcas*

*Por que me deixaste só?*

*Jesus respondeu:*

*- Os passos são só meus, jamais te abandonei*

*É que nos momentos mais difíceis de viver*

*Nos meus braços te levei*

*(Padre Antônio Maria)*

## GIRASSOL SUBMETIDO À NÍVEIS DE ADUBAÇÃO FOSFATADA E ÁGUA DISPONÍVEL EM UM ARGISSOLO

### RESUMO

O girassol é uma cultura que vem sendo disseminado no Brasil, com ênfase na região Nordeste, tanto pelo seu valor econômico quanto pela facilidade de adaptação a diversas variações climáticas, mas para isto é imprescindível o conhecimento climático da região, disponibilidade hídrica e, principalmente, a qualidade do solo, pois este necessita apresentar condições favoráveis para só então obter um bom desenvolvimento da cultura. Objetivou-se assim, avaliar o comportamento do girassol (cultivar EMBRAPA 122/V-2000) sob níveis de adubação fosfatada e água disponível num Argissol. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado 4 x 4 com quatro doses de fósforo (0; 80; 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>), provenientes do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e quatro níveis de água disponível no solo (55; 70; 85 e 100%) com três repetições totalizando 48 unidades experimentais. Os resultados foram submetidos a análise de variância e análises de regressão. Os níveis de água disponíveis no solo não afetaram o crescimento do girassol enquanto as dosagens de fósforo o afetaram significativamente. Para as variáveis de produção de fitomassa e diâmetro do capítulo foram detectados efeitos significativos, tanto para as dosagens de fósforo quanto para os níveis de Água Disponível, com exceção para fitomassa da folha, influenciada apenas pelo fósforo. A ausência de fósforo (0 kg ha<sup>-1</sup>) resultou em diminuição significativa, tanto no crescimento quanto na produção. A produção de fitomassa fresca e seca do caule, folhas, capítulo, total e diâmetro do capítulo mostraram um crescimento linear com o aumento das dosagens de fósforo e disponibilidade de água no solo. Os melhores resultados para peso de sementes viáveis, peso total de sementes e número total de sementes, foram obtidos com a dosagem máxima de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P e 100% de água disponível.

**Palavras chave:** *Helianthus annuus L.*, fertilização, crescimento vegetativo, produção

## PHOSPHATE FERTILIZER AND AVAILABLE SOIL WATER EFFECT ON SUNFLOWER GROWING IN A ULTISOL

### ABSTRACT

The sunflower is a crop that has been widely spread in Brazil, with emphasis on the Northeast, due to its economic value and adaptability to various climatic variations, but for this there is a need to gain knowledge of the climatic region, water availability, soil quality and mainly because it needs to favorable conditions for good development. Thus, the objective of the present study was to evaluate the behavior of sunflower (EMBRAPA 122/V-2000) to different levels of phosphate and available soil water on a Ultissol. The experimental design was completely randomized 4 x 4 with four phosphorus levels (0, 80, 100 and 120 kg ha<sup>-1</sup>) and four levels of available soil water (55, 70, 85 and 100%) with three replicates, totalizing 48 experimental units. The results were submitted to variance and regression analyses. Soil available water did not affect sunflower growing however the phosphorus levels affected it significantly. Phytomass production and chapter diameter were affected significantly by the available soil water and phosphorus treatments with the leaf phytomass exception that was affected only by the phosphorus. The fresh and dry stem, leaves, chapter and total phytomass and the chapter diameter increased linearly with phosphorus and available soil water. The best results for the seed number and weight were obtained with the maximum doses of phosphorus (120 kg ha<sup>-1</sup> de P) along with 100% available soil water.

**Key words:** *Helianthus annuus L.*, fertilization, vegetative growth, production

<b>Tabela 1.</b> Características físico químicas do solo utilizado no experimento	28
<b>Tabela 2.</b> Resumo das análises de variância referentes à altura de plantas aos 20, 40, 60 e 80 DAS do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo	33
<b>Tabela 3.</b> Resumo das análises de variância referentes ao diâmetro do caule das plantas aos 20, 40, 60 e 80 DAS do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo	35
<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância referentes ao número de folhas aos 20 (A), 40 (B), 60 (C), em função de doses de fósforo e água disponível do solo	36
<b>Tabela 5.</b> Resumo das análises de variância referentes à área foliar, aos 20 (A), 40 (B) e 60DAS (C), em função de doses de fósforo e água disponível do solo	38
<b>Tabela 6.</b> Resumo das análises de variância referentes à fitomassa fresca da folha (FFF), fitomassa fresca do capítulo (FFCap), fitomassa fresca do caule (FFC) e fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000, 2000 em função das doses de Fósforo e Água Disponível do solo	40
<b>Tabela 7.</b> Resumo das análises de variância para o desdobramento da interação entre os fatores P x AD referentes à fitomassa fresca do capítulo (FFCap), fitomassa fresca do caule (FFC) e fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000	45
<b>Tabela 8.</b> Resumo das análises de variância referentes à fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do capítulo (FSCap), fitomassa seca do caule (FSC) e fitomassa seca total (FST) do girassol EMBRAPA 122/V-2000 sob doses de Fósforo e Água Disponível no solo	50
<b>Tabela 9.</b> Resumo das análises de variância referentes ao diâmetro do capítulo (DCap), número de sementes viáveis (NSV), e número total de sementes (NTS) do girassol EMBRAPA 122/V-2000 em função das doses de Fósforo e Água Disponível no solo	53

<b>Tabela 10.</b> Resumo das análises de variância para o desdobramento da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível (AD), para as variáveis Número de Sementes Viáveis (NSV) e Número Total de Sementes (NTS)	55
<b>Tabela 11.</b> Resumo das análises de variância referentes ao peso de sementes viáveis (PSV), peso total de sementes (PTS) e peso de 1000 sementes (P1000S) do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo	59
<b>Tabela 12.</b> Resumo das análises de variância para o desdobramento da interação entre dosagens de fósforo (P) e níveis de água disponível (AD), para o peso total de sementes (PTS) e peso de sementes viáveis (PSV)	62

## INDICE DE FIGURAS

páginas

<b>Figura 1.</b> Altura da planta aos 20(A), 40(B), 60(C) e 80DAS(D) em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011	34
<b>Figura 2.</b> Diâmetro do caule (DC) aos 20(A), 40(B), 60(C) e 80DAS(D) em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011	36
<b>Figura 3.</b> Número de folhas (NF) aos 20(A), 40(B) e 60(C) DAS em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011	37
<b>Figura 4.</b> Área foliar (AF) aos 20(A), 40(B) e 60(C), em função das dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011	39
<b>Figura 5.</b> Efeito dos níveis de água disponível na altura da planta (A), diâmetro do caule (B), número de folhas (C) e área foliar (D). Campina Grande 2011	40
<b>Figura 6.</b> Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para a fitomassa fresca da folha (FFF) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011	41
<b>Figura 7.</b> Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para a fitomassa fresca do caule (FFC) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011	42
<b>Figura 8.</b> Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para fitomassa fresca do capítulo (FFCap) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011	43
<b>Figura 9.</b> Dosagens de fósforo (A) e níveis de irrigação (B) para fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011	43
<b>Figura 10.</b> Desdobramento para a variável fitomassa fresca do caule (FFC), dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011	46
<b>Figura 11.</b> Desdobramento para a variável fitomassa fresca do capítulo (FFCap),	47



dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011

**Figura 12.** Desdobramento para a variável fitomassa fresca total (FFT), dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011 48

**Figura 13.** Desdobramento das variáveis fitomassa fresca do caule (A), do capítulo(B) e total (C) de AD dentro da dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P. Campina Grande, 2011 49

**Figura 14.** Fitomassa seca da folha (FSF), A, do caule (FSC), B, e do capítulo (FSCap), C em função das dosagens de fósforo e Água Disponível no Solo. Campina Grande, 2011 51

**Figura 15.** Fitomassa seca total (FST) (A) em função de dosagens de fósforo e água disponível no solo. Campina Grande, 2011 52

**Figura 16.** Diâmetro do capítulo (DCap) para as dosagens de fósforo (A1) e níveis de água disponível (A2). Campina Grande, 2011 53

**Figura 17.** Dosagens de fósforo e níveis de água disponível para o número de sementes viáveis (NSV) (17A) e número total de sementes (NTS) (17B). Campina grande, 2011 54

**Figura 18.** Desdobramento da variável número de sementes viáveis, dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011 56

**Figura 19.** Desdobramento da variável número de sementes viáveis, níveis de AD dentro de cada dosagem de P, 120 kg ha<sup>-1</sup> (A). Campina Grande, 2011 57

**Figura 20.** Desdobramento para o número total de sementes, dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011 58

**Figura 21.** Desdobramento para o número total de sementes, níveis de água 58

disponível (AD) dentro das dosagens de fósforo de 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup>. Campina Grande, 2011

**Figura 22.** Dosagens de Fósforo e níveis de água disponível para as variáveis, peso de sementes viáveis (PSV), e peso total de sementes (PTS), Campina Grande 2011 60

**Figura 23.** Dosagens de fósforo e níveis de água disponível para o peso de 1000 sementes (P1000S), Campina Grande 2011 61

**Figura 24.** Desdobramento para o peso total de sementes, dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011 63

**Figura 25.** Desdobramento para o peso total de sementes (PTS), níveis de água disponível (AD) dentro das dosagens de fósforo 80(A) e 120 kg ha<sup>-1</sup> (B). Campina Grande, 2011 63

**Figura 26.** Desdobramento para o peso de sementes viáveis, dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011 64

**Figura 27.** Desdobramento para o peso de sementes viáveis (PSV) dos níveis de água disponível (AD) dentro das dosagens de Fósforo 120 kg ha<sup>-1</sup>. Campina Grande, 2011 65

## SUMÁRIO

	Páginas
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	18
2.1 Características Gerais da Cultura do Girassol .....	18
2.2 Aspectos Econômicos .....	19
2.3 Necessidades Nutricional da cultura do girassol .....	22
2.3.1 Adubação fosfatada .....	23
2.4 Exigências Hídricas .....	25
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	27
3.1 Localização Experimental .....	27
3.2 Clima .....	27
3.3 Características do Solo .....	27
3.4 Variedade Utilizada .....	29
3.5 Delineamento Experimental .....	29
3.6 Instalação e Condução do Experimento .....	29
3.7 Variáveis Estudadas .....	30
3.7.1. Variáveis de Crescimento .....	30
3.7.1.1. Altura da Planta (AP) .....	30
3.7.1.2. Diâmetro do Caule (DC) .....	30
3.7.1.3. Número de Folhas (NF) .....	31
3.7.1.4. Área Foliar (AF) .....	31
3.7.2. Variáveis de Produção .....	31
3.7.2.1. Fitomassa Fresca .....	31
3.7.2.2. Fitomassa Seca .....	31
3.7.2.3. Diâmetro do Capítulo .....	31
3.7.2.4. Aquênios .....	31
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
4.1. Variáveis de Crescimento .....	33
4.1.1. Altura da Planta .....	33
4.1.2. Diâmetro do Caule .....	34
4.1.3. Número de Folhas .....	36
4.1.4. Área Foliar .....	38

4.1.5. Efeito da AD nas variáveis de crescimento .....	39
4.2. Variáveis de Produção .....	40
4.2.1. Fitomassa fresca .....	40
4.2.2 Desdobramentos da interação Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD), para a fitomassa fresca do capítulo do caule e total .....	44
4.2.3 Fitomassa seca .....	49
4.2.4. Diâmetro do Capítulo e Número de sementes .....	52
4.2.5 Desdobramentos da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD) para o número de sementes viáveis e número total de sementes .....	58
4.2.6. Peso de Sementes .....	59
4.2.7. Desdobramentos da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD) para o peso total de sementes e peso de sementes viáveis .....	62
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>66</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma cultura dicotiledônea, oleaginosa, pertencente à família compositae, originária dos Estados Unidos e México, que se adapta às diversas condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada em todos os continentes (SILVA, 1990), correspondendo a cerca de 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo, apresentando evolução na área plantada. É uma cultura de ampla adaptabilidade, alta tolerância à seca, alto rendimento de grãos e de óleo. Além disto, a planta do girassol, os grãos, os restos da cultura e os subprodutos gerados na extração do óleo, podem ser usados na alimentação animal (PRADO & LEAL, 2006). Para o Brasil, a cultura desponta com perspectiva de grande parceria no Programa do Biodiesel Nacional (ARRUDA, et al. 2010). É uma cultura anual que, do ponto de vista econômico, apresenta viabilidade no Nordeste.

A adaptabilidade, o aproveitamento de suas sementes e de sua massa seca, o teor de óleo em torno de 40%, aliado à sua crescente valorização no mercado, constituem o cenário ideal para a geração de retornos financeiros (FREITAS, 2012)

O girassol é uma oleaginosa que se destaca por apresentar características de maior resistência à seca, ao frio e ao calor, cuja maioria das espécies oleaginosas é normalmente cultivadas no Brasil. Ainda apresenta ampla adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (GOMES et al., 2003).

O girassol, por apresentar um óleo de excelente qualidade compete fortemente com a maioria das oleaginosas mas pode ser utilizado com outras finalidades (FELIX & RAMOS, 1982). O óleo de girassol caracteriza-se por apresentar elevada concentração de ácidos graxos insaturados, essenciais na dieta humana (SMIDERLE, 2000).

Segundo Silva et al. (2007) o girassol é uma cultura que apresenta características desejáveis do ponto de vista agrônomo, tais como: ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, o que o qualifica como boa opção aos produtores brasileiros. E ainda, com o incentivo do governo Federal, mais recentemente, em utilizar o biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado, a cultura do girassol apresenta viabilidade técnico-ambiental na produção de biocombustíveis.

Segundo Prado & Leal (2006), o cultivo desta oleaginosa se tem expandido, atualmente, na região do Brasil Central devido ao cultivo em safrinha visto que a cultura apresenta alta tolerância ao déficit hídrico. Neste contexto e para que se tenha um aumento do potencial produtivo da cultura é importante que se forneçam nutrientes em quantidades adequadas, evitando-se a falta ou o excesso de determinado elemento.

Para Pena Neto (1981) o fósforo é um elemento importante haja vista que as primeiras fases de desenvolvimento da planta do girassol influem diretamente sobre o crescimento das raízes e, posteriormente, sobre a granação, proporcionando um enchimento perfeito dos grãos. Cerca de 60% a 70% do fósforo são absorvidos nas fases de 30 a 80 dias após a emergência dentro, portanto, deste período de desenvolvimento da planta, o fósforo deve estar presente no solo em quantidades suficientes e de forma solúvel, para que seja assimilado.

As necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas existindo informações que indicam desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo. Entretanto, na maioria dos casos 500 mm a 700 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo resultam em rendimentos próximos ao máximo (EMBRAPA, 2003). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação - FAO (2002), a porcentagem total média de água usada nos diferentes períodos de crescimento da cultura do girassol é de aproximadamente 20% durante o período vegetativo e de 55% durante o florescimento, restando 25% para o período de enchimento dos grãos no girassol.

O experimento teve como objetivo avaliar o crescimento, o desenvolvimento e a produção do girassol cultivar EMBRAPA 122/V-200 submetido a diferentes dosagens de fósforo e de níveis de água disponível no solo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Características gerais da cultura do girassol

O girassol é uma dicotiledônea anual, pertencente ao gênero *Helianthus*, família compositae, originária do continente norte-americano. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, isto é 12 espécies anuais e 37 perenes. Poucas espécies são de ocorrência bastante rara, outras são elementos comuns da vegetação natural e algumas são quase plantas daninhas, desenvolvendo-se em áreas bastante alteradas pelo homem. Muitas espécies foram domesticadas duas das quais, a, *H. annuus* L., o girassol comum, e a *H. tuberosus* L., o “Jerusalem artichoke”, são plantas alimentícias; o primeiro devido ao óleo e à proteína dos grãos e o último pelas suas raízes. Além disto, muitos girassois são usados como planta ornamental. O girassol cultivado é uma planta anual, geralmente de uma haste com uma inflorescência no seu ápice. Nos cultivares comerciais o comprimento da haste varia entre 50 e 300 cm e seu diâmetro entre 1 e 10 cm (UNGARO, 2000).

As folhas são inferiores, opostas e superiores, geralmente alternadas com três nervuras principais de coloração variando de verde-escuro a verde-amarelo, sendo a inflorescência disposta em capítulo formada por inúmeras flores, situada em um receptáculo discoidal. O fruto (semente) apresenta coloração diversificada e o ciclo vegetativo varia de 90 a 130 dias (SMIDERLE et al. 2002). A base do capítulo é chamada receptáculo sobre o qual estão as brácteas e flores. Sucessivos círculos, de um a quatro discos florais, abrem-se diariamente durante 5 a 10 dias dependendo do tamanho do capítulo e da temperatura ambiente. Apresenta sistema radicular do tipo pivotante, denominado explorativo, significando que grande volume de solo pode ser explorado com uma combinação entre raízes grossas e finas (UNGARO, 2000).

O caule tipicamente não ramificado, ereto e cilíndrico e altura variando de 1m a 3m pode apresentar diferentes curvaturas cuja forma pode variar de côncavo a convexo, expressas na maturação (CASTIGLIONI et al., 1993).

Para Connor & Sadras (1992) três estádios são considerados na formação da produção: primeiro, é o período do início do florescimento ao início da antese, quando as flores se diferenciam e se desenvolvem; o segundo período está compreendido entre o início e o final da antese, quando o número de sementes é determinado a partir do número de flores viáveis



capazes de se desenvolver e o terceiro, entre o final da antese e a maturação fisiológica, quando as condições de crescimento determinam o enchimento dos aquênios.

Segundo Reyes et al. (1985), o girassol é uma cultura que apresenta vasta aptidão agrícola para diferentes condições de solo e clima podendo ser cultivado durante o ano todo, desde que haja disponibilidade de água. É uma cultura de fácil adaptabilidade a diferentes regiões do país adequando sua época de semeadura às condições edafoclimáticas locais; possui boa adaptação às condições variáveis de temperatura, sendo a mais adequada a faixa entre 18° e 24°C.

Balla et al. (1997) afirmam ser o girassol uma planta muito rústica, resistente à seca, ao frio e ao calor. Oliveira et al. (2004) ressaltam que o girassol é indicado como boa alternativa no sistema de rotação e sucessão de cultivo além de excelente recicladora de nutrientes e promotora de colonização micorrízica, proporcionando ganhos expressivos de produtividade nas culturas que se seguem: soja após girassol aumento de 15% e milho após girassol aumento de 30%. Recomenda-se cuidado especial em não cultivá-lo em épocas favoráveis ao aparecimento de doenças, em especial as que ocorrem no final do ciclo das plantas, imediatamente após o florescimento evitando então, regiões com baixas temperaturas no final do ciclo (LEITE et al., 2007). Durante as primeiras fases do seu ciclo a planta apresenta resistência às baixas temperaturas e à seca sendo que nas fases seguintes, o frio excessivo e a falta de água provocam alterações nas plantas, ocasionando perda na produção (LEITE et al., 2007).

Os solos mais adequados para a cultura do girassol são os argilo-arenosos profundos, com boa fertilidade, permeáveis e com bom conteúdo de matéria orgânica. Os solos demasiadamente pesados, impermeáveis e os demasiado arenosos, com excesso de sal ou pedregosos, muito ácidos ou fortemente alcalinos, não são adequados para a cultura (ROSSI, 1998). É uma planta que se desenvolve bem em solos com fertilidade média; no entanto, altas produções só são obtidas em solos corrigidos quanto à acidez, férteis ou com boa fertilização suplementar (UNGARO, 2000).

## **2.2. Aspectos econômicos**

Atualmente, o girassol está despertando grande interesse a nível mundial pois representa nova alternativa de mercado para a produção de matéria-prima visando à obtenção de biocombustíveis em função do elevado teor de óleo nos aquênios e de sua ampla adaptação a diferentes regiões edafoclimáticas (DALL'AGNOL et al., 2005).



Esta oleaginosa apresenta potencial elevado de cultivo no Nordeste brasileiro em função da sua facilidade de adaptação a diferentes ecossistemas. A produção de grãos de girassol em quantidade para mil toneladas no Brasil, cresceu a uma taxa média anual de 15,1%, ao passar de 16 mil para 103 mil toneladas porém a partir de 2008 a produção brasileira passou a decrescer (CONAB, 2012). De acordo com a FAO (2010) em um levantamento realizado a produção brasileira ocupa a 26<sup>a</sup> posição mundial e a 3<sup>a</sup> da América Latina atrás da Argentina e Paraguai.

Como é crescente o interesse das indústrias (Bunge Alimentos) pela cultura do girassol com vista à extração de óleo e se considerando que este interesse é reflexo do aumento da demanda, pela população para alimentos mais saudáveis, a perspectiva é de que a demanda pelos produtos proveniente do girassol cresça consideravelmente (PARENTE, 2003). A demanda mundial por óleo de girassol vem crescendo, em média, 1,8% ao ano mas no Brasil, o crescimento foi, em 2002, de 5%. A demanda interna por óleo de girassol cresce, em média, 13% ao ano; para suprir esta demanda o país importa o óleo sobretudo da Argentina (SMIDERLE et al., 2005).

