



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
MESTRADO EM FITOTECNIA

ENIELSON BEZERRA SOARES

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS**

MOSSORÓ

2018

ENIELSON BEZERRA SOARES

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. Dr. Sc. Aurélio Paes Barros Júnior

Co-orientador: Prof. Dr. Sc. Lindomar Maria da Silveira

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S676d Soares, Enielson Bezerra.  
DESEMPENHO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO  
DA ADUBAÇÃO FOSFATADA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS /  
Enielson Bezerra Soares. - 2018.  
48 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.  
Coorientadora: Lindomar Maria da Silveira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2018.

1. Helianthus annuus L. 2. Oleaginosa. 3. Época  
de cultivo. 4. Nutrição. I. Barros Júnior, Aurélio  
Paes, orient. II. da Silveira, Lindomar Maria, co-  
orient. III. Título.

ENIELSON BEZERRA SOARES

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE GIRASSOL EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
FOSFATADA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 28/02/2018

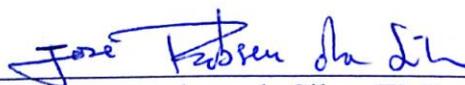
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Sc. Aurélio Paes Barros Júnior (UFERSA)  
Presidente



Prof. Dr. Sc. Daniel Valadão Silva (UFERSA)  
Membro Examinador Interno



Dr. Sc. José Robson da Silva (EMPARN)  
Membro Examinador Externo

Aos meus pais, Bento Soares e  
Maria Elenice, pelo amor  
incondicional e dedicação.

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por todas as conquistas e bênçãos a mim concedidas, pois sem Ele nada seria possível;

À UFERSA, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

Aos meus pais, Bento Soares e Maria Elenice, a quem devo a vida, pelo amor incondicional, educação e formação moral. Tenho muito orgulho de tê-los como pais, sempre me apoiaram e acreditaram. São minha fonte de fortalecimento para superar todos os obstáculos e nunca desistir, fundamentais na minha vida, formação como pessoa e profissional;

Aos meus irmãos, Elidaria, Lidiane, Erilandia, Ericelia, Erismar, Erisvandro e Edilazio, pelo companheirismo, carinho, amizade e auxílio durante essa minha jornada de formação;

À minha namorada, Sandra Paula, pelo amor, cumplicidade, dedicação, companheirismo e conselhos; por me compreender nos momentos de ausência, por todo o apoio, amor e carinho; me acompanhou em todas as derrotas superadas, todos os obstáculos vencidos e vitórias conquistadas. Além de namorada, é minha melhor amiga, que tem sido muito importante em minha vida, por estar do meu lado nos bons momentos, nas dificuldades e aflições, pelo apoio incondicional, amor e amizade.

Ao meu orientador, professor Aurélio Paes Barros Júnior e sua esposa, professora Lindomar Maria da Silveira, por toda a paciência, dedicação, amizade e sabedoria. Obrigado pelas oportunidades concedidas, ensinamentos, apoio e ajuda em todos os momentos; contribuíram muito para meu desenvolvimento profissional. Sou grato por tudo.

Ao GEPPARG, por todo o apoio na condução dos experimentos. Sem vocês, certamente não teria sido possível. A Ricardo, Manoel, Hamurábi, Rayanne, Almir, Luiz Aurélio, Rafael, Allysson, Francilene, Genilson e Ênio, muito obrigado por tudo;

Aos funcionários da Horta, Sr. Antônio, Alderí, Nanan, e os da Fazenda, Flabenio e Pepeta, pela ajuda na condução do trabalho em campo.

Aos servidores da UFERSA, Chagas, Bruno, Odonil, Juliana, Paulo, Cristiane e Vilma, pelas colaborações nos trabalhos.

A todos os meus colegas da casa da ciência, pela boa convivência, pelos momentos de alegria e diversão durante esses dois anos que residi na casa.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não  
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não  
sou o que era antes.