A cultura do girassol se destaca a nível mundial como a quinta oleaginosa em produção de matéria-prima, ficando atrás somente da soja, colza, algodão e do amendoim, quarta oleaginosa em produção de farelo depois da soja, colza e do algodão e terceira em produção mundial de óleo, depois da soja e da colza. Os maiores produtores de grão são a Rússia, a Ucrânia, a União Europeia e a Argentina (LAZZAROTTO et al., 2005).

O Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol (grão) tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (FAGUNDES, 2002). A produção de girassol (grão) no Brasil se concentra nas regiões Centro-Oeste (Goiás e Mato Grosso do Sul, com 45,6% e 23,8%, respectivamente, da produção na safra 2004), Sul (Rio Grande do Sul, com 11,7% da produção na safra 2004) e Sudeste (São Paulo, com 3,5% da produção na safra 2004) segundo Agriannual (2005).

A cultura do girassol avança para os estados do Brasil Central (baixas latitudes) fundamentada em novos genótipos, alguns importados diretamente da Argentina havendo, portanto a necessidade de melhor se ajustar a população de plantas para altos rendimentos (MONTEIRO, 2001).

O girassol pode ser usado como biocombustível ou biodiesel, óleo de BVO (baixo volume oleoso, utilizado em avião agrícola), óleo de UBVO (ultra baixo volume oleoso, também na aviação agrícola) e óleo comestível, já que a oleaginosa tem potencial de 40 a 55%

de óleo, dependendo do híbrido e das condições ambientais. O girassol ainda produz proteína em torno de 35 a 42% do seu conteúdo, muito útil à alimentação animal (GRANDO, 2005).

Segundo Freitas (2012), o óleo é o principal produto extraído do girassol e tem boa aceitação no mercado, sobretudo em virtude de sua excelente qualidade cujos atributos físico-químicos permitem utilizá-lo, por exemplo, para a produção de biodiesel e de óleo de cozinha, como rico em nutrientes.

O girassol apresenta elevada importância pois produz óleo de boa qualidade e alto valor nutricional como alimento funcional, tanto para a alimentação humana quanto de ruminantes, suínos e aves e, além disto, pode ser utilizado para silagem como opção forrageira. Atualmente, está despertando grande interesse a nível mundial pois representa uma nova alternativa de mercado para a produção de matéria-prima com vista à obtenção de biocombustíveis em função do elevado teor de óleo nos aquênios e de sua ampla adaptação às diferentes regiões edafoclimáticas (SOUZA et al., 2004).

A cultura do girassol se caracteriza por ser de grande importância econômica, sendo a quinta fonte de óleo vegetal mais consumida no mundo (7,88%), seguida da do amendoim (9,6%), algodão (10,5%), canola (11,7%) e soja (56,3%) (OLIVEIRA et al., 2004). Seus grãos atendem à indústria de óleo e seus resíduos servem para ração animal na forma de tortas, e também atende ao mercado de sementes para pássaros; a matéria seca é destinada à produção de silagem de excelente qualidade.

Em relação à alimentação humana, a farinha de girassol tem alto valor proteico; a farinha do girassol com tratamento térmico resulta em melhor qualidade proteica quando suplementada com 0.34% do aminoácido lisina; o concentrado proteico da semente do girassol mostra bom valor nutricional bem como sua taxa de eficiência proteica (Salgado et al., 1988)

Pena Neto (1981) afirma que a torta de girassol possui cerca de 24% de fibra podendo ser empregada com sucesso na alimentação animal.

O óleo é o principal produto extraído do girassol constituído de 85% a 91% de ácidos graxos insaturados (oleico, linolênico e linoleico).

### 2.3. Necessidades Nutricionais da Cultura do Girassol

O papel da adubação e da nutrição mineral na determinação do crescimento da planta de girassol é indispensável; depois da água, a adubação ocupa o primeiro lugar entre os fatores que propiciam boa produção, sendo a adubação fosfatada fundamental para o bom desenvolvimento da cultura (MALAVOLTA, 1992).

A exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase de desenvolvimento em que se encontra; na fase vegetativa, ou seja, ciclo inicial de desenvolvimento com até 30 dias após a emergência (DAE), o girassol necessita de pouca quantidade de nutrientes. Castro & Oliveira (2005) verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento, ocorrem a partir deste momento até o florescimento pleno. Segundo Hooking & Steer (1983) este período é bastante importante na definição do potencial produtivo das plantas.

Embrapa (2002) informa que o principal período onde ocorre a maior taxa de absorção de nutriente e crescimento mais acelerado da planta do girassol, é a fase imediatamente após a formação do botão floral até o final do florescimento.

Dos 28 aos 56 dias DAE ocorre um rápido aumento na exigência nutricional; nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios (R5, R6 e R7) entre os 56 e 84 dias, há uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente (CASTRO & OLIVEIRA, 2005). Observa-se que o girassol acumula o total de 41 kg de N; 17,1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 171 kg de K<sub>2</sub>O para produzir uma tonelada de grãos.

De modo geral, as quantidades de nitrogênio, fósforo e de potássio recomendadas para o cultivo do girassol, variam de 40 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; entretanto, na literatura são encontradas recomendações com diferentes combinações desses elementos, em decorrência das condições edafoclimáticas e do tipo de variedade que está sendo cultivada. Castro & Oliveira (2005), por exemplo, recomendam a adubação do girassol utilizando doses entre 40 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N, devendo utilizar-se em solos com médio teor de fósforo e potássio 18 kg ha<sup>-1</sup> e 33 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Quaggio e Úngaro (1997) indicam, para o Estado de São Paulo a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, 20 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Avaliações experimentais indicam que a produção máxima de girassol é alcançada com 80 a 90 kg ha<sup>-1</sup> de N; contudo com aplicação de 40 a 50 kg ha<sup>-1</sup> de N

obtem-se 90% da produção relativa máxima correspondendo à quantidade do nutriente economicamente mais eficiente (SMIDERLE et al., 2000).

Sachs et al. (2006), observaram, avaliando o efeito de N, K e P na cultura do girassol, que a produtividade responde positivamente ao incremento da adubação com N, K e P e o teor de óleo no aquênio aumenta com o incremento da adubação com K e P; as doses destes elementos que proporcionaram as melhores respostas variaram de acordo com o parâmetro avaliado, ou seja, produção de aquênios, teor de óleo e produção de óleo mostrando, com isto, que a recomendação de adubação deve variar de acordo com a finalidade de produção.

### 2.3.1 Adubação Fosfatada

A adubação fosfatada envolve diversos aspectos que necessitam ser examinados incluindo a avaliação da disponibilidade do fósforo em solos, a resposta de culturas à adubação fosfatada e economicidade desta adubação, às recomendações feitas na prática e a sua difusão em nível de agricultor (EMBRAPA, 1999).

A forma predominante do nutriente é com a do íon fosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), a fase sólida apresenta formas orgânicas e inorgânicas divididas em fase lábil e não-lábil. O contato do íon fosfato nas raízes ocorre, preferencialmente, por difusão, razão pela qual a absorção do nutriente depende do volume de solo explorado pelas raízes. Absorvido na planta, o fosfato é incorporado a compostos orgânicos incluindo açúcares fosfatados, fosfolipídios e nucleotídeos. Seu principal ponto de entrada é via assimilação e ocorre durante a formação de ATP, sendo esta a molécula de energia da célula (MALAVOLTA et al., 1997).

O fósforo disponível às plantas é encontrado em baixas concentrações na solução do solo, devido ao nível de acidez dos solos em que são cultivadas as principais culturas, os quais apresentam as maiores taxas de fixação de fósforo variáveis de acordo com a quantidade e a mineralogia das argilas, sendo intensificadas em solos com predominância de  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  (RAIJ, 1991).

Em algumas regiões, deficiências de P também podem limitar o acúmulo de biomassa vegetativa, o que se explica pela redução na partição de assimilados para a formação da área foliar ou pela diminuição da eficiência com que a radiação interceptada é utilizada para a produção de biomassa acima do solo (COLOMB et al., 1995). Rodriguez et al. (1998) observaram que deficiências de P acarretaram uma redução na taxa de expansão foliar e de fotossíntese por unidade de área foliar em girassol.



Segundo Sanchez (2007), a deficiência em fósforo resulta em plantas menos desenvolvidas e prejudica o enchimento dos aquênios, o que leva a uma redução da produtividade e do teor de óleo. Mesmo sendo um dos nutrientes que proporcionam maior desempenho nas culturas na literatura, são poucos os trabalhos que enfatizam a importância do fósforo na qualidade das sementes de girassol. A baixa disponibilidade de fósforo é, em geral, a maior limitação ao crescimento das plantas. Para a cultura da soja, o fósforo e o cálcio se encontram entre os nutrientes que apresentam as maiores limitações nutricionais ao crescimento (LIMA, 1995).

Rossi (1998) afirma que para a cultura do girassol a absorção do fósforo é muito lenta no começo do desenvolvimento vegetativo crescendo intensamente no período de formação do capítulo e na floração. No girassol a absorção do fósforo ocorre até o enchimento de aquênios, isto quando não há limitação da disponibilidade do nutriente. A contribuição do fósforo remobilizado das folhas e o caule para os aquênios em maturação varia de, aproximadamente, 30% a 60 % (HOCKING & STEER, 1983).

Segundo Blamey et al. (1997), a diagnose foliar é o melhor método para se avaliar a deficiência do nutriente; o mesmo ocorre nas folhas da parte inferior das plantas, em razão da grande mobilidade do fósforo na planta. Fazer um diagnóstico correto é difícil pois os sintomas de deficiência de fósforo podem ser confundidos com aqueles causados por algumas doenças como a *Alternaria helianthi*.

Trabalhos experimentais avaliando respostas de adubação fosfatada no Brasil foram feitos em diversas condições edafoclimáticas, demonstrando a importância deste nutriente na produtividade do girassol. No Estado de São Paulo, Quaggio & Ungaro (1997) indicam a aplicação de 20 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dependendo do teor de P do solo. Leite et al. (2007) afirmam que para o P as maiores produtividades de girassol cultivado em solos de textura argilosa e com teores médios a altos de P no solo, foram alcançadas com níveis de adubação variando entre 40 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no estado do Paraná. O estado do Ceará (Universidade Federal do Ceará, 1993) recomenda doses de 30 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, recomenda-se de 0 a 110 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Quando se avalia a disponibilidade de fósforo para as plantas através da análise de solo com extratores ácidos, como o Mehlich-1, deve-se levar em consideração a quantidade de argila uma vez que ela é usada como indicador da capacidade de fixação de fósforo do solo, determinando classes de interpretação para cada tipo de textura. No Brasil não há uma classificação específica de nutrientes para o cultivo do girassol, mas se adotam valores de

referência regional utilizados para as culturas de verão (milho e soja). Assim, a adubação mínima de exportação de P para a produção de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> em solos com alto teor de fósforo, é de 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, podendo ser de até 80 kg ha<sup>-1</sup> nos solos com disponibilidade muito baixa (CASTRO & OLIVEIRA, 2005).

A retirada de fósforo do solo pelo girassol é cerca de 1% da massa dos grãos (VIGIL, 2000); contudo, em solos com teor superior a 14 ppm não é necessária a adubação fosfatada; quando não há limitação da disponibilidade de fósforo, a absorção do nutriente ocorre até o enchimento de aquênios.

Para o estabelecimento de um programa apropriado de adubação é necessário identificar os principais problemas inerentes à nutrição da planta e, posteriormente, determinar os nutrientes limitantes, suas quantidades, épocas e formas de aplicação corretas (MALAVOLTA et al., 1997).

#### **2.4. Exigências hídricas**

O consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. O girassol apresenta baixa eficiência no uso da água. Cada litro de água consumido produz menos de dois gramas de matéria seca porém em condições de déficit hídrico esta eficiência aumenta em torno de 20% a 50%. Durante a fase da semeadura à emergência o consumo gira em torno de 0,5 a 1,0 mm/dia, atingindo o máximo de 6 a 8 mm/dia na floração e no enchimento dos grãos, decrescendo após este período (EMBRAPA, 2003).

De acordo com a FAO (2002), a porcentagem total média de água usada nos diferentes períodos de crescimento da cultura do girassol é de aproximadamente 20% durante o período vegetativo e de 55% durante o florescimento, restando 25% para o período de enchimento de grãos. Suas necessidades hídricas não estão bem definidas havendo informações desde menos de 200 mm até mais de 900 mm por ciclo (UNGER, 1990; CASTRO & BOUÇAS FARIAS, 2005).

Comumente, o girassol é cultivado como cultura de sequeiro, embora não seja altamente tolerante à seca. Todavia, apresenta boa resposta à irrigação e acréscimos de rendimentos acima de 100% são comuns em comparação com cultivos sem irrigação (ANDRADE, 2000).

Muitos pesquisadores têm apontado que plantas com sistema radicular profundo e vigoroso e com grande massa de raízes, são mais tolerantes ao estresse hídrico em função da absorção de água, nutrientes e ancoragem. Para o girassol esta característica também é válida,

sobremaneira pelo fato de que, normalmente, seu sistema radicular alcança uma profundidade de aproximadamente dois metros (COX & JOLLIFF, 1986).

Unger (1990) explica que a água requerida pelo girassol varia de 600 a 1000 mm, dependendo do clima e do ciclo da cultura. Aumentos na evapotranspiração são observados no estabelecimento e no florescimento da cultura podendo, ainda, ser mantidos durante a formação das sementes e no início da maturação.

A cultura de girassol tem baixa eficiência no uso da água uma vez que cada litro de água consumido produz menos de dois gramas de matéria seca, mas em condições de déficit hídrico esta eficiência aumenta em torno de 20 a 50%. Uma disponibilidade adequada de água durante o período da germinação à emergência, é oportuna para a obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. As fases do desenvolvimento da planta mais sensíveis ao déficit hídrico são do início da formação do capítulo ao começo da floração (afeta mais o rendimento de grãos) e da formação e enchimento de grãos, que é a fase de maior consumo de água pelo girassol (afeta mais a produção de óleo). De forma bastante prática, a fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração (EMBRAPA, 2000). Apesar dessas informações e de outras disponibilizadas na literatura, as necessidades hídricas do girassol ainda não estão perfeitamente definidas podendo variar de 200 a 900 mm/ciclo, o que constitui incentivo para novas pesquisas nesta área.

Conforme Silva (1990) as necessidades hídricas para a cultura do girassol no Brasil variam, de modo geral, de 200 a 900 mm por ciclo e os maiores rendimentos são obtidos na faixa de 500 a 700 mm, desde que bem distribuídos. Na irrigação do girassol deve-se calcular o volume de água para uma profundidade de até 60 cm; assim e de modo geral, são utilizados de 5000 a 10000 m<sup>3</sup> de água por hectare, parcelados de acordo com as fases da planta e os tipos de solo.

Gomes et al. (2005) observaram, trabalhando com girassol irrigado, em Limeira SP, nos anos de 2001, 2002 e 2003, que sob severo estresse hídrico e sob estresse hídrico moderado com suplementação hídrica nas fases de formação do botão floral e enchimento de grãos, a produção de grãos de girassol reduziu cerca de 30 e 17,2 %, respectivamente, em comparação com plantas sem restrição hídrica.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização do Experimento**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus I, Campina Grande, Paraíba, cujas coordenadas geográficas do local são 7°12'52" Sul e 35°54'24" Oeste e altitude de 550 m (CARNEIRO et al., 2002). O experimento foi realizado no período compreendido entre 9 de março a 8 julho de 2011.

#### **3.2. Clima**

Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o município apresenta precipitação média anual de 802,7 mm, temperatura média de 27,5 °C, média de 19,2 °C e umidade relativa do ar média de 83% (ALVES et al., 2009).

O clima da região, conforme a classificação climática de Köeppen, adaptada ao Brasil (COELHO & SONCIN, 1982) é do tipo AS' quente e úmido, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno. A estação chuvosa se inicia entre janeiro e fevereiro com término em setembro, podendo adiantar-se até outubro.

#### **3.3. Características do Solo**

O solo utilizado foi coletado da camada superficial (0 - 20 cm), o qual foi secado ao ar, posteriormente realizados o destorroamento e a homogeneização, sendo peneirado e caracterizado quanto aos aspectos físicos e químicos, segundo metodologia descrita pela Embrapa (1997).

O solo foi então classificado como franco-argilo-arenoso, não salino e não sódico, cujas características físicas e químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1; foi realizada a correção do solo para estabilização do pH, exigido pela cultura do girassol. Posteriormente foram identificadas suas características físico químicas.



**Tabela 1.** Características físico-químicas do solo utilizado no experimento, após a calagem

<b>Características Físicas</b>		<b>Valores</b>
Granulometria	Areia ( $\text{g kg}^{-1}$ )	553,40
	Silte ( $\text{g kg}^{-1}$ )	117,30
	Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	329,30
Classificação textural		Franco Arg. Arenoso
Densidade do solo	$\text{kg/m}^3$	1130
Densidade de partículas	$\text{kg/m}^3$	2680
Porosidade Total	(%)	57,92
Capacidade de campo	(% base solo seco)	27,30
Ponto de Murcha Permanente	(% base solo seco)	14,45
Água Disponível		12,85
<b>Características químicas</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
pH em água (1:2,5)	-	4,36
CE (suspensão solo-água)	$\text{dS m}^{-1}$	0,21
Carbono Orgânico	$\text{g kg}^{-1}$	129
Matéria Orgânica	$\text{g kg}^{-1}$	222
Nitrogênio	$\text{g kg}^{-1}$	1,2
Fósforo Assimilável	$\text{mg kg}^{-1}$	8,1
<b>Complexo Sortivo</b>		
Cálcio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	1,45
Magnésio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	1,65
Sódio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	0,17
Potássio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	0,21
Hidrogênio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	8,58
Alumínio	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	1,20
CTC	$\text{cmol}_c \text{ kg de solo}$	13,23
Carbonato de Cálcio Qualitativo	-	Ausente
<b>Extrato de Saturação</b>		
pH (extrato de saturação)	-	4,35
CE (extrato de saturação)	$\text{dS m}^{-1}$	0,66
Cloreto	$\text{meq/l}$	3,25
Carbonato	$\text{meq/l}$	0,00
Bicarbonato	$\text{meq/l}$	2,80
Sulfato	$\text{meq/l}$	Ausente
Cálcio	$\text{meq/l}$	1,50
Magnésio	$\text{meq/l}$	3,12
Potássio	$\text{meq/l}$	0,50
Sódio	$\text{meq/l}$	2,00
Porcentagem de Saturação	%	42,66
RAS	$(\text{mmol L}^{-1})^{0,5}$	1,31
Classe do solo	-	Normal

### 3.4. Variedade utilizada

A variedade de girassol utilizada e estudada neste experimento foi a Embrapa 122 / V 2000, destacando-se por ser precoce (ciclo vegetativo de 100 dias), em comparação com outras variedades sendo cerca de 20 dias mais precoce que os híbridos atualmente cultivados no Brasil, podendo atingir uma média produtiva de 1503 a 1741 kg ha<sup>-1</sup> e teor médio de óleo nos aquênios de 39,91 a 43,55 % (EMBRAPA, 2002).

### 3.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso (DIC), sendo analisado em esquema fatorial (4 x 4) com três repetições totalizando 48 unidades experimentais. O estudo pesquisou o efeito de 4 níveis de água disponível no solo (55, 70, 85 e 100% de AD) e 4 doses de adubação fosfatada ( 0, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>).

Para trabalhar os resultados obtidos foi utilizada a análise de variância (ANOVA), através da utilização do software SISVAR (FERREIRA 2006). Por se tratar de fatores quantitativos foram submetidos a análises de regressão por polinômios ortogonais e, havendo resultados significativos, foram aplicados cálculos correspondentes aos coeficientes de regressão, de forma que as equações foram estabelecidas de acordo com o comportamento dos fenômenos estudados.

### 3.6. Instalação e condução do experimento

A unidade experimental se constituiu de um vaso plástico com capacidade para volume de 35L no qual foram depositados 32 kg de solo; no centro de cada vaso, correspondente a 100% de AD, foi inserido um tubo de acesso até a profundidade de 40 cm.

O semeio foi realizado diretamente nos vasos utilizando-se dez sementes distribuídas e distanciadas de forma equidistante a uma profundidade de 0,02m; aos 20 DAS realizou-se um desbaste com a finalidade de se deixar apenas uma planta por vaso; as doses de nitrogênio utilizadas em cobertura foram aplicadas aos 28 DAS e aos 52 DAS (dias após o semeio); nesta mesma data foi adicionado, a cada unidade experimental, o correspondente a 2 kg ha<sup>-1</sup> de boro, provenientes de ácido bórico para suprimento da necessidade nutricional da planta.

A adubação com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proveniente de superfosfato triplo utilizada como tratamento no experimento foi toda aplicada em fundação com as dosagens de (0, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup>); já

as adubações potássica  $K_2O$  provinda de cloreto de potássio e nitrogenada (N), foram aplicadas tanto em fundação quanto em cobertura com a dosagem correspondente a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  sendo distribuídas ao longo do ciclo, da seguinte forma: 1/3 da quantidade total foi aplicado em fundação e o restante aos 28 e 52 dias após o semeio (DAS).

O conteúdo de água no solo ao longo do período experimental foi monitorado diariamente através de uma sonda segmentada DIVINNER – 2000 denominada Reflectometria no Domínio da Frequência (FDR), a qual foi inserida no solo através de um tubo de acesso inserido no centro dos vasos correspondentes a 100% de AD; os valores do conteúdo de água do solo no cálculo do balanço hídrico foram mensurados em três intervalos de profundidade (0-10, 10-20 e 20- 30 cm) nos tratamentos correspondentes a 100% da água disponível (AD); os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e calculados de acordo com as funções matemáticas previamente programadas para calcular o volume de reposição referente a 100% da AD e, a partir de então, extrapolados para os outros tratamentos (55, 70 e 85%) relativos ao fator porcentagem de água disponível no solo. As irrigações foram realizadas diariamente, sempre às 16h, de forma manual, com auxílio de regadores e se utilizando uma proveta (1L) graduada para medição do volume aplicado.

### **3.7. Variáveis Estudadas**

#### **3.7.1. Variáveis de Crescimento**

Todas as variáveis foram mensuradas a partir dos 20 Dias Após o Semeio (DAS), de forma sequencial, com intervalo de 20 dias; a última leitura foi realizada aos 80 DAS.

##### **3.7.1.1. Altura da Planta (AP)**

A altura da planta foi mensurada medindo-se a distância do colo da planta até a inserção da folha mais nova, com uma trena.

##### **3.7.1.2. Diâmetro do Caule (DC)**

As leituras do diâmetro do caule foram realizadas no colo da planta a 0,05m da superfície do solo, com um paquímetro.

### **3.7.1.3. Número de Folhas (NF)**

Na contagem das folhas foram consideradas as que apresentaram comprimento mínimo de 0,03 m e estivessem sadias, isto é, fotossinteticamente ativas.

### **3.7.1.4. Área foliar (AF)**

O cálculo da área foliar seguiu a metodologia proposta por Maldaner et al. (2009) cuja fórmula é  $AF = 0,1328 \times C^{2,5569}$ , em que C é o comprimento da nervura central da folha, sendo que o somatório final das áreas por folha fornece o valor da área foliar total da planta.

## **3.7.2 . Variáveis de Produção**

### **3.7.2.1. Fitomassa Fresca**

Após a colheita todas as partes frescas da planta foram pesadas imediatamente utilizando-se uma balança de precisão e se obtendo as seguintes variáveis: Fitomassa Fresca do caule (FFC), das folhas (FFF), capítulo sem os aquênios (FFCAPSA) e calculada a fitomassa Fresca total (FFT) através do somatório de toda a parte da planta;

### **3.7.2.2. Fitomassa Seca**

Após o material ser secado em estufa de circulação de ar forçado na temperatura de 60°C até atingir peso constante realizou-se posteriormente, a pesagem da fitomassa das partes da planta como Fitomassa Seca do caule (FSC), das folhas (FSF), capítulo sem os aquênios (FSCAPSA) e calculada a fitomassa Seca total (FST), através do somatório de toda a parte da planta;

### **3.7.2.3. Diâmetro do capítulo**

O diâmetro do capítulo foi mensurado ao final do ciclo da cultura no estágio de produção com o auxílio de uma trena graduada em centímetros, para posterior medição.

#### **3.7.2.4. Aquênios**

Após a retirada dos capítulos foram mensurados: o número, a porcentagem e o peso de aquênios viáveis identificando-se também a fitomassa por tratamento de 1000 aquênios.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis de Crescimento

#### 4.1.1. Altura da Planta

De acordo com as análises de variância dos dados de altura de planta, não houve efeito significativo para o fator níveis de água disponível nem para a interação entre os fatores doses de fósforo x água disponível, constatando-se apenas efeito altamente significativo para o fator doses de fósforo em todas as avaliações de crescimento, ocorridas aos 20, 40, 60 e 80DAS, em que todos os comportamentos se ajustam ao tipo de regressão linear, de acordo com o teste F (Tabela 2).

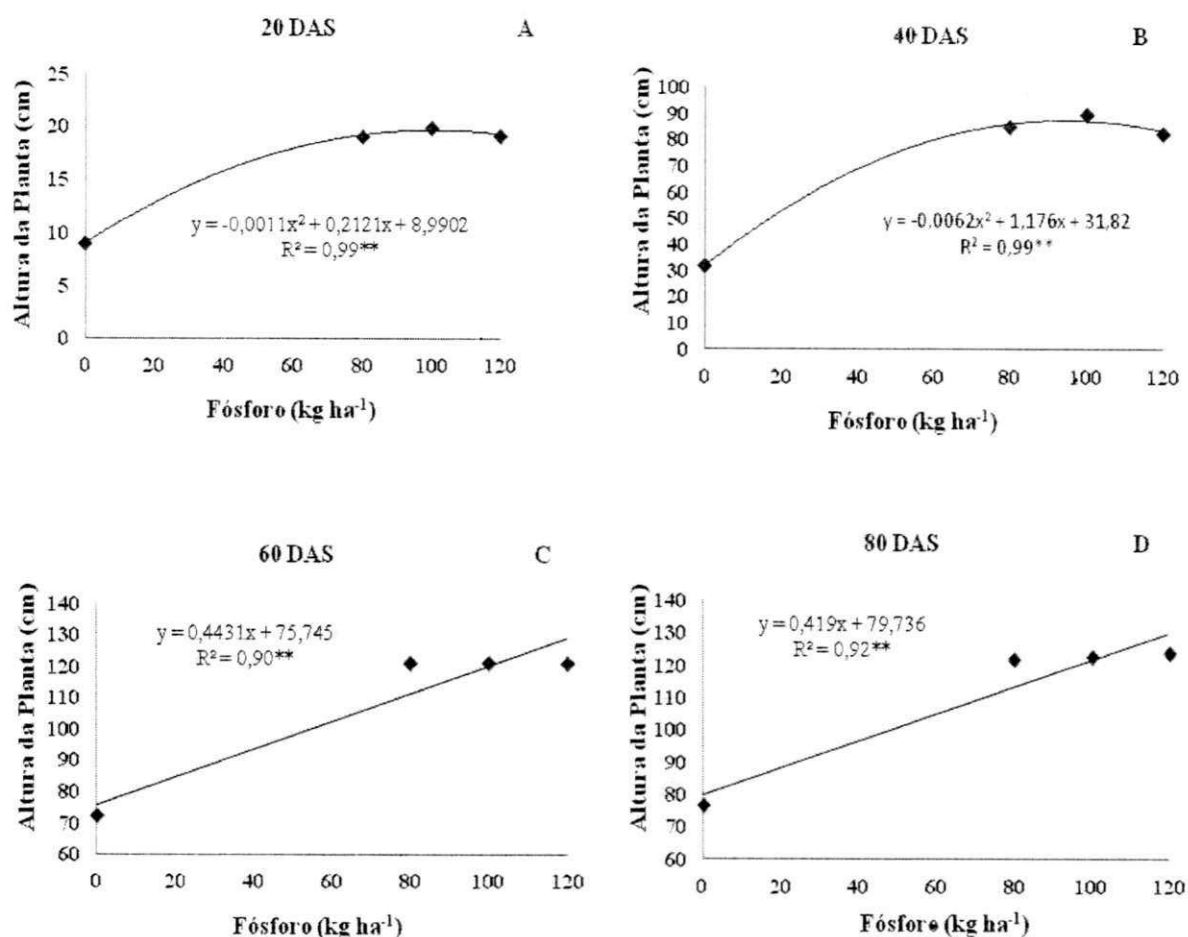
**Tabela 2.** Resumo das análises de variância referentes à altura de plantas aos 20, 40, 60 e 80 DAS do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		20DAS	40DAS	60DAS	80DAS
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	326,47**	8764,74**	7194,96**	6324,11**
Regressão linear	1	836,20**	197,435**	73,122**	73,19**
Regressão quadrática	1	92,17**	27,602**	7,47 <sup>ns</sup>	6,08 <sup>ns</sup>
<b>Água Disponível (A)</b>	3	6,45 <sup>ns</sup>	14,18 <sup>ns</sup>	373,29 <sup>ns</sup>	364,16 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x AD</b>	9	8,08 <sup>ns</sup>	75,44 <sup>ns</sup>	167,28 <sup>ns</sup>	128,27 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	4,36	116,45	267,45	238,97
Coeficiente de variação	(%)	12,44	14,94	15,01	13,91

GL: Grau de liberdade, \*\* significativo a 1% de probabilidade, <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F

Na Figura 1 observa-se um crescimento quadrático significativo com o aumento das doses de fósforo, durante todas as épocas avaliadas; a máxima altura da planta foi de 123,58 cm com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo, aos 80 DAS como pode ser observado na Figura 1D; resultados superiores foram encontrados por Arruda Filho et al. (2008) quando avaliaram a aplicação de fósforo e calcário na cultura do girassol verificando que a maior altura da planta (173,00 cm) seria encontrada, teoricamente, com a aplicação de 215,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Chaves et al. (2010) não encontraram, trabalhando com a mesma variedade de girassol em um neossolo regolítico, efeito significativo do fósforo sobre a altura da planta.



**Figura 1.** Altura da planta aos 20(A), 40(B), 60(C) e 80DAS(D) em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011

#### 4.1.2. Diâmetro do Caule

Observam-se, na Tabela 3, resultados altamente significativos ( $p < 0,01$ ) apenas para as doses de fósforo em todas as avaliações aos 20, 40, 60 e 80 DAS, não se constatando efeito significativo nenhum, para os níveis de água disponível nem para a interação dos fatores P x A; os resultados foram semelhantes àqueles obtidos para a altura da planta e divergentes dos encontrados por Chaves et al. (2010) ao trabalhar com a mesma variedade utilizando um neossolo regolítico, e verificaram efeito significativo apenas aos 20 DAS; o valor para o diâmetro do caule máximo obtido no presente trabalho foi 13,96 mm aos 80DAS, com a aplicação da dose fosfatada de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Braga (2010) obteve, trabalhando com dosagens



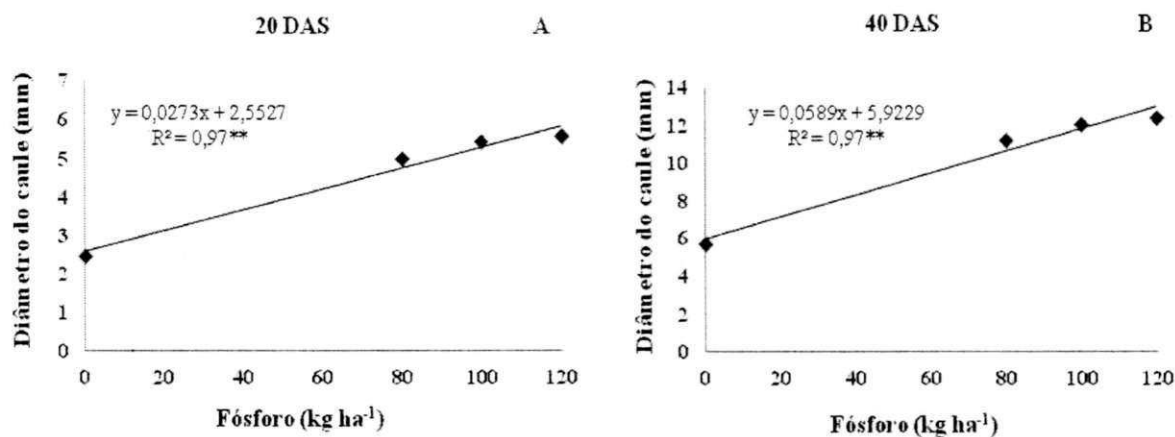
de 99,3 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, resultados superiores a 24 mm no diâmetro caulinar; já Silva et al (2012) encontraram um diâmetro de 8 mm com dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo em um Latossolo Amarelo.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância referentes ao diâmetro do caule das plantas aos 20, 40, 60 e 80 DAS do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo

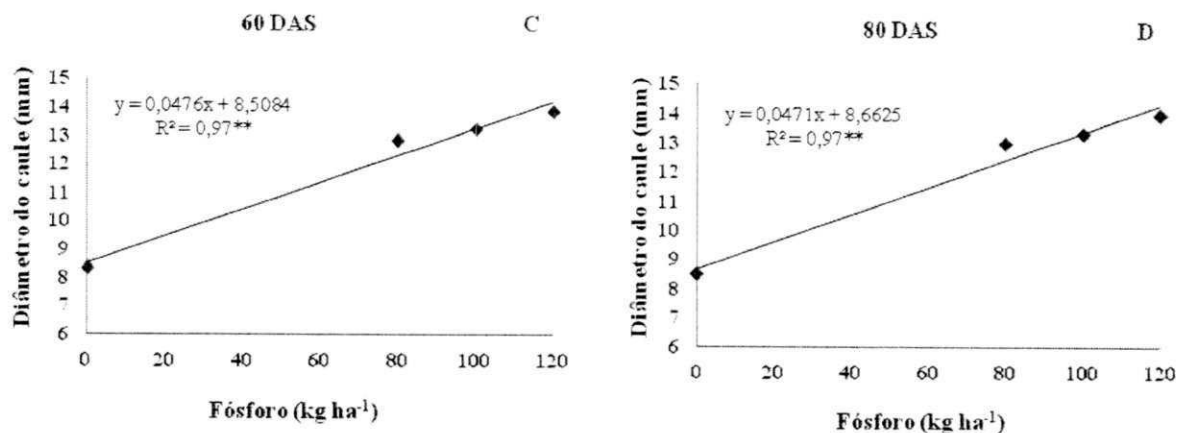
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		20 DAS	40 DAS	60 DAS	80 DAS
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	0,2555**	1,1850**	0,7691**	0,7545**
Regressão Linear	1	145,267**	150,161**	60,552**	63,381**
<b>Água Disponível (A)</b>	3	0,0008 <sup>ns</sup>	0,0210 <sup>ns</sup>	0,0637 <sup>ns</sup>	0,0648 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x AD</b>	9	0,0039 <sup>ns</sup>	0,0097 <sup>ns</sup>	0,0088 <sup>ns</sup>	0,0083 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	0,0051	0,0229	0,0343	0,0348
Coefficiente de Variação	(%)	15,57	14,66	15,35	15,30

GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

A Figura 2 apresenta as curvas de regressão com suas respectivas equações, para a relação diâmetro do caule x dosagens de fósforo para os quatro períodos estudados, verificando-se o tipo de regressão linear para todas as avaliações aos 20, 40, 60 e 80 DAS com  $p < 0,01$  de forma que, ao aumentar a quantidade de P há, conseqüentemente, um acréscimo no diâmetro do caule.







**Figura 2.** Diâmetro do caule (DC) aos 20(A), 40(B), 60(C) e 80DAS(D) em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011

#### 4.1.3. Número de Folhas

Assim como as variáveis anteriores altura da planta e diâmetro do caule, o número de folhas também foi afetado significativamente para as avaliações aos 20, 40 e 60 DAS, apenas pelas dosagens de Fósforo, não havendo efeito significativo para a água disponível nem, também, para a interação P x AD (Tabela 4); aos 80 dias a maioria das unidades experimentais já estava com as folhas sem fotossintetização ativa aproximando-se do estágio de senescência impossibilitando sua contagem e posterior medição da área foliar.

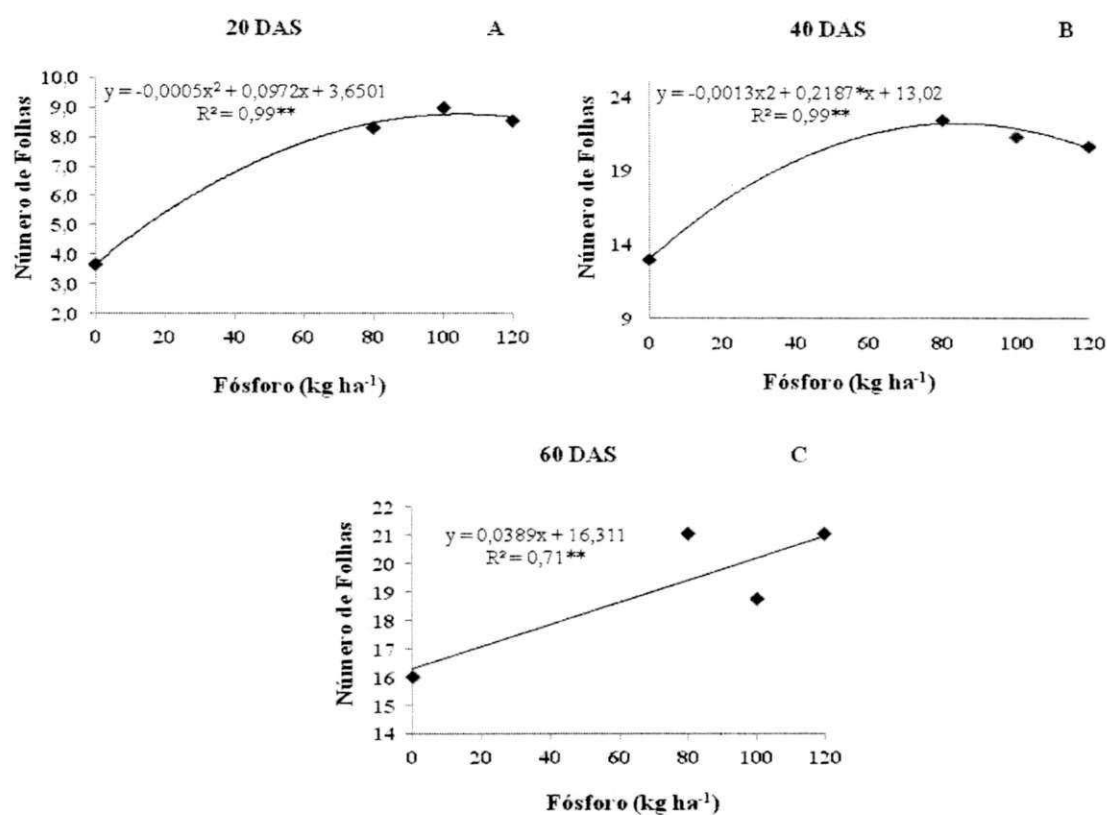
**Tabela 4.** Resumo das análises de variância referentes ao número de folhas aos 20 (A), 40 (B), 60 (C), em função de doses de fósforo e água disponível do solo

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		20 DAS	40 DAS	60 DAS
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	75,07**	225,83**	70,13**
Regressão Linear	1	267,877**	114,024**	22,062**
Regressão Quadrática	1	22,966**	30,231**	1,46 <sup>ns</sup>
<b>Água Disponível (AD)</b>	3	0,18 <sup>ns</sup>	4,11 <sup>ns</sup>	10,68 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x AD</b>	9	1,22 <sup>ns</sup>	3,16 <sup>ns</sup>	5,48 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	0,77	4,66	6,83
Coeficiente de Variação	(%)	11,87	11,13	13,59

GL: Grau de liberdade, \*\* significativo a 1% de probabilidade, <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Pode-se constatar que as dosagens de fósforo resultaram em efeito significativo aos 20, 40 e 60 DAS, ajustando-se os dois primeiros a um modelo de regressão polinomial quadrática e, para os 60 DAS, a um modelo linear, tanto aos 20 e 40 como aos 60 DAS, com nível de significância de 0,01 de probabilidade. Observou-se que o número de folhas aos 20 e 40 DAS aumentou quadraticamente com o fósforo, até determinada dose (80 a 100 kg ha<sup>-1</sup>) após a qual o número de folhas diminuiu; aos 60 dias o aumento foi menor e linear. Prado & Leal (2006), encontraram resultados semelhantes ao trabalhar com deficiência de fósforo na variedade Catissol 01, ocorrendo diminuição do número de folhas com o aumento da dosagem de fósforo.

Silva et al. (2012) encontraram um número máximo de 21 folhas aos 48 dias utilizando uma dosagem de 156,67 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em um Latossolo Amarelo. Por outro lado, Lima et al. (1981) estudando o efeito de doses crescentes de P sobre o crescimento de plantas de girassol, cv. Uruguai cultivadas em solução nutritiva observaram que, juntamente com o nitrogênio, o fósforo foi muito importante para obtenção de acréscimo significativo das variáveis de crescimento da planta, como no trabalho realizado em que o aumento de dosagens de fósforo foi significativo para o crescimento da planta do girassol.



**Figura 3.** Número de folhas aos 20 (A), 40 (B) e 60 (C) DAS em função de dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011

#### 4.1.4. Área Foliar

A área foliar foi afetada apenas significativamente pelas dosagens de fósforo em todas as avaliações aos 20, 40 e 60DAS a nível de  $p < 0,01$ , para todas as avaliações, de acordo com o aumento da dosagem, cujos resultados também foram crescentes enquadrando-se em um tipo de regressão linear (Tabela 5).