**(Martin Luther King)**

## RESUMO

SOARES, Enielson Bezerra. **Desempenho de cultivares de girassol em função da adubação fosfatada em duas safras agrícolas**, 2018. 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

O girassol é uma oleaginosa de grande importância mundial, cujos atributos a potencializam para enorme aproveitamento econômico, destacando-se a produção do óleo, amplamente utilizado na alimentação humana. A escolha de cultivares, associada ao manejo adequado da adubação, constitui um dos principais componentes do sistema de produção para que a cultura consiga expressar o máximo desempenho produtivo. Contudo, maiores informações sobre a nutrição da cultura precisam ser obtidas. O fósforo é um dos nutrientes que mais limitam o desenvolvimento do girassol, por ser responsável por importantes funções do metabolismo e da nutrição da cultura. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar cultivares de girassol no semiárido nordestino em função de doses de adubação fosfatada em duas safras agrícolas. Foram conduzidos dois experimentos, realizados nos anos de 2016 e 2017, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes pertencente à UFERSA, em Mossoró, RN. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas, onde nas parcelas, foram alocados cinco doses de Fósforo (0; 50; 100; 150 e 200 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas três cultivares de girassol (Aguará 06, Altis 99 e Embrapa 122 V2000). As variáveis avaliadas foram: teor de P na folha diagnóstica, altura de planta, diâmetro da haste da planta, diâmetro do capítulo, número de folhas, área foliar, massa seca total, acúmulo e exportação de P, número de grãos por capítulo, produtividade de aquênio, dose máxima de eficiência econômica de P, eficiência agrônômica, teor e rendimento de óleo. As doses de fósforo promoveram incremento aos componentes agrônômico de produção (teor de P na folha, produtividade de aquênios e rendimento de óleo). A dose que proporcionou o melhor desempenho do girassol variou para as diferentes cultivares, em um intervalo entre 115 a 123 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra agrícola 2016 e 133 a 188 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra 2017. A cultivar Aguará 06 alcançou maior produtividade de aquênios e óleo, dentre as cultivares analisadas nas safras agrícolas.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Oleaginosa. Época de cultivo. Nutrição.

## ABSTRACT

SOARES, Enielson Bezerra. **Performance of sunflower cultivars as a function of phosphate fertilization in two agricultural crops.** 2018. 48f. Dissertation (Master in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

The sunflower is an oleaginosa of great world importance, whose attributes it potentiates for enormous economic use, standing out the production of the oil, widely used in human food. The choice of cultivars, associated with the proper management of the fertilization, is one of the main components of the production system so that the crop can express the maximum productive performance. However, more detailed informations about the crop nutrition must be obtained. Phosphorus is one of the most limiting nutrients in sunflower development, as it is responsible for important metabolism and nutrition functions of the crop. Therefore, the objective of this work was to evaluate sunflower cultivars in the northeastern semiarid region as a function of doses of phosphate fertilization in two agricultural crops. Two experiments were carried out in 2016 and 2017 at the Rafael Fernandes Experimental Farm, belonging to UFERSA, in Mossoró, RN. The experimental design was in a randomized complete block with four replicates in subdivided plots, where in the plots five Phosphorus doses (0; 50; 100; 150 and 200 kg.ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) were allocated, and in the subplots three sunflower cultivars (Aguará 06, Altis 99 and Embrapa 122 V2000). The variables evaluated were: P content in the diagnostic leaf, plant height, plant stem diameter, leaf diameter, number of leaves, leaf area, total dry mass, P accumulation and export, number of grains per chapter, productivity maximum efficiency of P, agronomic efficiency, oil content and yield. Phosphorus doses increased the agronomic production components (P content in the leaf, yield of achenes and yield of oil). The dose that provided the best performance of sunflower varied for the different cultivars, in a range between 115 to 123 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the 2016 agricultural crop and 133 to 188 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the 2017 harvest. The cultivar Aguará 06 reached higher productivity of achenes and oil, among the cultivars analyzed in the agricultural crops.