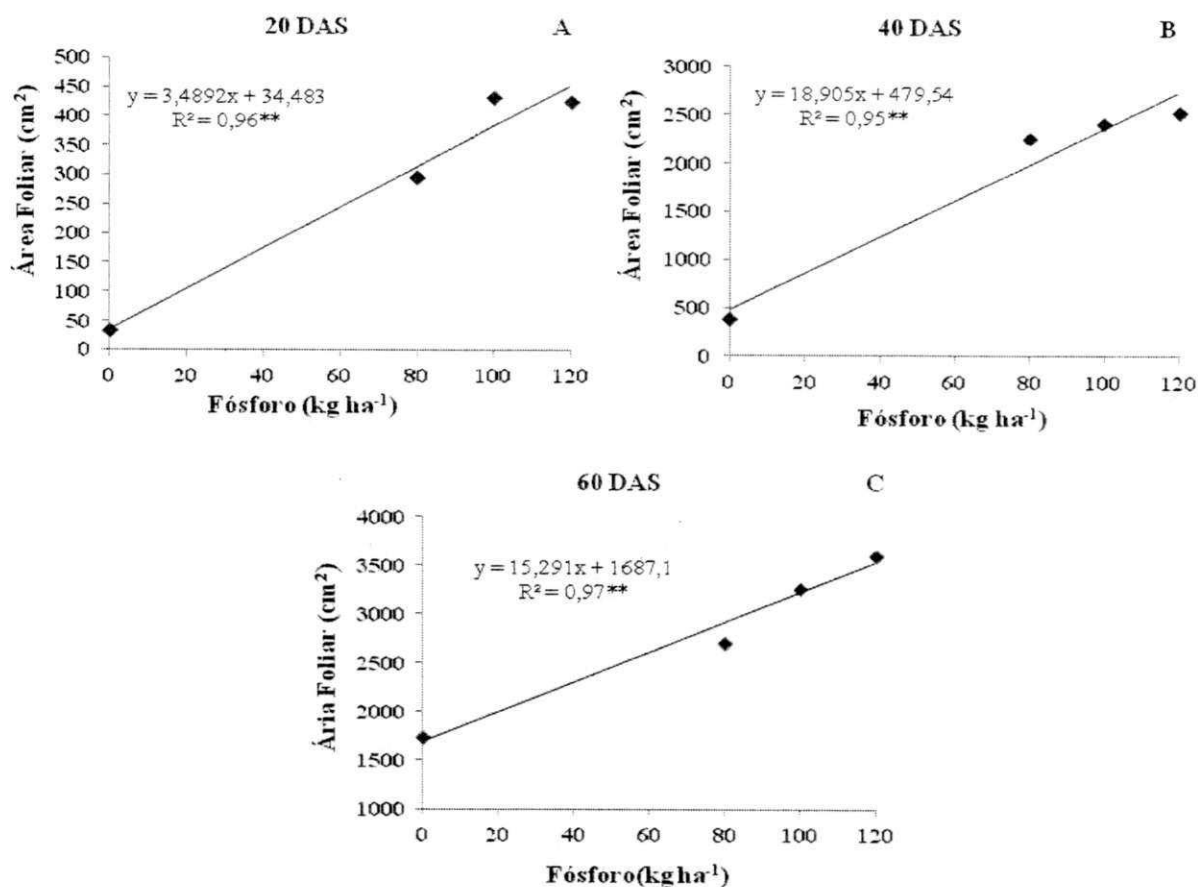
A Figura 4 apresenta as regressões da área foliar aos 20(A), 40(B) e 60DAS(C), em função de dosagens de fósforo; para todas as avaliações o nível de significância foi de 0,01 de probabilidade, todas se adequando ao modelo de regressão linear.

**Tabela 5.** Resumo das análises de variância referentes à área foliar, aos 20 (A), 40 (B) e 60DAS (C), em função de doses de fósforo e água disponível do solo

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		20 DAS	40 DAS	60 DAS
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	417945,49**	12364382,84**	7983289,25**
Regressão Linear	1	95,753**	157,883**	44,769**
<b>Água Disponível (A)</b>	3	8883,38 <sup>ns</sup>	459052,54 <sup>ns</sup>	30947442,17 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x A</b>	9	16948,91 <sup>ns</sup>	273500,93 <sup>ns</sup>	914645,78 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	12663,82	225466,09	520199,53
Coeficiente de Variação	(%)	38,00	25,03	25,45

GL: Grau de liberdade, \*\* significativo a 1% de probabilidade, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Observa-se, aos 20 DAS, um aumento da área foliar até a dosagem  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  alcançando valor máximo de  $431,52 \text{ m}^2$ ; já aos 40 e 60 DAS (Figura B e C), constata-se um aumento linear da área foliar obtendo-se valores máximos de  $2534,98$  e  $3610,23 \text{ cm}^2$  respectivamente, com  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ . Resultados semelhantes também foram encontrados por Prado & Leal (2006), que trabalharam com a variedade Catissol-01 e deficiência de fósforo, ocorrendo uma redução na área foliar com a ausência de fósforo, significando que com a adição de fósforo o presente estudo obteve resultados satisfatórios. Em seus trabalhos, Arruda Filho et al. (2008), estudando a aplicação de fósforo e calcário em um latossolo, identificaram efeito positivo sobre as características produtivas da cultura do girassol, e obtiveram uma área foliar potencial máxima de  $2.138 \text{ cm}^2$  com a aplicação de  $235 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , assemelhando-se aos resultados obtidos no presente estudo.

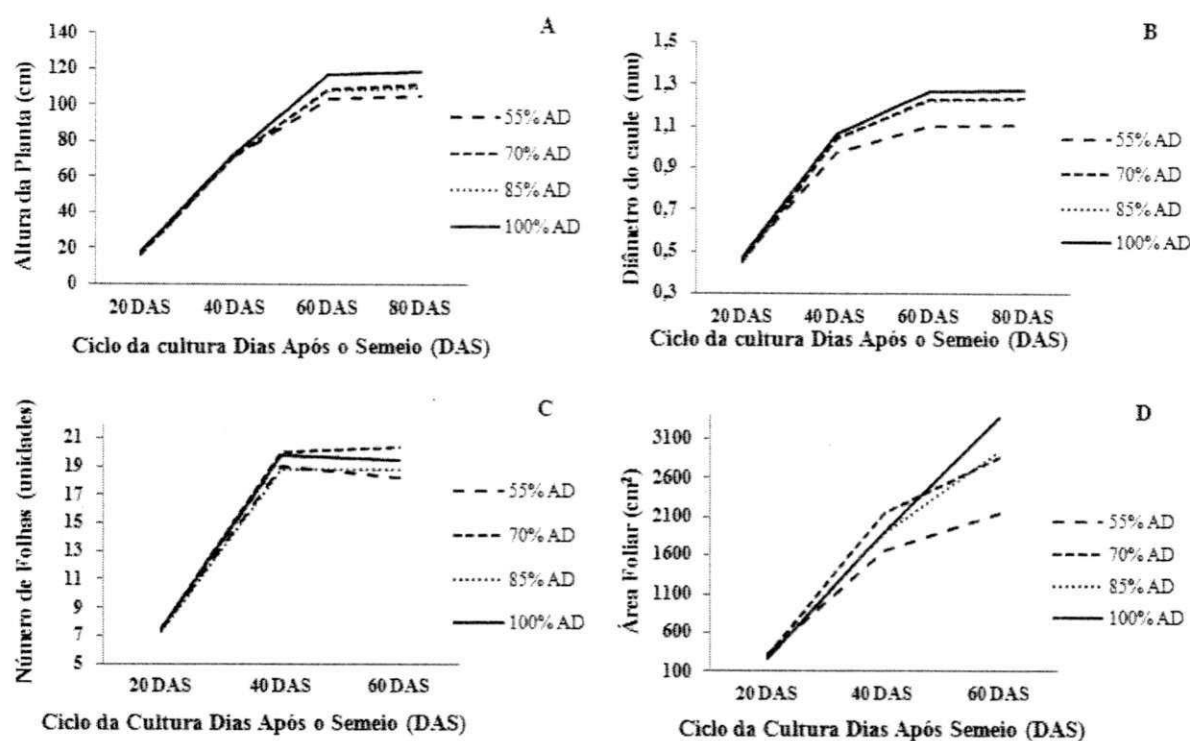


**Figura 4.** Área foliar (AF) aos 20 (A), 40 (B) e 60 (C), em função das dosagens de fósforo, Campina Grande, 2011

#### 4.1.5 Efeito da Água Disponível nas variáveis de crescimento

Para as variáveis de crescimento, e apesar de não se verificar efeito estatístico significativo, pode-se constatar que a altura da planta e o diâmetro do caule aumentaram o crescimento com os níveis de disponibilidade de água no solo observando-se o maior crescimento com o nível de 100% de água disponível no solo; já para o número de folhas e área foliar esta tendência não foi observada obtendo-se os máximos com a dose de 70%.

A não diferença estatística encontrada para o crescimento do girassol e para os diferentes níveis de água disponível no solo, pode ser devido ao fato de que como em outras tantas culturas, o crescimento e o desenvolvimento podem ser plenamente satisfeitos mediante um suprimento hídrico diferenciado para suas diferentes fases fenológicas compatíveis com sua capacidade de retirada de água na zona padrão de absorção pelas raízes (Barreto, 2004). Assim é possível que, durante as fases de crescimento, o menor nível de água disponível no solo utilizado (55%) possa ter sido suficiente para suprir as necessidades da planta.



**Figura 5.** Efeito dos níveis de água disponível nas variáveis altura da planta (A), diâmetro do caule (B), número de folhas (C) e área foliar (D). Campina Grande 2011

## 4.2. Variáveis de Produção

### 4.2.1. Fitomassa fresca

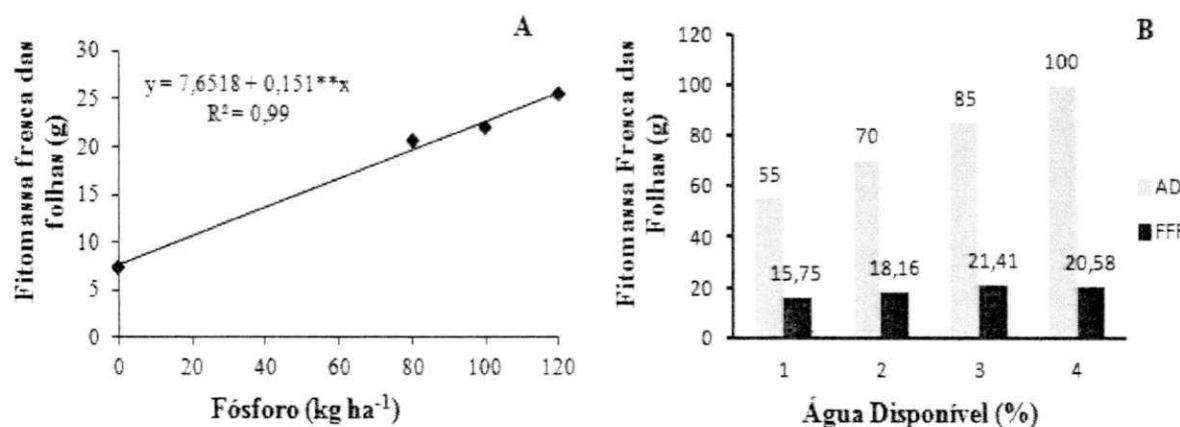
Pode-se verificar, na Tabela 6, efeito significativo tanto nas doses de fósforo e níveis de água disponível quanto na interação entre os fatores P x AD com probabilidade de ( $p < 0,01$ ) de significância para as variáveis fitomassa fresca do capítulo, fitomassa fresca do caule e fitomassa fresca total, com exceção apenas para a fitomassa fresca das folhas, que foi influenciada apenas pelas doses de fósforo.

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância referentes à fitomassa fresca da folha (FFF), fitomassa fresca do capítulo (FFCap), fitomassa fresca do caule (FFC) e fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000, 2000 em função das doses de Fósforo e Água Disponível do solo

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		FFF	FFCap	FFC	FFT
Doses de Fósforo(P)	3	18745,94**	762,40**	3948,36**	10104,27**
Água Disponível (A)	3	1205,17 <sup>ns</sup>	78,40**	1650,02**	2315,91**
Interação dos Fatores P x AD	9	1112,38 <sup>ns</sup>	36,28**	615,86*	1008,45**
Coeficiente de Variação (%)	(%)	23,21	30,47	25,44	15,32

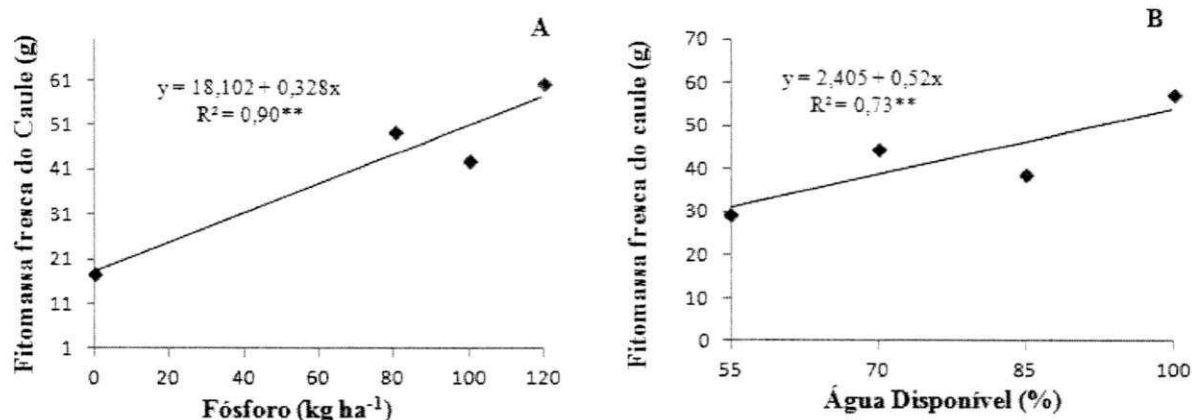
GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo pelo teste F

Para a fitomassa fresca da folha (Figura 6) nota-se efeito significativo nas dosagens de fósforo ajustando-se ao modelo de regressão linear com probabilidade de significância a nível de ( $p < 0,01$ ); o peso máximo encontrado foi na dosagem de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  com  $25,58 \text{ g}$ ; já em relação aos níveis de água disponível não ocorreu influência significativa sobre a fitomassa fresca da folha, como observado na Figura 6 pelos valores semelhantes (colunas em preto) com os diferentes níveis de água disponível.



**Figura 6.** Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para a fitomassa fresca da folha (FFF) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011

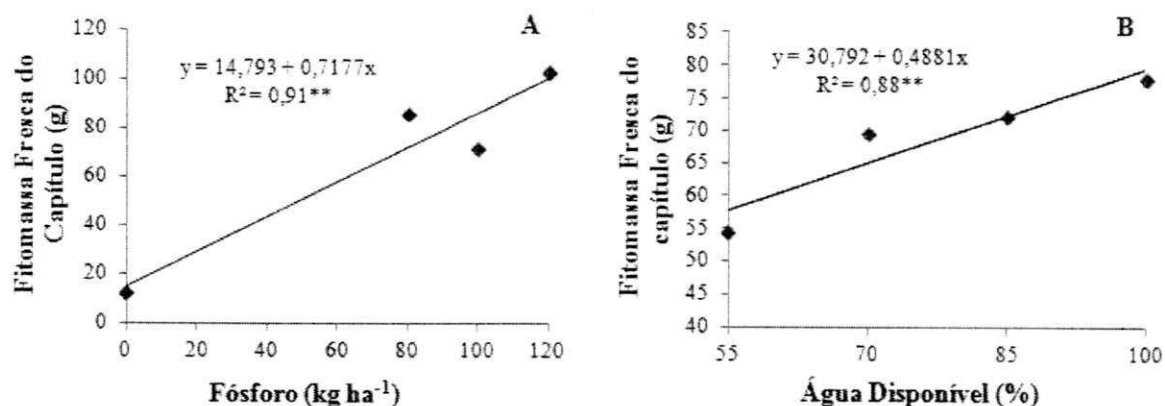
Já a variável fitomassa fresca do caule (Figura 7), apresentou crescimento quadrático ascendente cujo melhor resultado encontrado foi na dosagem de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  com peso aproximado de  $60 \text{ g}$ , com significância a nível de ( $p < 0,01$ ) visto também para água disponível em que os níveis de irrigação que foram impostos se comportaram de forma linear; com 100% de água disponível obteve-se o melhor resultado ( $57,5 \text{ g}$ ); com isto, ocorreu um incremento de  $48,6\%$  em relação ao nível mínimo de água disponível estudado ( $55\%$ ).



**Figura 7.** Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para a fitomassa fresca do caule (FFC) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011

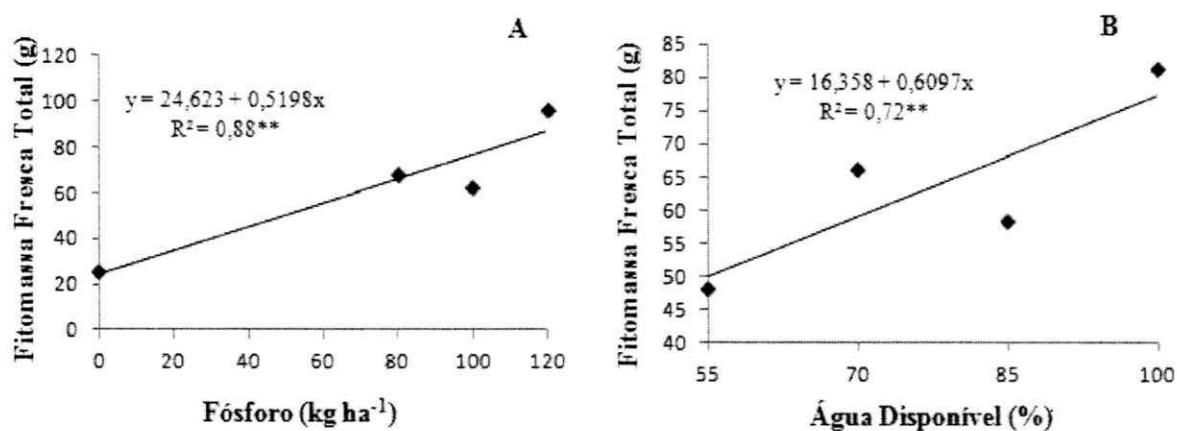
Obteve-se também, resultados significativos para a fitomassa fresca do capítulo (Figura 8) que tanto para os níveis de adubação fosfatada quanto para a água disponível apresentaram efeitos a nível de ( $p < 0,01$ ) ajustando-se melhor ao modelo de regressão linear, obtendo-se um incremento da maior fitomassa em relação à testemunha de aproximadamente 90%. Para os níveis de água disponível houve um crescimento linear em que a disponibilidade de água de 100% proporcionou um peso máximo de aproximadamente 78g com incremento de 30,11% em comparação com o nível de água disponível de 55%. Barros (2005), constatou estudando níveis de fósforo e calcário, efeitos satisfatórios para a fitomassa fresca do girassol com adubação fosfatada de forma que, com a omissão do fósforo, ocorreu limitação da produção de matéria fresca da cultura. Guedes Filho (2011) encontrou testando níveis de água disponível, resultados que corroboram com o estudo realizado, podendo-se perceber, crescimento linear de acordo com o aumento da porcentagem de água disponível imposta à cultura, de forma que o melhor resultado encontrado para a fitomassa fresca foi 100% de água disponível.





**Figura 8.** Dosagens de fósforo e níveis de irrigação para fitomassa fresca do capítulo (FFCap) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011

Pode-se verificar efeito significativo para a variável fitomassa fresca total (Figura 9) a nível de ( $p < 0,01$ ) comportando-se de forma linear, cujos melhores resultados foram encontrados na adição de dose máxima de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ , com valor de  $96,68 \text{ g}$ , significando uma porcentagem de incremento de 73%, 28,8% e 34,6% respectivamente, em relação às demais doses  $0$ ,  $80$  e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ . Enquanto se verifica, para a água disponível, um crescimento linear de acordo com que se insere uma quantidade maior de AD em que 100% proporcionou um peso maior de  $81,33 \text{ g}$ , com incrementos de 40,57%, 18,6% e 27,9%, respectivamente, em relação aos demais níveis de água disponível.



**Figura 9.** Dosagens de fósforo (A) e níveis de irrigação (B) para fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000. Campina Grande, 2011

#### **4.2.2. Desdobramentos da interação Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD), para a fitomassa fresca do capítulo do caule e total**

Na Tabela 7 é apresentado o resumo da análise de variância para o desdobramento entre a interação entre os fatores doses de fósforo e níveis de água disponível para as variáveis Fitomassa Fresca do Capítulo, Fitomassa Fresca do Caule e Fitomassa Fresca total, verificando-se, para todas as variáveis que, houve significância a nível de ( $p < 0,01$ ) para as doses de fósforo dentro de cada nível de água disponível predominando o enquadramento no tipo de regressão linear, enquanto para os níveis de água dentro das doses de fósforo observa-se significância apenas para as dosagens de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  nas variáveis fitomassa fresca do caule do capítulo e fitomassa fresca total. Os resultados se adequaram melhor ao tipo de regressão linear com significância de  $p < 0,01$  de forma que ao se aumentar a disponibilidade de água no solo o peso também foi incrementado.

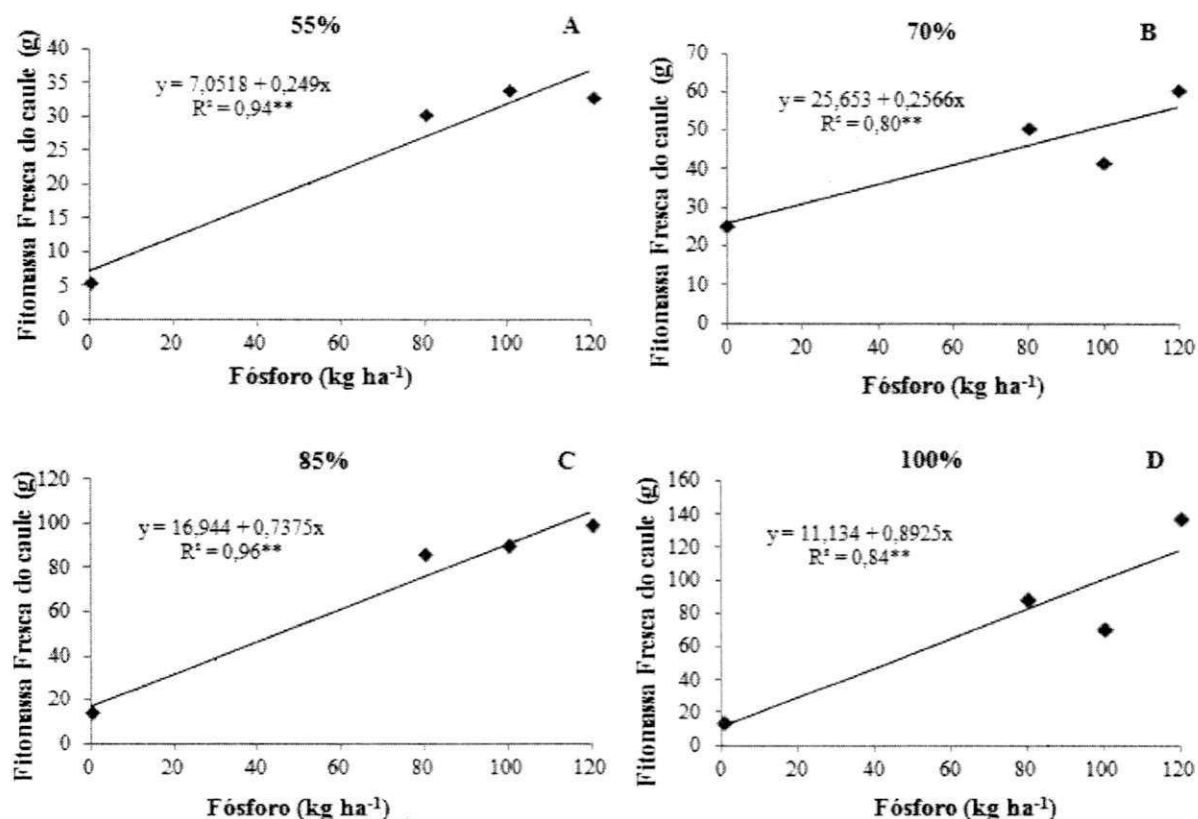
Para o desdobramento água disponível dentro de cada dose de fósforo percebe-se, para as três variáveis, significância somente para os níveis de AD dentro da dose máxima de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  também com  $p < 0,01$ , comportando-se de forma linear, ou seja, de acordo com o que se aumenta a adição de fósforo, há um incremento na fitomassa tanto do capítulo, quanto do caule e total.

**Tabela 7.** Resumo das análises de variância para o desdobramento da interação entre os fatores P x AD referentes à fitomassa fresca do capítulo (FFCap), fitomassa fresca do caule (FFC) e fitomassa fresca total (FFT) do girassol EMBRAPA 122/V-2000

<b>Fitomassa Fresca do Capítulo (FFCap)</b>		<b>Quadrado Médio</b>	
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Regressão Linear</b>	<b>Regressão Quadrática</b>
Entre níveis de P para o nível de 55% AD	3	6451,77**	5697,03**
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	13325,18**	771,81 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	13544,44**	400,59 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 100% AD	3	19834,78**	540,28 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 0 kgha <sup>-1</sup>	3	85,65 <sup>ns</sup>	151,15 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kgha <sup>-1</sup>	3	13,16 <sup>ns</sup>	548,37 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kgha <sup>-1</sup>	3	444,61 <sup>ns</sup>	423,28 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kgha <sup>-1</sup>	3	7521,24**	504,014 <sup>ns</sup>
<b>Fitomassa Fresca do Caule (FFC)</b>			
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Regressão Linear</b>	<b>Regressão Quadrática</b>
Entre níveis de P para o nível de 55% AD	3	1650,12*	785,57 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	1632,15*	4,596 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	2843,86**	108,52 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 100% AD	3	52,83**	1104,47*
Entre níveis de água para a dose 0 kgha <sup>-1</sup>	3	385,06 <sup>ns</sup>	21,33 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kgha <sup>-1</sup>	3	232,06 <sup>ns</sup>	225,33 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kgha <sup>-1</sup>	3	156,81 <sup>ns</sup>	494,08 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kgha <sup>-1</sup>	3	5396,01**	520,08 <sup>ns</sup>
<b>Fitomassa Fresca Total (FFT)</b>			
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Regressão Linear</b>	<b>Regressão Quadrática</b>
Entre níveis de P para o nível de 55% AD	3	3904,40**	1257,69*
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	4903,71**	1028,14*
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	6669,15**	8,94 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 100% AD	3	12983,14**	2512,70**
Entre níveis de água para a dose 0 kgha <sup>-1</sup>	3	309,99 <sup>ns</sup>	87,37 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kgha <sup>-1</sup>	3	198,01 <sup>ns</sup>	494,08 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kgha <sup>-1</sup>	3	252,15 <sup>ns</sup>	44,08 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kgha <sup>-1</sup>	3	8857,35**	114,08 <sup>ns</sup>

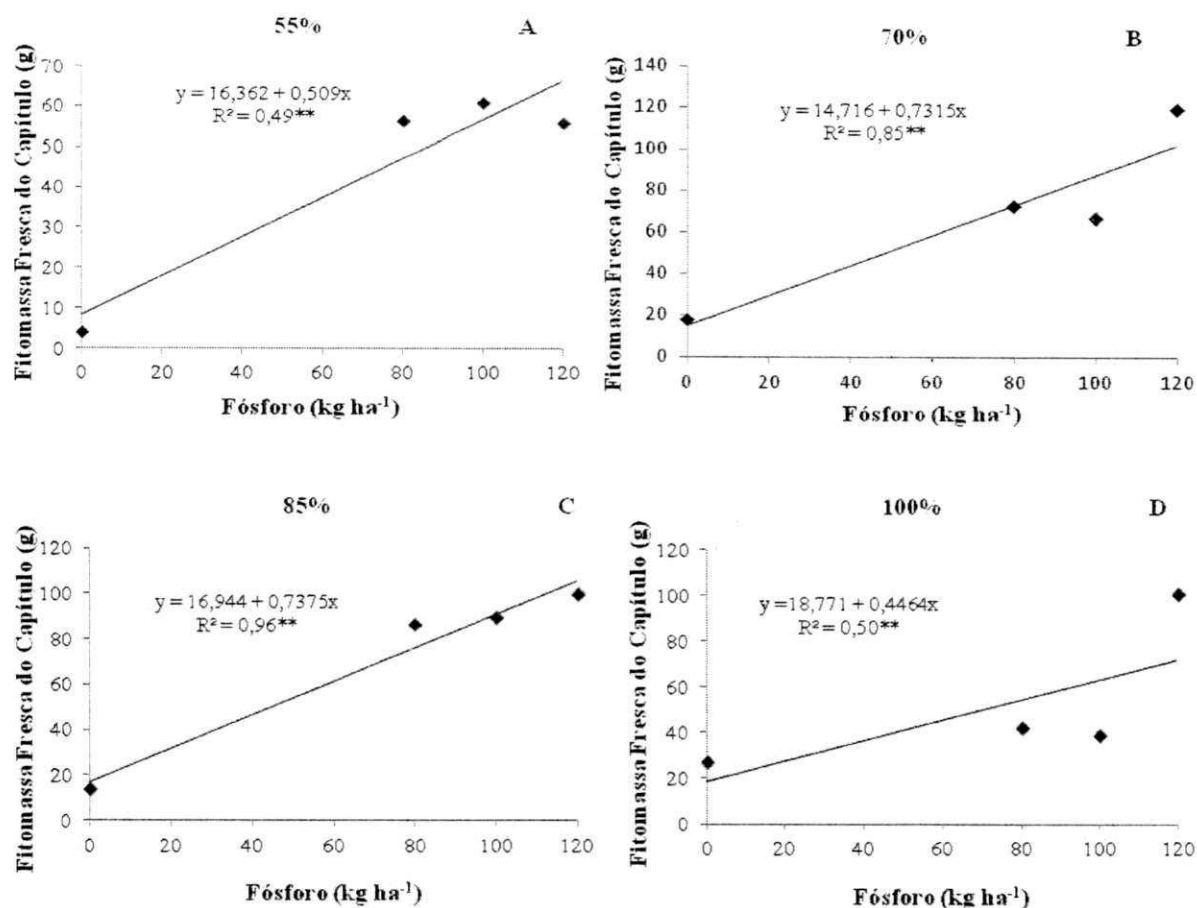
GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

No desdobramento doses de fósforo dentro de cada nível de água disponível para a fitomassa fresca do caule, verificou-se significância de ( $p < 0,01$ ) de probabilidade para todos os níveis 55, 70, 85 e 100% de água disponível. Todos os níveis se enquadraram no tipo de regressão linear, de forma que as dosagens de 100 e 120  $\text{kg ha}^{-1}$  proporcionaram os maiores resultados com os valores 34, 61, 99,6 e 137,52g para 55, 70, 85 e 100% de água disponível, respectivamente: percebe-se, também que, se aumenta a disponibilidade de água o peso fresco do caule também aumenta.



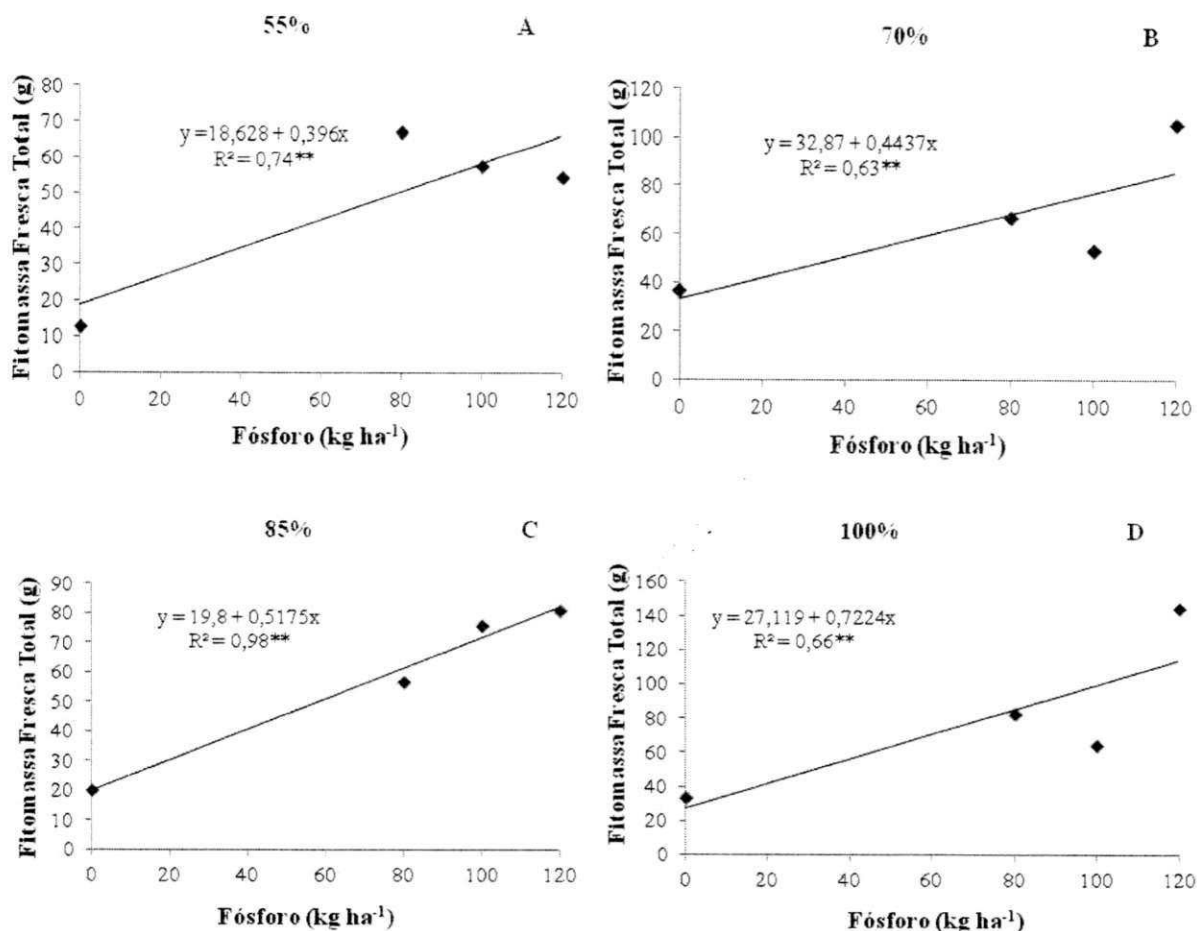
**Figura 10.** Desdobramento para a variável fitomassa fresca do caule (FFC) e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011

Verificam-se resultados significativos para a fitomassa fresca do capítulo adequando-se ao tipo de regressão linear com  $p < 0,01$  significando um incremento de acordo que se aumenta a dosagem de fósforo; para a maioria dos níveis de água, a dose máxima de fósforo de 120  $\text{kg ha}^{-1}$  proporcionou os maiores resultados, com exceção apenas do nível de 55% em que a dosagem de 100  $\text{kg ha}^{-1}$  se destacou com peso fresco do capítulo de 61,11g; os demais níveis de irrigação 70, 85 e 100% apresentaram os valores 119,94, 99,6 e 101g, respectivamente.



**Figura 11.** Desdobramento para a variável fitomassa fresca do capítulo (FFCap) e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011

Com o desdobramento da fitomassa fresca total doses de fósforo dentro dos níveis de irrigação, verificam-se efeitos significativos para todos os níveis de água disponível no solo com nível de 1% de significância, adequando-se melhor ao tipo de regressão linear. Os melhores resultados encontrados predominam na dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> nos níveis de 70, 85 e 100% de água disponível no solo, com peso de 106, 81 e 144,1g, respectivamente; no nível de 55% de água disponível a dosagem de 80 kg ha<sup>-1</sup> se destacou sobre as demais com 67,3g. Barros (2005) encontrou resultados semelhantes para a fitomassa fresca do girassol ao trabalhar doses de fósforo e calcário, enquanto a redução da aplicação de fósforo limitou o crescimento do girassol.

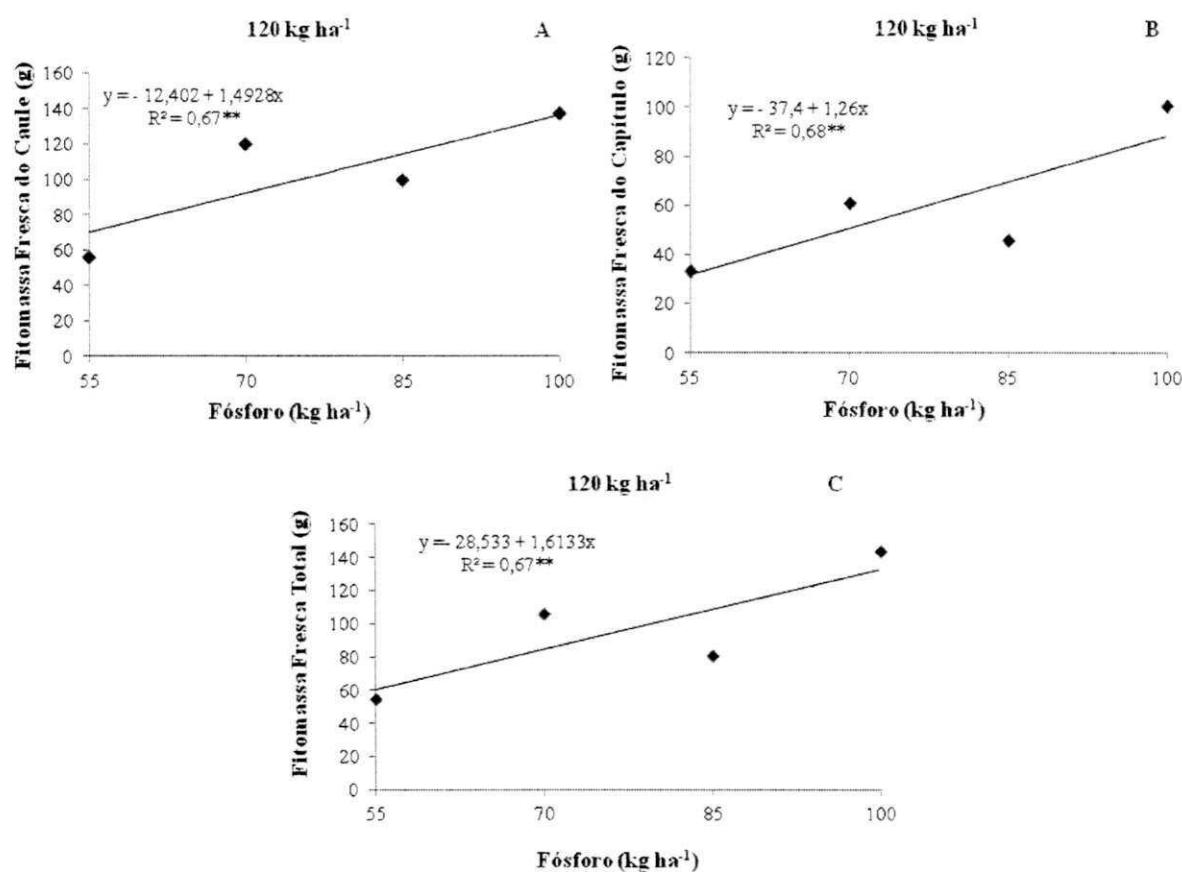


**Figura 12.** Desdobramento para a variável fitomassa fresca total (FFT) e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011

Verificam-se, no desdobramento, níveis de água disponível dentro das doses de fósforo com significância a nível de  $p < 0,01$  apenas para as doses de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ , em todas as variáveis fitomassa fresca do caule, do capítulo e total. Para as três variáveis percebe-se que o nível de 100% de água disponível no solo resultou nos maiores pesos de  $137,52 \text{ g}$  para a fitomassa fresca do caule,  $101 \text{ g}$  para a fitomassa fresca do capítulo e  $144 \text{ g}$  na fitomassa fresca total, Constatando-se um incremento entre o menor nível de 55% e o maior de 100% de água disponível de 59,27, 67,32 e 61,8% para a fitomassa fresca do caule, capítulo e total, respectivamente, Oliveira et al. (2012) encontraram, ao trabalhar doses de nitrogênio e lâminas de irrigação, resultados semelhantes aos do trabalho realizado, em que, para a fitomassa fresca do caule do capítulo e total, os níveis crescentes de água disponível indicaram aumento linear do peso corroborando também com os resultados encontrados por



Sobrinho et al. (2011) avaliando a influência de diferentes níveis de água (100; 90; 80; 70 e 60% da capacidade de campo) no solo sobre o desenvolvimento da cultura do girassol, a massa fresca da parte aérea das plantas de girassol das cultivares Charrua e Olisun 3 foi ajustada ao modelo de regressão quadrático e regressão linear, respectivamente.



**Figura 13.** Desdobramento das variáveis fitomassa fresca do caule (A), do capítulo (B) e total (C) de AD dentro da dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P. Campina Grande, 2011

#### 4.2.3. Fitomassa seca

Na Tabela 6 se apresenta o resumo das análises de variância para a fitomassa seca do caule, Fitomassa das folhas, Fitomassa do capítulo e Fitomassa total do girassol EMBRAPA 122/V2000 submetido a diferentes níveis de fósforo e água disponível no solo, constatando-se efeitos significativos tanto para as doses de fósforo quanto para os níveis de água disponível; já para a interação entre os fatores P x AD o efeito não foi significativo.