**Key words:** *Helianthus annuus* L. Oleaginous. Growing season. Nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Valores médios de temperaturas (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) nas duas safras agrícolas de girassol. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	21
Figura 2 -	Teor de fósforo na folha diagnóstica dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	26
Figura 3 -	Altura de plantas em função das doses de fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	27
Figura 4 -	Diâmetro do caule (A) e diâmetro de capítulo (B) em função das doses de fósforo dentro das safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	29
Figura 5 -	Número de aquênios por capítulo de plantas de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	30
Figura 6 -	Número de folhas por plantas dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	31
Figura 7 -	Área foliar dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	32
Figura 8 -	Massa seca total de plantas de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	33
Figura 9 -	Acúmulo total de P na matéria seca (A) e Exportação (B) em função das doses de fósforo dentro das safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	34
Figura 10 -	Produtividade de aquênios em função das doses de fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	35
Figura 11 -	Teor de óleo de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	37
Figura 12 -	Produtividade de óleo de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	38
Figura 13 -	Eficiência agronômica do girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Análises químicas do solo da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	22
Tabela 2 -	Valores médios para diâmetro de caule e capítulo de plantas de girassol em função das safras agrícolas dentro das cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	29
Tabela 3 -	Valores médios para acúmulo total de P na matéria seca e exportação de P em plantas de girassol em função das safras agrícolas dentro das cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	34

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	16
<b>2.1</b>	<b>A cultura do girassol</b> .....	16
<b>2.2</b>	<b>Adubação fosfatada</b> .....	18
<b>2.3</b>	<b>Componentes agronômicos de produção</b> .....	19
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.1</b>	<b>Localização e características da área experimental</b> .....	20
<b>3.2</b>	<b>Delineamento experimental e tratamentos</b> .....	21
<b>3.3</b>	<b>Implantação e condução do experimento</b> .....	22
<b>3.4</b>	<b>Características avaliadas</b> .....	23
3.4.1	Teor de P na folha diagnóstico (PFD).....	23
3.4.2	Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e diâmetro de capítulo (Dcap))..	23
3.4.3	Número de folhas (NF) e Área foliar (AF).....	24
3.4.4	Massa seca total (MST).....	24
3.4.5	Acúmulo total de P na matéria seca (ATP) e exportação (EP).....	24
3.4.6	Número de aquênios por capítulo (NAC).....	24
3.4.7	Produtividade de aquênios (PA).....	24
3.4.8	Dose de máxima eficiência econômica de P (MEE).....	25
3.4.9	Teor de óleo (TO) e produtividade óleo (PO).....	25
3.4.10	Eficiência agronômica (EA).....	25
<b>3.5</b>	<b>Análise estatística</b> .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	40
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	41
	<b>APÊNDICE</b> .....	47

## 1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie oleaginosa de grande importância mundial, apresenta características agrônomicas importantes, ampla plasticidade fenotípica e diversas finalidades, possui alto teor e qualidade do óleo nos seus aquênios, sendo considerada uma das quatro principais culturas oleaginosas e com maior índice de expansão no mundo (ARAÚJO et al., 2014), sendo cultivado na maioria dos Estados brasileiro.

No Estado do Rio Grande do Norte, a produção de girassol tem se destacado nos últimos anos, principalmente na região Oeste, tanto no período chuvoso, em rotação às principais culturas cultivadas no estado, quanto no seco, sob irrigação, principalmente após a demanda do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2013). A escolha de cultivares constitui um dos principais componentes do sistema de produção, sobretudo devido à interação genótipo e ambiente, sendo necessários ensaios em diferentes anos agrícolas, a fim de determinar o comportamento agrônomico dos genótipos e sua adaptação às diferentes condições locais (UCHÔA et al., 2011).

De acordo com Paes (2005), a escolha adequada da cultivar mais produtiva e adaptada às condições da região consiste em uma tecnologia essencial para obter incremento na produtividade, especialmente por ser uma prática que não onera substancialmente o custo de produção. Para manutenção de produtividades elevadas, ambientalmente e economicamente viáveis, além da escolha da cultivar, é necessária adequada recomendação de adubação.