**Tabela 8.** Resumo das análises de variância referentes à fitomassa seca da folha (FSF), fitomassa seca do capítulo (FSCap), fitomassa seca do caule (FSC) e fitomassa seca total (FST) do girassol EMBRAPA 122/V-2000 sob doses de Fósforo e Água Disponível no solo

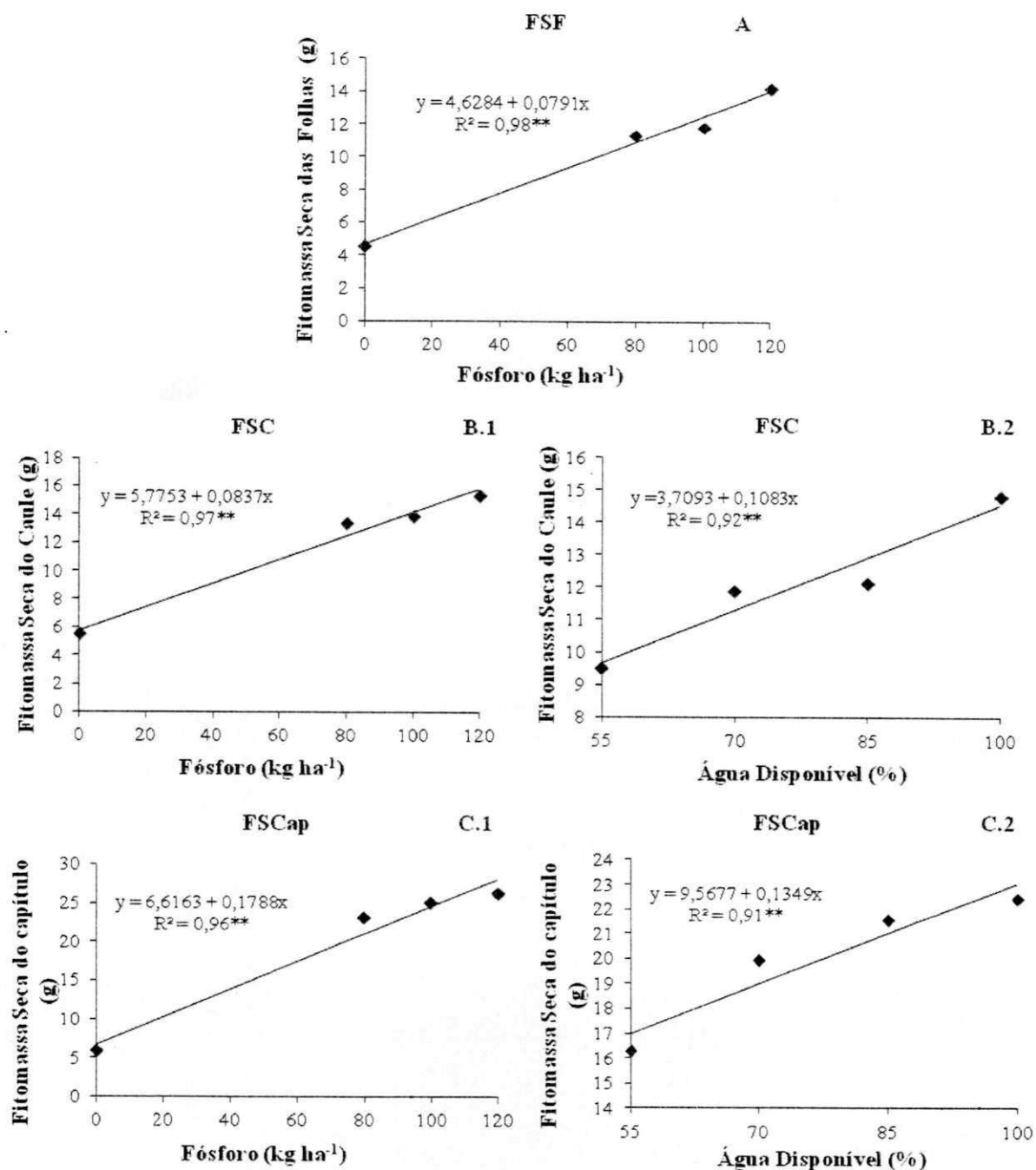
Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		FSF	FSCap	FSC	FST
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	210,13**	158,92**	242,90**	1257,94**
Regressão Linear	1	622,646**	3183,930**	716,07**	3728,91*
Regressão Quadrática	1	0,086 <sup>ns</sup>	108,101*	8,571 <sup>ns</sup>	5,9538 <sup>ns</sup>
<b>Água Disponível (A)</b>	3	25,90 <sup>ns</sup>	14,65**	57,07**	233,66*
Regressão Linear	1	-	245,733**	158,437**	668,36**
<b>Interação P x A</b>	9	7,74 <sup>ns</sup>	33,36 <sup>ns</sup>	9,39 <sup>ns</sup>	45,28 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	9,50	7,69	9,37	45,78
Coefficiente de Variação	(%)	29,18	33,57	25,30	26,74

GL: Grau de liberdade, \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Observa-se efeito significativo para o fósforo e para a água disponível do solo, com exceção da fitomassa seca da folha (FSF) que apresentou resultados significativos apenas para as dosagens de fósforo com peso máximo de 14,33 g e com a dosagem máxima de 120 kg ha<sup>-1</sup>, aumentando 68% com respeito à dosagem mínima, sem a aplicação do fósforo. Todas as variáveis significativas, tanto para as dosagens de fósforo quanto para os níveis de água disponível, se adequaram melhor ao tipo de regressão linear (Figura 14);

Para a fitomassa do Capítulo verificam-se resultados lineares tanto para as dosagens de fósforo quanto para os níveis de água, com valores resultantes máximos de 26,24 e 22,42g para a dosagem de fósforo 120 kg ha<sup>-1</sup> e para 100% de água disponível, respectivamente.

À medida que se elevaram as doses de fósforo, ocorreu aumento de fitomassa do caule obtendo-se valores próximos a 16g para a dose 120 kg ha<sup>-1</sup>, semelhante ao comportamento do conteúdo de água no solo que a elevou a 14,53 para o teor mais alto de água (100%).

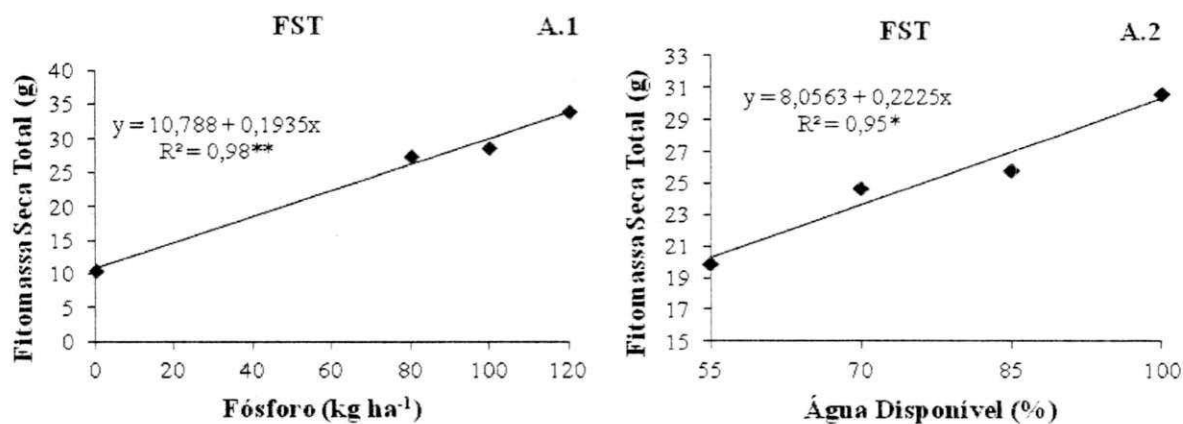


**Figura 14.** Fitomassa seca da folha (FSF), A, do caule (FSC), B e do capítulo (FSCap), C em função das dosagens de fósforo e Água Disponível no Solo. Campina Grande, 2011

Quanto à fitomassa seca total (Figura 15) os valores variaram de 10,78 a 34,00 g para os níveis de fósforo de 0 a 120 kg ha<sup>-1</sup> e de 20,29 para 30,30 g quando a AD variou de 55% para 100% de AD, respectivamente.

Gomes et al. (2010) observaram, ao avaliar o desenvolvimento e a produtividade do girassol sob lâminas de irrigação, que a fitomassa respondeu de forma linear à irrigação,

exceto na fase de enchimento de grãos corroborando com os resultados encontrados por Paiva Sobrinho et al. (2011) que, trabalhando com a variedade Olisum 3, obtiveram resultados semelhantes ao trabalho realizado, cujo peso da fitomassa aumentou a medida que a quantidade de água disponível no solo foi sendo elevada.



**Figura 15.** Fitomassa seca total (FST) (A) em função de dosagens de fósforo e água disponível no solo. Campina Grande, 2011

#### 4.2.4. Diâmetro do Capítulo e Número de sementes

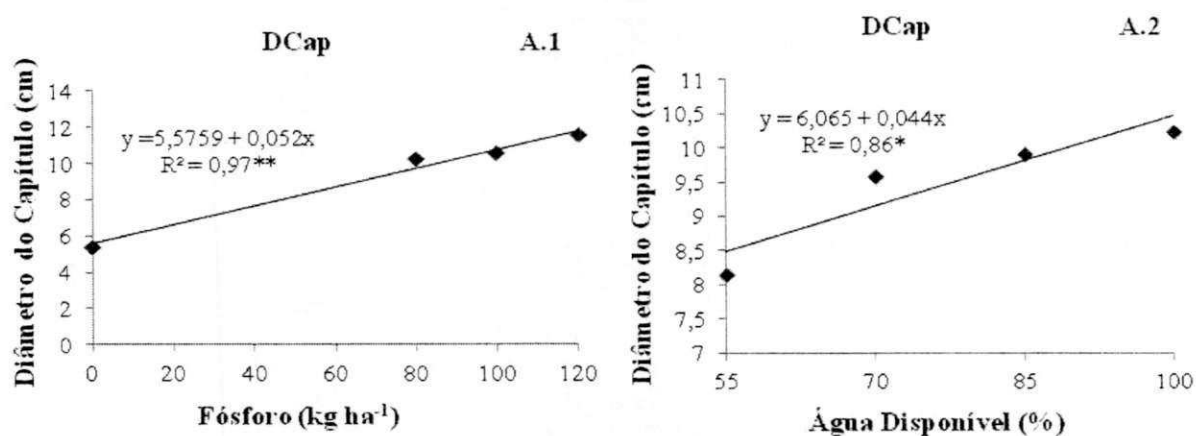
Observa-se, na Tabela 9 efeito significativo dos fatores doses de fósforo e níveis de água disponível no diâmetro do capítulo, número de sementes viáveis e, para número total de sementes, enquanto que a interação entre os fatores P x AD não afetou significativamente o diâmetro do capítulo; no entanto, apresentou significância nas demais variáveis, com probabilidade de 1% de significância ( $p < 0,01$ ).

**Tabela 9.** Resumo das análises de variância referentes ao diâmetro do capítulo (DCap), número de sementes viáveis (NSV), e número total de sementes (NTS) do girassol EMBRAPA 122/V-2000 em função das doses de Fósforo e Água Disponível no solo

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		DCap	NSV	NTS
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	83.743**	55617,13**	302254,25**
Regressão Linear	1	239.590**	527,881**	830748,217**
Regressão Quadrática	1	10.395*	17,339*	73338,448**
Desvio	1	1.243 <sup>ns</sup>	28,848**	-
<b>Água Disponível (A)</b>	3	12.909**	4431,02**	29091,25**
Regressão Linear	1	37.604**	13,066 <sup>ns</sup>	76612,266**
Regressão Quadrática	1	1.020 <sup>ns</sup>	16,803*	6120,083 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x A</b>	9	1.391 <sup>ns</sup>	10448,37**	16981,78**
Resíduo	32	337.812	195,12	827,10
Coeficiente de Variação	(%)	11.13	10,63	9,0

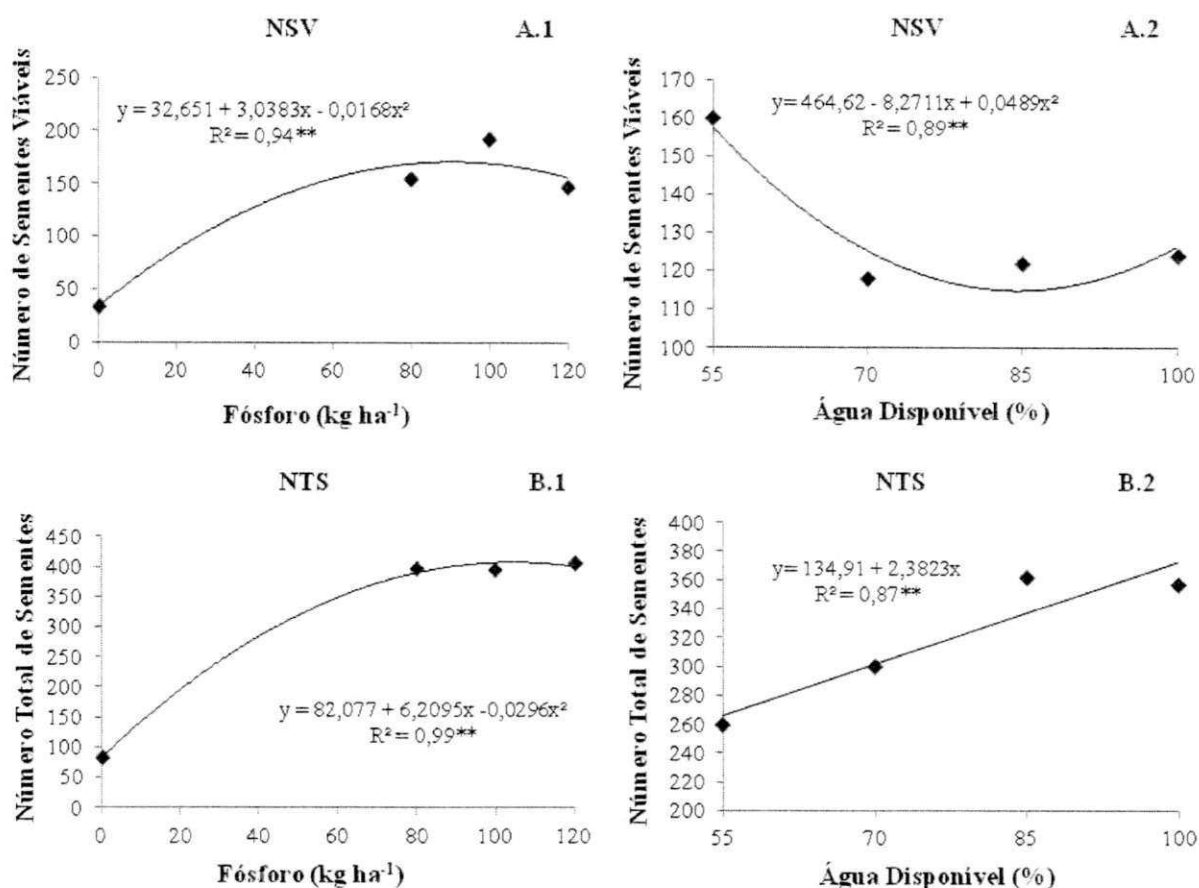
GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Verifica-se, para o diâmetro do capítulo (Figura 16), efeito significativo tanto para dosagens de fósforo quanto para água disponível, com probabilidade ( $p < 0,01$ ) de significância enquadrando-se melhor ao modelo de regressão linear; os resultados máximos encontrados foram de 11,16 cm com a dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> e 10,50 cm com 100% de água disponível, valores esses que se aproximam dos encontrados por Braga (2010) com diâmetros variando de 14,32 cm a 16,83 cm, de acordo com o aumento das dosagens de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



**Figura 16.** Diâmetro do capítulo (DCap) para as dosagens de fósforo (A1) e níveis de água disponível (A2). Campina Grande, 2011

Para a variável número de sementes viáveis (Figura 17) constatou-se um incremento de 82,45% com aproximadamente 185 sementes viáveis com a dosagem 100 kg ha<sup>-1</sup> comparando-o ao valor encontrado na dosagem mínima onde não foi utilizada adubação fosfatada; já para a água disponível o valor máximo encontrado foi com 55% de AD com 160 sementes; o número total de sementes (Figura 17 B), as dosagens de fósforo e água disponível apresentaram incremento de 79,86% e 27,55% entre a dose mínima de 0 kg ha<sup>-1</sup> e AD de 55% e a dosagem máxima de 120 kg ha<sup>-1</sup> e 100% de AD com o número de 405,33 e 357,5 sementes apresentando, para os dois fatores, crescimento quadrático e linear respectivamente.



**Figura 17.** Dosagens de fósforo e níveis de água disponível para o número de sementes viáveis (NSV) (17A) e número total de sementes (NTS) (17B). Campina grande, 2011

#### 4.2.5 Desdobramentos da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD) para o número de sementes viáveis e número total de sementes

O desdobramento para a interação entre os fatores (Tabela 8) dosagens de fósforo e água disponível, apresentou efeito significativo a nível de ( $p < 0,01$ ) de probabilidade, para as

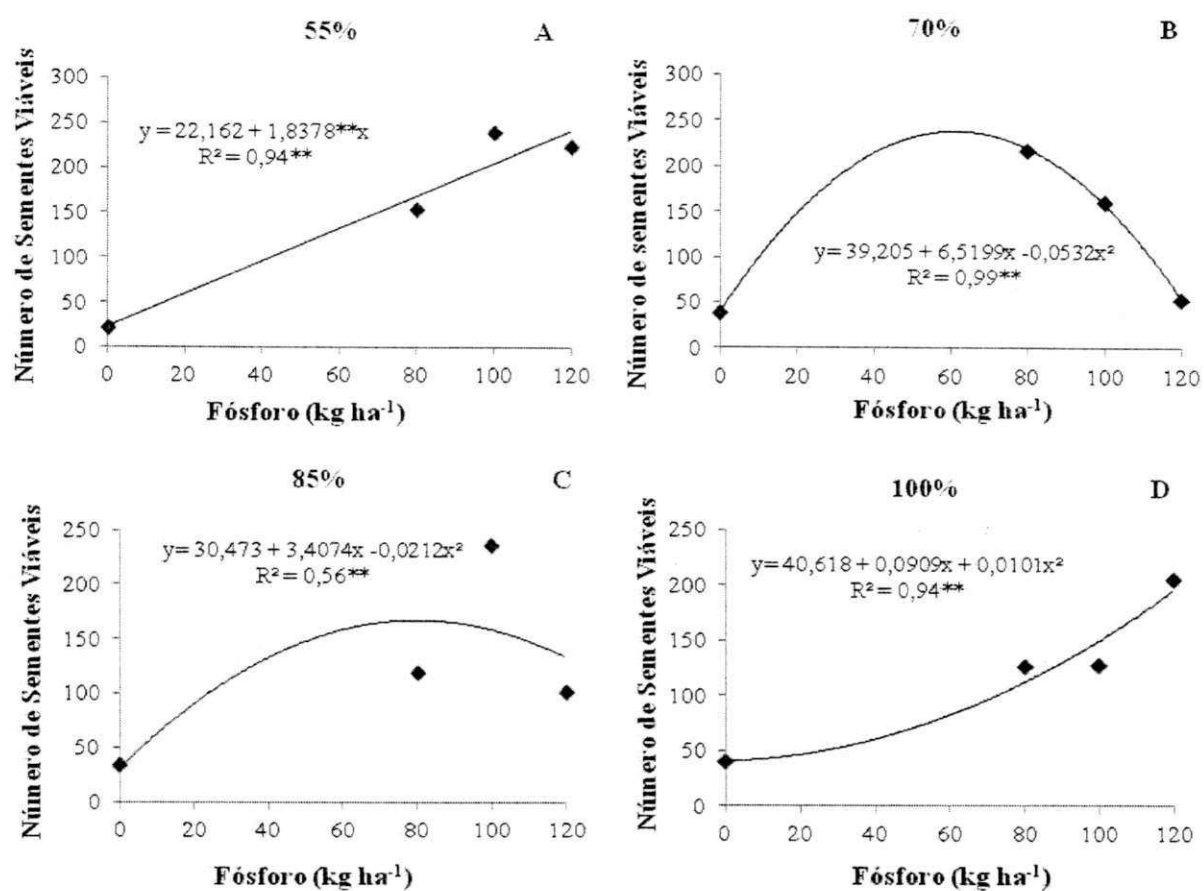
dosagens de fósforo dentro de cada nível de AD, tanto para o Número de sementes viáveis quanto para o número total de sementes.