Neste sentido, tem-se observado que a cultura do girassol acumula grandes quantidades de nutrientes, principalmente o fósforo, essencial para desenvolvimento, encontrado em baixas concentrações na solução do solo. No girassol, P é requerido até o enchimento de aquênios, com taxa de remobilização das folhas e caule para os aquênios em maturação compreendida na faixa de 30 a 60% (AGUIAR NETO et al., 2010). A carência em P nas plantas, principalmente no início do ciclo vegetativo, resulta em menor crescimento, atraso no florescimento, menor enchimento dos aquênios e menor teor de óleo (GRANT et al., 2001; PRADO, 2006).

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 e 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. Para o Estado de Paraná, as melhores produtividades foram alcançadas em solos de textura argilosa com teores

médios a altos de P. As melhores respostas do girassol foram obtidas com as doses de P variando de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> de P (CASTRO et al., 1993). Para Minas Gerais, a recomendação de P para a cultura do girassol varia de 30 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em função do teor do nutriente no solo (RIBEIRO et al., 1999).

De acordo com Prochnow et al. (2003), estudos têm sido realizados para determinar o manejo correto da adubação fosfatada, contudo a disponibilização deste elemento para a planta é fortemente influenciada pelas variações quanto às doses, natureza e à solubilidade do fosfato a ser utilizado e da interação com os componentes edáficos.

Diante disto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de cultivares de girassol em função da adubação fosfatada em duas safras agrícolas no semiárido nordestino.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem Asterales e família Asteraceae. Tem origem no continente americano e tem como centro de origem o México, mas apresenta grande adaptação a diferentes condições ambientais, ocupando diversos habitats, como regiões tropicais, subtropicais e temperadas (CASTRO et al., 2005).

O girassol é uma planta cujos atributos a potencializam para enorme aproveitamento econômico, destacando-se na produção do óleo, amplamente utilizado na alimentação humana, e na produção de biocombustível alternativo para a matriz energética brasileira (SILVA et al., 2012). Além do consumo humano, apicultura, biodiesel e ração animal, o óleo de girassol pode ser utilizado nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos, tintas e limpeza (MANDARINO et al., 2005). Dentre os óleos vegetais, o óleo de girassol destaca-se por suas excelentes características físico-químicas, nutricionais e organolépticas. É considerado um dos óleos vegetais de melhor qualidade do mundo (CASTRO et al., 1997). Além disso, o girassol apresenta características agrônômicas importantes, como ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, maior resistência à seca, ao frio e ao calor, apresentando ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e permitindo cultivos em todas as regiões do Brasil (BRITO, 2010).

O óleo de girassol vem despertando, nos últimos anos, o interesse de muitos consumidores pelo recente conhecimento científico sobre suas propriedades nutricionais, deixando-o em posição de destaque no cenário mundial no consumo de óleo comestível. O girassol produz atualmente cerca de 1.000 litros de óleo por hectare/ano, é uma cultura apropriada para pequena propriedade, favorecendo a inclusão do agricultor familiar na cadeia produtiva, tendo importância no aspecto social da agricultura (EMBRAPA, 2008). Em média, além de 400 kg de óleo de excelente qualidade, para cada tonelada de grãos, a cultura do girassol produz 250 kg de casca e 350 kg de torta, com 45 a 50% de proteína bruta (VIEIRA, 2005).

Destaca-se em nível mundial como a quinta oleaginosa em produção de matéria-prima, ficando atrás somente da soja, colza, algodão e amendoim, quarta oleaginosa em produção de farelo depois da soja, colza e algodão e terceira em produção mundial de óleo, depois da soja e colza. Seus maiores produtores, com base na safra 2015/2016, são Rússia, Ucrânia,

Argentina, e União Europeia (USDA, 2017). Tendo em vista a alta demanda dos produtos e finalidades derivados do cultivo de girassol, a cultura continua em expansão no Brasil.

## 2.2 Adubação fosfatada

O fósforo (P) é um nutriente essencial para desenvolvimento dos vegetais, porém os solos brasileiros são de baixa fertilidade natural porque a fração argila possui minerais com alta capacidade de adsorção de P e da forte interação do elemento com o solo (CORRÊA et al., 2004; AQUINO, 2009). A aplicação de altas doses de P em solos intemperizados é justificada pela intensa adsorção do elemento, que resulta em baixo conteúdo de P disponível, notavelmente em solos com predomínio de minerais sesquióxidos de Fe e de Al (ELTZ et al., 2010).

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. O fosfato, quando absorvido na planta, é incorporado em compostos orgânicos, incluindo açúcares nucleotídeos, fosfatado e fosfolipídios (ELTZ et al., 2010). O baixo teor de fósforo disponível no solo é uma das principais limitações ao desenvolvimento da cultura do girassol, tendo em vista que ele atua em vários processos da planta, como no armazenamento e transferência de energia, na fotossíntese, respiração, divisão e crescimento celular (AGUIAR NETO et al., 2010).

No girassol, a absorção do fósforo ocorre até o enchimento de aquênios. A contribuição do fósforo remobilizado das folhas e caule para os aquênios em maturação varia de, aproximadamente, 30% a 60%, respectivamente (AGUIAR NETO et al., 2010). A carência de P nas plantas, principalmente no início do ciclo vegetativo, resulta em menor crescimento, em atraso no florescimento, em menor enchimento dos aquênios e no menor teor de óleo (GRANT et al., 2001).

O fósforo ajuda as raízes e as plântulas a se desenvolver mais rapidamente, aumentando a resistência aos rigores do inverno, melhora a eficiência no uso da água, favorece a resistência às doenças em algumas plantas e acelera a maturidade. O fornecimento de fósforo em doses adequadas proporciona o melhor desenvolvimento do sistema radicular, aumentando a absorção de água e de nutrientes, aumenta o vigor das plantas, favorece a floração e frutificação, influenciando qualidade e rendimento dos produtos colhidos (ARAÚJO, 2014).

### 2.3 Componentes agronômicos de produção

Os componentes de produção de planta estão relacionados ao desempenho agronômico obtido pela cultura. A análise quantitativa de crescimento surge como uma ferramenta importante para avaliar a produção vegetal e eficiência das diferentes formas de manejo utilizada numa cultura (SANTOS et al., 2015). A produtividade é diretamente influenciada pelos conjuntos de fatores aplicados no manejo de cultivo, visando à obtenção do máximo rendimento econômico (GARCIA, 1992). A escolha de cultivares, adubação e época de semeadura são fatores fundamentais que influenciam as características agronômicas de produção (CRUZ et al., 2010).

A escolha de cultivares de melhor adaptação, além de incrementar a produtividade, possibilita a baixo custo no sistema de produção (SOARES et al., 2016). Identificação de materiais superiores capazes de expressar alto rendimento e qualidade aceitável nas diferentes regiões, principalmente pela existência da interação genótipos x ambientes, é fundamental para determinar o comportamento agronômico dos genótipos e sua adaptação às distintas condições locais (PORTO et al., 2007a, 2008b). Para manutenção de produtividades elevadas, ambientalmente e economicamente viáveis, é necessária adequada recomendação de adubação (SOARES et al., 2016).

Santos et al. (2010), estudando fósforo e boro na produção de grãos no girassol, constataram que a adubação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P proporcionou o maior desempenho na cultura, obtendo rendimento de aquênios de 2302,7 kg ha<sup>-1</sup>. Eltz et al. (2010) alcançaram produtividade de aquênio de 2448 kg ha<sup>-1</sup> associado à dose de 170,8 kg ha<sup>-1</sup> de P, estudando adubação fosfatada para girassol sob sistema plantio direto.