**Tabela 10.** Resumo da análise de variância para o desdobramento da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível (AD), para as variáveis Número de Sementes Viáveis (NSV) e Número Total de Sementes (NTS)

Número de Sementes Viáveis (NSV)		Quadrado Médio	
Fonte de Variação	GL	Regressão Linear	Regressão Quadrática
Entre níveis de P para o nível de 55%AD	3	159,840**	1,916 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	53,761**	132,295**
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	115,314**	17,147*
Entre níveis de P para o nível de 100%AD	3	232,193**	35,171**
Entre níveis de água para a dose 0 kg $ha^{-1}$	3	0,704 <sup>ns</sup>	0,800 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kg $ha^{-1}$	3	1,093 <sup>ns</sup>	9,540 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kg $ha^{-1}$	3	5,104 <sup>ns</sup>	9,540 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kg $ha^{-1}$	3	57,820**	181,740**
Número Total de Sementes (NST)		Quadrado Médio	
Fonte de Variação	GL	Regressão Linear	Regressão Quadrática
Entre níveis de P para o nível de 55%AD	3	285,336**	29,327 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	241,359**	621,771**
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	367,130**	884,39**
Entre níveis de P para o nível de 100%AD	3	445,069**	6,796 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 0 kg $ha^{-1}$	3	4,004 <sup>ns</sup>	2,340 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kg $ha^{-1}$	3	62,220**	22,687 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kg $ha^{-1}$	3	10,416 <sup>ns</sup>	24,653 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kg $ha^{-1}$	3	64,273**	16,567 <sup>ns</sup>

GL: Grau de liberdade \*\* significativo a 1%, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

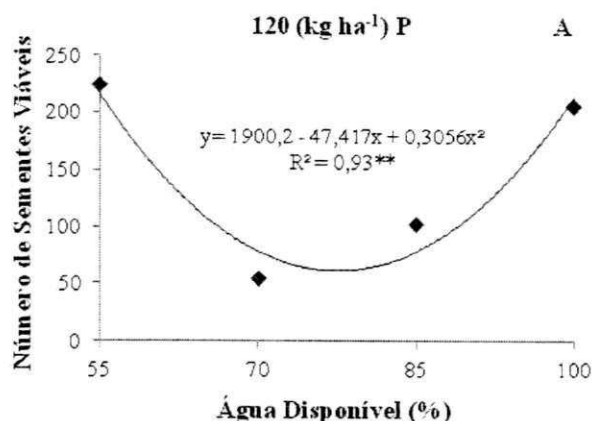
Referente ao número de sementes viáveis (Figura 18) foram encontrados, com a ausência da adição de fósforo (0 kg  $ha^{-1}$ ) resultados mínimos de 21,66, 39,33, 33,66 e 39,66 sementes viáveis em 55, 70, 85, e 100% de AD, respectivamente; no entanto, os valores máximos encontrados de 235 e 206 sementes viáveis se mantiveram entre as dosagens 100 kg  $ha^{-1}$  e 120 kg  $ha^{-1}$  de fósforo em 85 e 100% de AD.



**Figura 18.** Desdobramento da variável número de sementes viáveis e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011

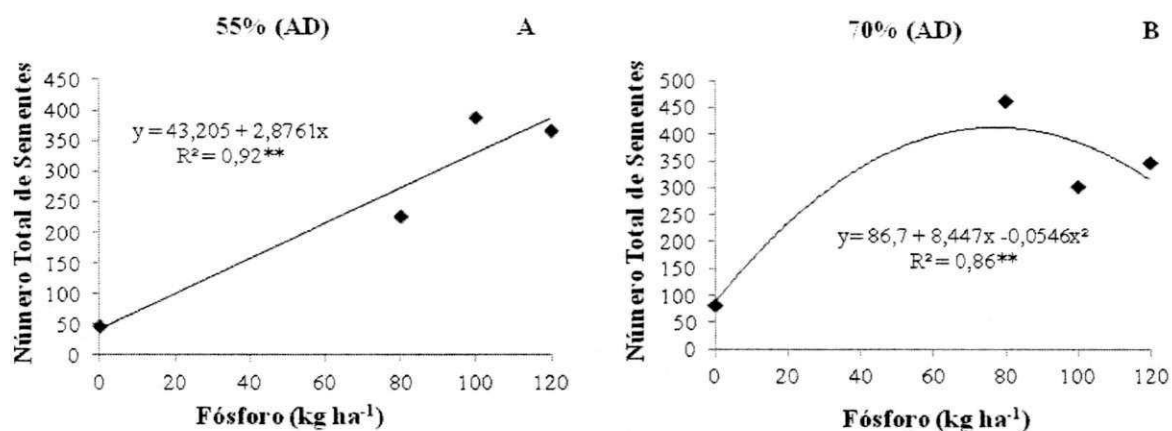
Para o fator água disponível dentro de cada dosagem de fósforo, apenas a dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> ofereceu resultados significativos observando-se o maior número de sementes viáveis com 55% de água disponível, 225, seguida de 206 sementes com 100% de AD; no entanto, nota-se discrepância nos valores relacionados aos níveis de 55, 70 e 85% AD, cujos resultados podem ter sido erroneamente alterados devido a algum equívoco durante a irrigação (Figura 19).

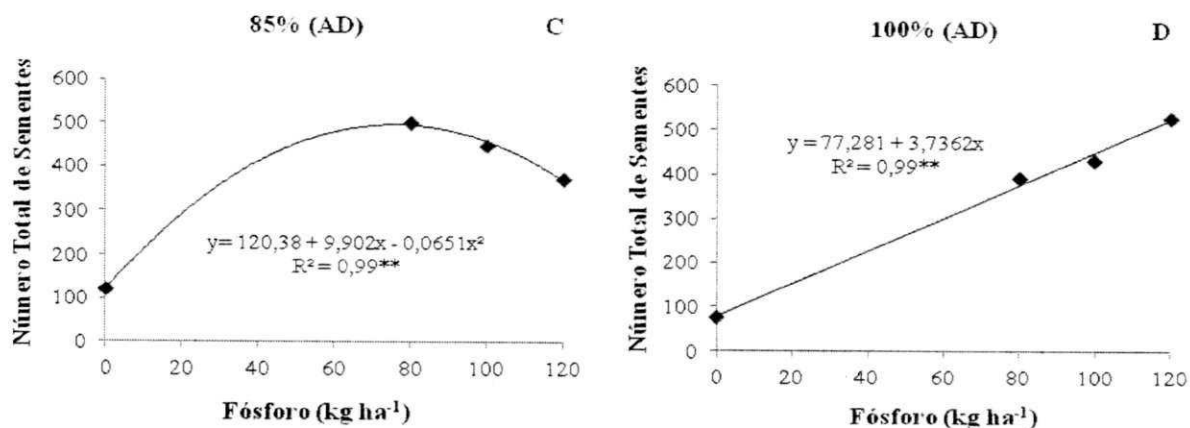




**Figura 19.** Desdobramento da variável número de sementes viáveis e níveis de AD dentro de cada dosagem de P, 120 kg ha<sup>-1</sup> (A). Campina Grande, 2011

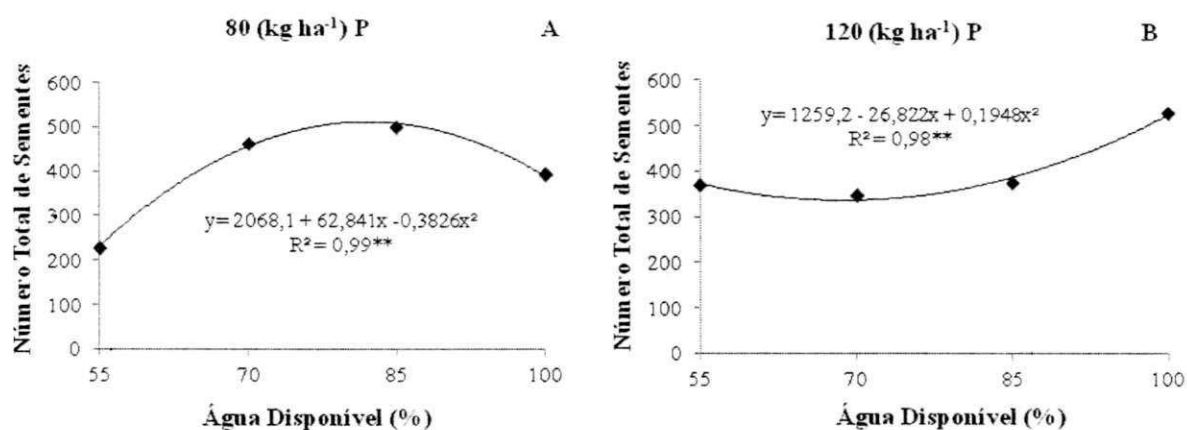
Para as dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (Figura 20) para a variável número total de sementes constata-se um efeito linear significativo a nível de  $p(<0,01)$  de probabilidade nos níveis de 55 e 100% de Água Disponível enquanto para 70 e 85% de AD houve efeito de regressão quadrática apresentando um ponto máximo na dosagem de 80 kg ha<sup>-1</sup> com um número Total de Sementes de 464 e 450, resultando em uma porcentagem de 82 e 73,35% superior a 0 kg ha<sup>-1</sup>.





**Figura 20.** Desdobramento para o número total de sementes e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D) de água disponível no solo. Campina Grande, 2011

Para os níveis de AD dentro de cada dosagem de fósforo (Figura 21) a não aplicação de fósforo e a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo não tiveram interação entre doses de fósforo e água disponível significativa mas para 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> com 85% de AD verificou-se um número total de sementes de 501 e 450, respectivamente; entretanto, com 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo com a disponibilidade máxima de água no solo de 100%, o número de sementes aumentou 5,2% , com aproximadamente 530 sementes.



**Figura 21.** Desdobramento para o número total de sementes e níveis de água disponível (AD) dentro das dosagens de fósforo de 80 (A) e 120 kg ha<sup>-1</sup> (B). Campina Grande, 2011

#### 4.2.6. Peso de Sementes

Observa-se, na Tabela 9, que as variáveis peso de sementes viáveis, peso total de sementes e peso de 1000 sementes, mostraram efeitos significantes a nível de ( $p < 0,01$ ) de probabilidade para as dosagens de fósforo, o mesmo ocorrendo também para AD no peso total de sementes; no entanto, a AD nas variáveis peso de sementes viáveis e 1000 sementes apresentou significância de ( $p < 0,05$ ), embora esta última não tenha sido influenciada pela interação entre os fatores doses de fósforo e níveis de água disponível; as demais foram influenciadas a nível de ( $p < 0,01$ ).

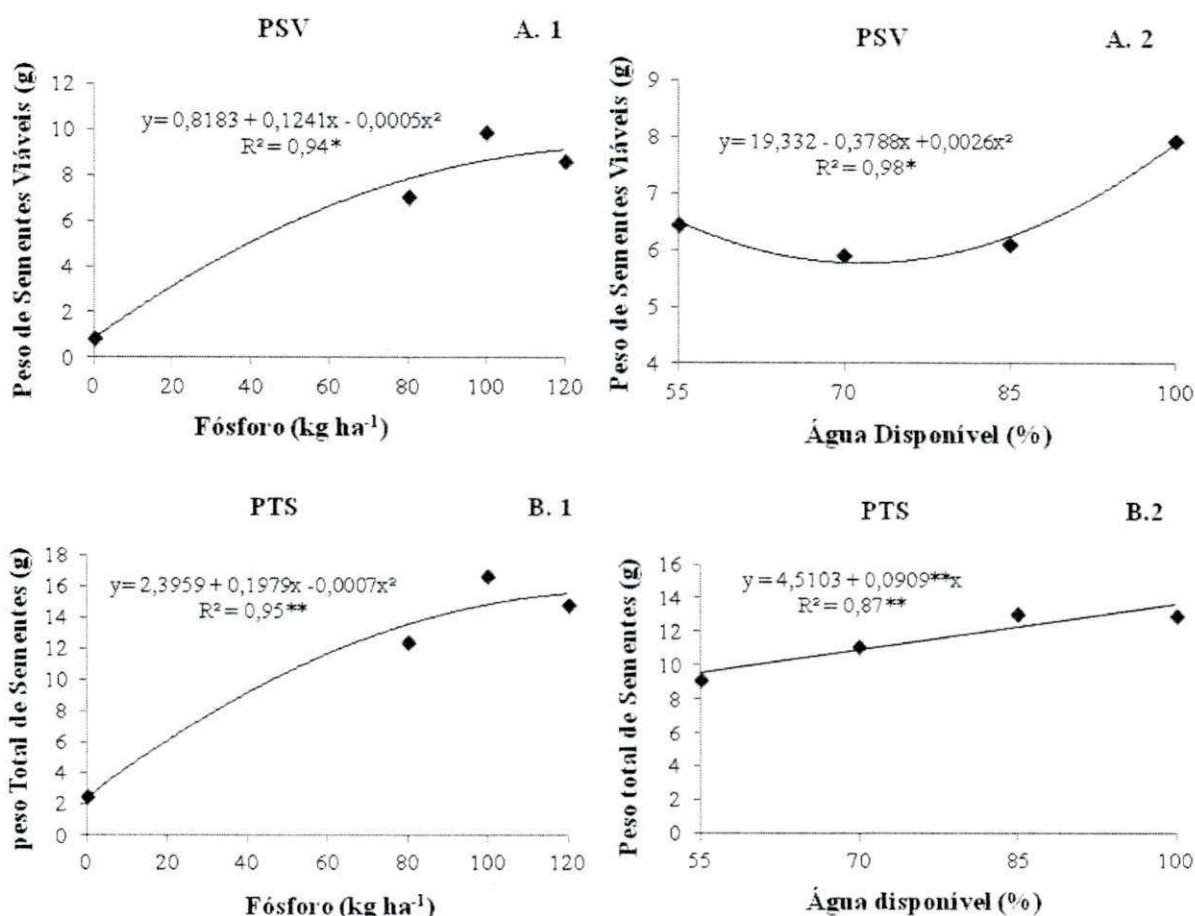
**Tabela 11.** Resumo das análises de variância referentes ao peso de sementes viáveis (PSV), peso total de sementes (PTS) e peso de 1000 sementes (P1000S) do girassol EMBRAPA 122/V-2000, em função de doses de fósforo e água disponível do solo

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		PSV	PTS	P1000S
<b>Doses de Fósforo(P)</b>	3	191,35**	475,19**	3037,92**
Regressão Linear	1	527,881**	1320,777**	9060,287**
Regressão Quadrática	1	17,339*	45,356**	44,556 <sup>ns</sup>
Desvio	1	28,848**	59,453**	8,924 <sup>ns</sup>
<b>Água Disponível (A)</b>	3	10,12*	42,33**	669,16*
Regressão Linear	1	13,066 <sup>ns</sup>	111,657**	1693,306**
Regressão Quadrática	1	16,803*	12,916 <sup>ns</sup>	20,842 <sup>ns</sup>
<b>Interação P x A</b>	9	30,03**	20,32**	212,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	1,59	2,79	78,18
Coeficiente de Variação	(%)	19,13	14,46	19,24

GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

Na Figura 22 verifica-se que o peso de sementes viáveis se comportou quadraticamente com um peso máximo encontrado na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, com 9,89g indicando um acréscimo de 91,2% e 28,8% entre as doses 0 e 80 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em comparação com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup>, ocorrendo um decréscimo da dose 120 kg ha<sup>-1</sup>, de cerca de 1,30g ou seja, uma queda de cerca de 13%; já em relação à Água Disponível, a disponibilidade de 100% influenciou significativamente proporcionando o peso de 7,94g sendo 23,17% de incremento em relação ao menor peso encontrado; este mesmo comportamento pode ser verificado para o

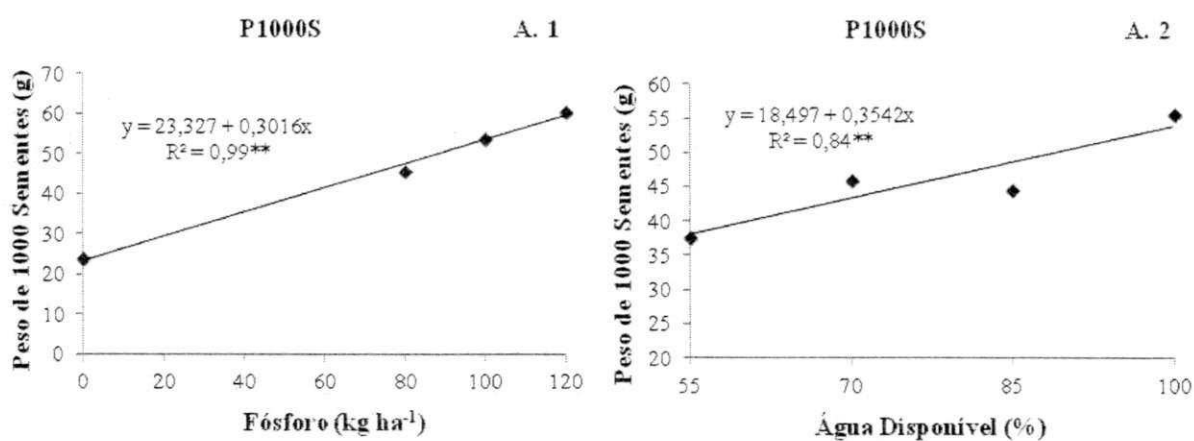
Peso Total de sementes haja vista terem sido obtidos melhores resultados recebendo uma dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> com peso de 16,58g juntamente com 85% de água disponível com 13,05g valor semelhante ao encontrado em 100% de AD, de forma a apresentar incrementos de 85% e 30,3%, respectivamente, em relação aos níveis mínimos, tanto de adubação fosfatada quanto de AD.



**Figura 22.** Dosagens de Fósforo e níveis de água disponível para as variáveis, peso de sementes viáveis (PSV)(A), e peso total de sementes (PTS)(B), Campina Grande 2011

Para o peso de 1000 sementes (Figura 23) verifica-se que o maior nível de água disponível foi o de 100%, juntamente com a dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo obtendo-se o peso de 60,45g com incremento de 60,5% entre a não aplicação de fósforo 0 kg ha<sup>-1</sup> e a dosagem máxima aplicada de 120 kg ha<sup>-1</sup> enquanto a diferença encontrada entre os níveis mínimo de 55% e máximo 100% de água disponível no solo apresentou um incremento de 32,5%, significando que, para se obter um peso médio satisfatório de mil sementes, é preciso que se aplique uma quantidade necessária de fósforo a comportar as necessidades nutricionais

da planta juntamente com uma disponibilidade máxima de água no solo para aproveitamento na produção. Os resultados se assemelham aos encontrados Marcondes (1973) e Braga (2010), estes últimos de 64,8g no peso de 1000 sementes com dosagem correspondente a 120 kg ha<sup>-1</sup>, no entanto, discorda dos valores obtidos por Singh et al. (1983) e Gonçalves et al. (1983), que não verificaram efeito significativo de adubação fosfatada no aumento do peso de 1000 sementes; as variáveis apresentaram resultados significativos a nível de (p<0,01) com exceção do peso de sementes viáveis com (p<0,05).



**Figura 23.** Dosagens de fósforo (A.1) e níveis de água disponível (A.2) para o peso de 1000 sementes (P1000S), Campina Grande 2011

#### 4.2.7. Desdobramento da interação entre Dosagens de Fósforo (P) e Níveis de Água Disponível no solo (AD) para o peso total de sementes e peso de sementes viáveis

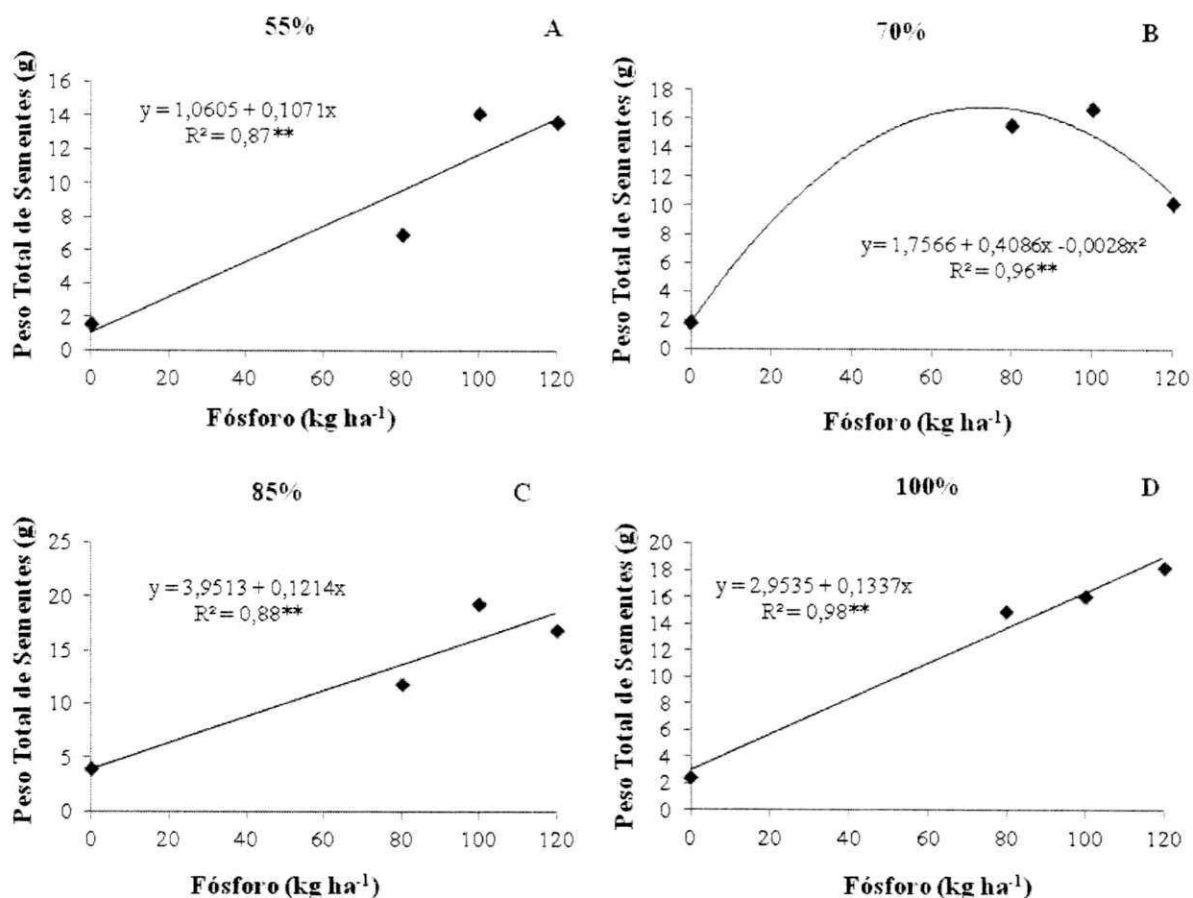
**Tabela 12.** Resumo das análises de variância para o desdobramento da interação entre dosagens de fósforo (P) e níveis de água disponível (AD), para o peso total de sementes (PTS) e peso de sementes viáveis (PSV)