Na safra 2016/17, o Brasil produziu 72,5 t de grãos com produtividade de 1419 kg/ha, com incremento de 15,9% em relação à safra de 2015/16 (CONAB, 2017). Portanto, o Brasil possui potencial enorme para a expansão dessa oleaginosa. O Rio Grande do Norte não tem tradição no cultivo do girassol; apesar disso, nos últimos anos o cultivo da espécie vem crescendo, principalmente por agricultores assentados de reforma agrária (SOARES, 2016).

Neste contexto, há necessidade de realizar pesquisas acerca de diversos fatores do sistema produtivo da cultura do girassol, principalmente relacionados à seleção de cultivares, manejo de adubação e época de cultivo, buscando alcançar produtividades economicamente satisfatórias para o produtor.

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização e características da área experimental

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no período de setembro a dezembro (1ª safra agrícola) de 2016 e março a julho (2ª safra agrícola) de 2017. A fazenda está localizada na zona rural do município de Mossoró-RN, no distrito de Alagoinha, o qual está situado nas seguintes coordenadas: latitude 5°03'37"S e longitude de 37°23'50"W Gr, com altitude aproximada de 72 m, distando 20 km da cidade. Segundo Thornthwaite, o clima do local é DdAa, ou seja, semiárido, megatérmico e com pequeno ou nenhum excesso de água durante o ano, e de acordo com Köppen é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende o período de junho a janeiro, e outra chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). O tipo de solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico Abrupto, textura areia franca (EMBRAPA, 2013). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1.

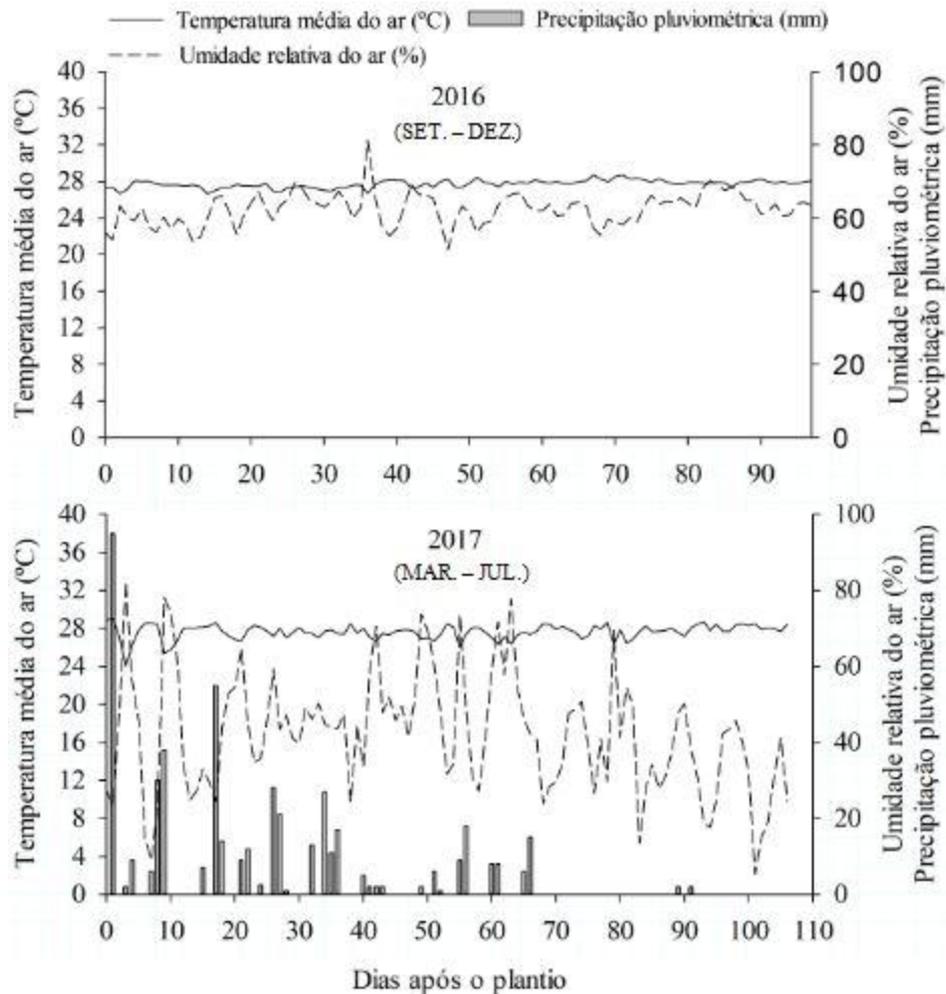


Figura 1 – Valores médios de temperaturas (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) nas duas safras agrícolas de girassol. Mossoró-RN, UFERSA, 2018. Fonte: Estação Meteorológica Automática INMET e pluviômetro da Fazenda Experimental Rafael Fernandes (UFERSA).

### 3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos casualizados completos, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas, sendo alocadas nas parcelas cinco doses de fósforo (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e nas subparcelas, as três cultivares de girassol (Aguará 06, Altis 99 e BRS 122). Cada parcela experimental foi constituída por quatro fileiras de plantas, totalizando uma área de 12,6 m<sup>2</sup> (4,5 x 2,8 m). O espaçamento entre plantas e entre fileira foi, respectivamente, de 0,30 e 0,7 m, com uma planta por cova, totalizando 26 plantas na área útil, na qual foram consideradas as duas linhas centrais, desprezando as plantas das extremidades, totalizando população de 47.619 plantas ha<sup>-1</sup>.

As cultivares de girassol em estudo apresentam as seguintes características: Aguará 06 possui uma altura média de até 1,30 m, ciclo médio em torno de 110, diâmetro de capítulo em média de 19 cm e teor de óleo entre 44-49%; a cultivar Altis 99 apresenta porte médio de até 1,20 m de altura, ciclo de 115 dias, diâmetro de capítulo em média de 21 cm, teor de óleo entre 43-50%; a cultivar BRS 122 tem porte mediano com até 1,50 m de altura, ciclo de 100 dias, diâmetro de capítulo de 18 cm e teor de óleo variando de 40 a 44% (SILVA et al., 2013).

### 3.3 Implantação e condução do experimento

Para o preparo do solo nas duas áreas, antes do plantio foram realizadas uma aração e gradagem. As coletas das amostras de solo foram extraídas com o auxílio do trado na profundidade de 0-20 cm para realização da análise química (Tabela 1). A adubação foi realizada de acordo com as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes do estado de Minas Gerais (RIBEIRO et al., 1999), exceto para a adubação fosfatada, que seguiu os tratamentos.

Tabela 1 - Análises químicas do solo da área experimental ap. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Safra	MO g kg <sup>-1</sup>	K -----mg dm <sup>-3</sup> -----	P	Na	Ca ---cmolc dm <sup>-3</sup> ---	Mg	Ph	CE ds m <sup>-1</sup>
1 <sup>a</sup>	9,28	51,08	4,21	6,4	1,55	0,85	6,50	0,677
2 <sup>a</sup>	12,78	58,8	3,0	4,8	1,00	1,80	5,63	0,747

A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia, aplicados 60 kg ha<sup>-1</sup> parcelado em duas vezes, 20 kg ha<sup>-1</sup> no plantio e 40 kg ha<sup>-1</sup> aos 50 dias após a emergência. Como fonte de potássio, foi utilizado o cloreto de potássio, aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> no plantio de acordo com a recomendação de Ribeiro et al. (1999). Para a adubação fosfatada, foi utilizado o superfosfato simples, aplicada a quantidade de acordo com os tratamentos estudados.