<b>Peso Total de Sementes (NST)</b>			
<b>Fonte de Variação</b>	<b>GL</b>	<b>Regressão Linear</b>	<b>Regressão Quadrática</b>
Entre níveis de P para o nível de 55% AD	3	285,336**	5,410 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	241,359**	159,869**
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	367,130**	0,296 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 100% AD	3	445,069**	6,796 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 0 kg $ha^{-1}$	3	4,004 <sup>ns</sup>	2,340 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kg $ha^{-1}$	3	62,220**	22,687 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kg $ha^{-1}$	3	10,416 <sup>ns</sup>	24,653 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kg $ha^{-1}$	3	64,273**	16,567 <sup>ns</sup>
<b>Peso de Sementes Viáveis (NSV)</b>			
	<b>GL</b>	<b>Regressão Linear</b>	<b>Regressão Quadrática</b>
Entre níveis de P para o nível de 55% AD	3	159,840**	1,916 <sup>ns</sup>
Entre níveis de P para o nível de 70% AD	3	53,761**	132,295**
Entre níveis de P para o nível de 85% AD	3	115,314**	17,147*
Entre níveis de P para o nível de 100% AD	3	232,193**	7,796 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 0 kg $ha^{-1}$	3	0,704 <sup>ns</sup>	0,800 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 80 kg $ha^{-1}$	3	1,093 <sup>ns</sup>	9,540 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 100 kg $ha^{-1}$	3	5,104 <sup>ns</sup>	9,540 <sup>ns</sup>
Entre níveis de água para a dose 120 kg $ha^{-1}$	3	57,820**	181,740**

GL: Grau de liberdade \*, \*\* significativo a 5 e 1%, respectivamente, e <sup>ns</sup> não significativo, pelo teste F

No peso total de sementes (Figura 24) o desdobramento com as dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível, foram encontrados efeitos significativos para todos

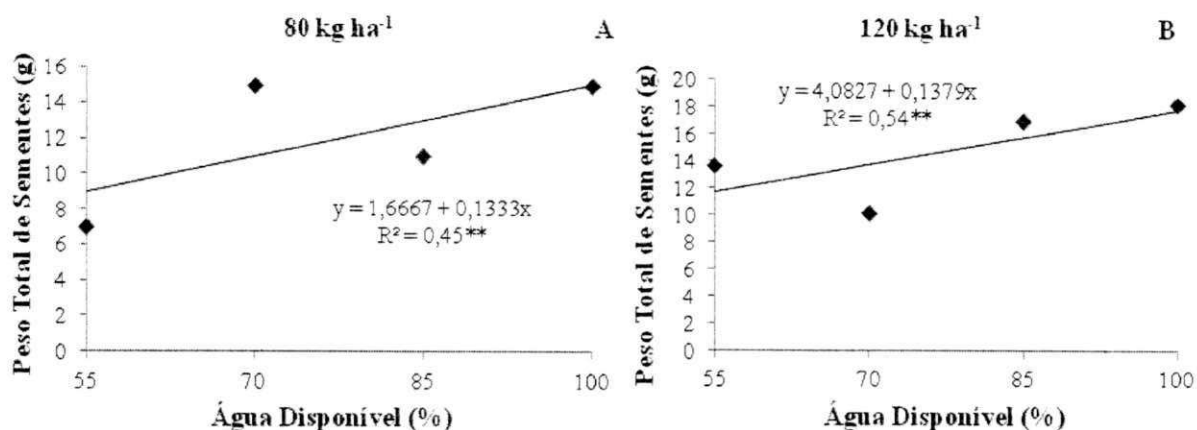
os níveis de água com  $p < 0,01$  com resultados lineares, com exceção apenas de 70% da AD, que se ajustou a uma regressão quadrática com melhor resultado na dosagem de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ .



**Figura 24.** Desdobramento para o peso total de sementes e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível (AD), 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011.

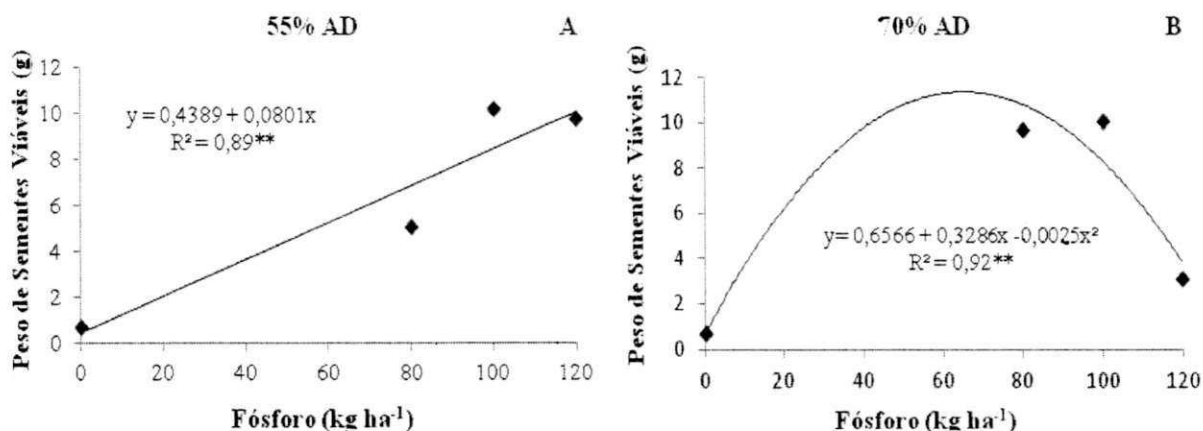
Para os níveis de AD dentro de cada dosagem de fósforo, apenas se obteve efeito significativo a  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ , apresentando incremento do peso total de sementes de acordo com o aumento da disponibilidade de água (Figura 25).

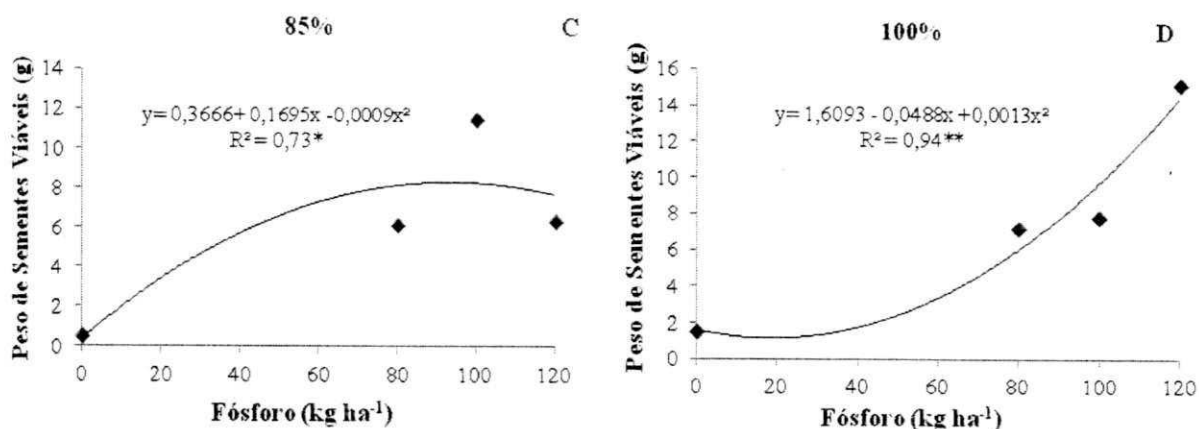




**Figura 25.** Desdobramento para o peso total de sementes (PTS) e níveis de água disponível (AD) dentro das dosagens de fósforo 80(A) e 120 kg ha<sup>-1</sup> (B). Campina Grande, 2011

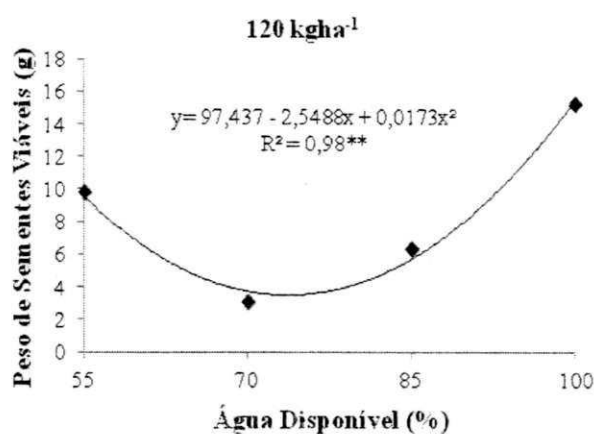
As dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível foram significativas a  $p < 0,01$  para o peso de sementes viáveis (Figura 26), com exceção apenas do nível 85% de AD, com  $p < 0,05$ ; as dosagens de fósforo para 55% de AD mostraram crescimento linear do peso das sementes viáveis de acordo com o aumento das dosagens de fósforo; já para os níveis de 70 e 85% de AD o uso da dosagem de 100 kg ha<sup>-1</sup> resultou em um peso maior, havendo um decréscimo ao se adicionar 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo; no entanto, o nível de 100% de AD, juntamente com a dosagem máxima de fósforo, incrementou em 95% o peso das sementes viáveis em relação ao menor peso encontrado na dosagem de 0 kg ha<sup>-1</sup> com o nível de 55% de AD; para os níveis de água disponível dentro de cada dosagem de fósforo, apenas a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P ofereceu resultado significativo com  $p < 0,01$  indicando que com a disponibilidade máxima de água de 100% se obteve o maior peso de sementes viáveis, ou seja, 15,23g.





**Figura 26.** Desdobramento para o peso de sementes viáveis e dosagens de fósforo dentro de cada nível de água disponível 55(A), 70(B), 85(C) e 100%(D). Campina Grande, 2011

Para o peso de sementes viáveis o desdobramento níveis de água disponível dentro das dosagens de fósforo encontrou apenas efeito significativo na dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> com  $p < 0,01$ ; a disponibilidade de 100% de água proporcionou o maior peso de 15,2 g seguido de 55% de AD, com peso de 9,7g sofrendo um decréscimo com a adição de 70 e 85% de AD havendo, novamente, a possibilidade de eventuais equívocos em relação à irrigação; é provável que o tratamento 70 e 85% de AD tenham sido irrigados equivocadamente (Figura 27).



**Figura 27.** Desdobramento para o peso de sementes viáveis (PSV) e níveis de água disponível (AD) dentro das dosagens de Fósforo 120 kg ha<sup>-1</sup>. Campina Grande, 2011.

## 5. CONCLUSÕES

Os níveis de água disponíveis no solo não afetaram o crescimento do girassol enquanto as dosagens de fósforo o afetaram significativamente.

A ausência de fósforo ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) resultou em diminuição significativa, tanto no crescimento quanto na produção.

A produção de fitomassa fresca e seca do caule, folhas, capítulo, total e para o diâmetro do capítulo mostraram um crescimento linear com o aumento das dosagens de fósforo e disponibilidade de água no solo.

Os melhores resultados para peso de sementes viáveis, peso total de sementes e número total de sementes, foram obtidos com a dosagem máxima de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de P e 100% de água disponível.

## 6. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL – **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 520, 2005.

ANDRADE, S. J. **Efeito de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol**. 2000. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba. 2000.

ALVES, W. W. A.; AZEVEDO, C. A. V. de; DANTAS NETO, J.; SOUSA, J. T.; LIMA, V. L. A. de. Águas residuárias e nitrogênio: efeito na cultura do algodão marrom. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n.1, p. 16- 23, 2009.

ARRUDA FILHO, N. T.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I. F.; OLIVEIRA, A. P. Aplicação de fósforo e calcário em um latossolo: efeito sobre características produtivas da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 3, n.3, p. 21-26, jul./ set., 2008.

ARRUDA, N. T.; OLIVEIRA, F. A.; BATISTA, J. A.; MENEZES, E. F. Taxa de crescimento e teores de nutrientes na planta da cultura do girassol submetido a aplicação de calcário e de fósforo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.5, n.4, p. 179-184, 2010.

BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. **Colheita do Girassol**. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. (EMBRAPA-CNPSo. Doc, n.92).

BARRETO, A. N. Quantificação de água necessária para a mamoneira irrigada com base nas constantes hídricas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DA MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: EMBRAPA, 2004. CD-Rom.

BARROS, C. S. Avaliação da aplicação de calcário e de fósforo sobre os componentes de produção do girassol (*Helianthus Anuus* L.). 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Plantas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G.; ASHER, C. J. **Nutritional disorders of sunflower**. Brisbane: University of Queensland, p. 72, 1997.

BRAGA, D. F. **Adubação Nitrogenada e Fosfatada na cultura do girassol em solo alcalino da Chapada do Apodi - RN**. 2010. 53 p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, RN.

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

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. de. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, p. 317-373, 2005.

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

CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; GUEDES FILHO, D. H.; SANTOS JÚNIOR, J. A. Resposta do girassol embrapa 122/v-2000 submetido à adubação fosfatada. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29; XIII REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8, 2010, Aracaju. **Anais...**CBCS: Aracaju, Brasil, 2010.

COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Ed. Moderna, p. 368, 1982.

COLOMB, B; BOUNIOLS, A.; DELPECH, C. Effect of various phosphorus availabilities on radiation-use efficiency in sunflower biomass until anthesis. **Journal Plant Nutrition**, v.18, n.18, p.1649-1658, 1995.

CONAB. **Acompanhamento de Safra Brasileira: Grãos, Primeiro Levantamento**, Brasília: CONAB, 2012.

CONNOR, D. J.; SADRAS, V. O. Physiology of yield expression in sunflower. **Field Crops Research**, v. 30, n. 3/4, p. 333-374, 1992.

COX, W. J.; JOLLIFF, G. D. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. **Agronomy Journal**, v. 78, n. 2, p. 226-230, 1986.

DALL'AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, M. R. V. B. C. Origem e histórico do Girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (eds.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. v. 1, p.1-12.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLO. p. 212, 1997.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – 2001: girassol e trigo**. Londrina: EMPRAPA SOJA, p. 51, 2002. (Documentos, 199).

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de girassol**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/produçãogirassol/>>. Acesso em: 10 Abr. 2003.

EMPRESA NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Serviço nacional de Levantamento e Conservação de solo. **Métodos de Análises de Solo**. Rio de Janeiro, 1999. 282p

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol: Alguns comentários**. [http:// www. Conab.gov.br](http://www.Conab.gov.br). 5 Out. 2002.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. Crop Water Management. Sunflower. 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agl/aglw/cropwater/sunflower.stm>> Acesso em 13 Dez. 2011.

FAOSTAT. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em 10 dezembro de 2012.

FELIX, J. C. L.; RAMOS, O. H. Respuesta del girassol a nitrogênio, fósforo y densidade de población en el Valle Del Yaqui/ son. **Agricultura Técnica do México**, v. 8, n-1, p.49-63, 1982.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 4.2. Lavras: UFLA, 2006.

FREITAS, G. A de. **Análise Econômica da Cultura do Girassol no Nordeste**. Informe Rural ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste). Banco do Nordeste. Ano VI, nº 2, 2012.

GUEDES FILHO, D. H. **Comportamento do Girassol submetido a doses de Nitrogênio e de Água Disponível**. 2011. 74 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

GOMES, E. P.; ÁVILA, M. R.; RICKLI, 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.375-385, 2010.

GOMES, E. M.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Influência da suplementação hídrica na altura de planta, diâmetro de capítulo, peso de sementes e produção de grãos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GIRASSOL, 3.; REUNIÃO NACIONAL DA CULTURA DE GIRASSOL, 15., 2003, Ribeirão Preto. **Anais...** [S. l. ]: CATI, 2003. 1CD-ROM.

GOMES, E.; UNGARO, M. R. G.; VIEIRA, D. B. Produção de grãos, óleo e proteína em girassol sob estresse hídrico. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL,



16; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4, 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 23-25, 2005.

GONÇALVES, J.L.C.; SOUZA, J.E.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C. & COELHO, C.D. **Efeito de níveis de adubação na cultura do girassol**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1983. p.46-59.

GRANDO, G. Girassol promete boa rentabilidade na próxima safra. **Campo & Negócios**, n. 32, p. 17, out. 2005.

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

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

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Embrapa Soja, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 78).

LIMA, A.; MISCHAN, M. M.; NEPTUNE, A. M. L. Efeito isolado e combinado de nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento do girassol. **Anais da ESALQ**, v. 43, n. 1, p. 857-873, 1981.

LIMA, D.V. **Limitações nutricionais para a cultura da soja (*Glycine max*) e para o brachiário (*Brachiaria brizanta*) em latossolos sob cerrado da região de Cuiabá - MT**. 1995. 102 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MALAVOLTA, E. Fertilizantes, Corretivos e Produtividade, mitos e fatos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23. **Anais...** Piracicaba, RBCS, 1992. p.89-153.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, p. 319, 1997.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1356-1361, 2009.

MARCONDES, D.A.S. **Estudo dos efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio, em presença e ausência de calagem, na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. Botucatu, 1973. 127p. (Tese Doutorado).

MONTEIRO, C. de A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Piracicaba.

OLIVEIRA, J. T. L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; GUEDES FILHO, D. H. Fitomassa de girassol cultivado sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 23-32, 2012.

OLIVEIRA, M. F.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. **Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa**. Embrapa, p. 27, 2004.

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

PARENTE, E. J. de S. Uma Aventura Tecnológica Num País Engraçado. **Programa de Impulsão e Difusão Tecnológica (TECBIO)**, Fortaleza-CE, 2003.

PENA NETO, A. M. O Girassol. **Manual do Produtor de Girassol**. Sementes Contibrasil Ltda, 30p. 1981.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em Girassol var. Catissol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 36, n. 3, p. 187-193, 2006.

QUAGGIO, J. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. IAC, p. 198, 1997.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres: Potafos, p. 343, 1991.

RODRIGUEZ, D. M. M.; ZUBILLAGA, E.; PLOSHUCK, W.; KELTJENS, J. GOUDRIAAN, R. L. Leaf area expansion and assimilate prediction in sunflower growing under low phosphorus conditions. **Plant Soil**, v. 202, p.133-147, 1998.

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

SACHS, L. G.; PORTUGAL, A. P.; PRUDENCIO-FERREIRA, IDA, S.H.; SACHS, P. J. D.; SACHS, J. P. D. Efeito de NPK na produtividade e componentes químicos do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 533-546, 2006.

SALGADO, J. M.; CHIEUS, E. Utilização do girassol (*Helianthus annuus*,L.) na alimentação humana. Obtenção da farinha de girassol, concentrado protéico e complementação dessa farinha com aminoácidos lisina e metionina. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 38, p. 289-295, 1988

SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A.V.; PILBEAM, D.J. (eds). **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007, p.51-90.

SILVA, P.C. C.; ALVES, A. C.; JESUS, F. N.; LOBO, D. M.; SANTOS, A. R. Crescimento e Rendimento de Fitomassa do girassol Submetido à Adubação Fosfatada em Latossolo Amarelo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.8, n.14. p 283-293, 2012.

SILVA, M. de L. O.; FARIA, M.A.; REIS, R.P.; SANTANA, M. J.; MATTIOLI, W. Viabilidade Técnica e Econômica do Cultivo de Safrinha do Girassol Irrigado na Região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.1, p. 200-205, 2007

SILVA, M. N. A. **Cultura do girassol**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 67p

SINGH, S.M.; PACHERIA, R.K. Effect of varying row spacing, nitrogen and phosphorus levels on sunflower. **Indian Journal Agronomy**, v. 26, n.1, p.20-23, 1983.

SMIDERLE, O. J.; GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V. Adubação nitrogenada, espaçamento e época de semeadura de girassol nos Cerrados de Roraima. In: EMBRAPA. **Resultados de pesquisa da EMBRAPA Soja-2001: girassol e trigo**. Embrapa Soja, p. 33-39, 2002. (Embrapa Soja. Documentos, 218).

SMIDERLE, O. J.; MOURÃO JÚNIOR, M.; GIANLUPPI, D.; CASTRO, C. de. Adubação nitrogenada para girassol nos cerrados de Roraima. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16, E SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 4, 2005, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, p. 32-35, 2005.

SMIDERLE, O. J. **Orientações gerais para o cultivo do girassol em Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. (Embrapa Informa, 8)

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

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2004.

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



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

VIGIL, M. F. **Fertilization in Dryland Cropping Systems: a brief overview**. Central Great Plains Research Station - USDA-ARS, 2000. Disponível em [www.akron.ars.usda.gov](http://www.akron.ars.usda.gov).