O plantio do girassol na 1<sup>a</sup> safra agrícola foi realizado no dia 20 de setembro de 2016, e o da 2<sup>a</sup> safra agrícola foi realizado no dia 23 de março de 2017, em áreas diferentes. Realizou-se semeadura direta, a 2 cm de profundidade, semeando-se 3 a 4 sementes por cova. Após 15 dias da emergência, foi feito o desbaste, deixando-se uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com espaços entre fita de 0,70 m e emissores de 0,30 m. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na ETc da cultura estimada (ETc = ETo x Kc), em que os valores de Kc foram correspondentes ao desenvolvimento da cultura do girassol (AMARAL; SILVA, 2008). A injeção dos

fertilizantes na água de irrigação foi realizada com o auxílio de tanque de derivação (“pulmão”). A adubação de cobertura de N e K foi aplicada via fertirrigação. As doses de P foram aplicadas diretamente na cova manualmente de acordo com cada tratamento estabelecido no estudo. Os tratos culturais e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações técnicas e necessidades da cultura.

A colheita do girassol na safra 2016 e 2017 foi realizada quando as plantas se encontraram na fase R9, referente à maturação fisiológica (SCHNEITER; MILLER, 1981), ocorrida aos 88 dias após a semeadura (DAS) para a cultivar Embrapa 122 e aos 90 DAS para as cultivares Aguará 06 e Altis 99 na safra agrícola 2016. Na safra 2017, a colheita da cultivar Embrapa 122 foi realizada aos 91 DAS e Aguará 06 e Altis 99 aos 97 DAS. Foram colhidos os capítulos de todas as plantas da área útil e, em seguida, colocados para secar. Após secagem, foi realizada a debulha e limpeza dos aquênios.

### **3.4 Características avaliadas**

#### **3.4.1 Teor de P na folha diagnóstico (PFD)**

No início do florescimento pleno, foi coletada a folha diagnóstica (quinta a sexta folha abaixo do capítulo) de todas as plantas da área útil (SILVA, 2009). As amostras foram lavadas em água corrente, água com detergente, água corrente e, por último, duas lavagens com água destilada (CORTEZ et al., 2014), removendo o excesso de água em papel toalha. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar com temperatura de 65 °C, para obtenção da massa seca. Após a secagem, foram moídas e armazenadas em sacos fechados, para posterior quantificação do teor de P (FAQUIN, 2002).

Para determinação do teor de P, foi realizada a digestão sulfúrica, sendo o fósforo quantificado pelo espectrofotômetro (AOAC, 1960).

#### **3.4.2 Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e diâmetro de capítulo (Dcap)**

As determinações foram realizadas na fase de florescimento pleno (R5.5), sendo amostradas 10 plantas da área útil de cada parcela. A altura das plantas foi medida quantificando a distância do solo até a inserção do capítulo, com auxílio de fita métrica, expressa em centímetros (cm). O diâmetro caulinar foi medido a 5 cm acima do solo

utilizando-se um paquímetro digital, expresso em mm. Para determinação do diâmetro do capítulo, foi realizada na fase de maturação fisiológica (R9) a medição de dez capítulos na área útil da parcela, utilizando fita métrica de uma extremidade à outra do capítulo (SANTOS et al., 2015).

#### 3.4.3 Número de folhas (NF) e Área foliar (AF)

Número de folhas por planta foi obtido por meio da contagem em cinco plantas da área útil (SILVA et al., 2012). Para determinação da área foliar, foi medida a largura (L) de todas as folhas da planta com o uso de uma régua, e aplicada na equação  $AF = 1,7582 * L^{1,7069}$  (MALDANER et al., 2009).

#### 3.4.4 Massa seca total (MST)

Na fase de colheita, foram coletadas 4 plantas da área útil, separando-se caule, folha e capítulo; em seguida, foi realizado o processo de lavagem e, posteriormente, ocorreu a secagem do material vegetal em estufa a 65 °C por aproximadamente 48 horas. Após a secagem, foram pesadas para obtenção da massa seca em gramas. A massa seca total da planta foi considerado o somatório da massa seca da folha, caule e capítulo.

#### 3.4.5 Acúmulo total de P na matéria seca (ATP) e exportação (EP)

O acúmulo total de P na matéria seca foi considerado o somatório do teor de P encontrado nas folhas, pecíolos, caule, capítulo e aquênios (ZOBIOLE et al., 2010). Para a taxa de exportação, foi considerado o teor de P extraído pelos aquênios (SFREDO et al., 1984).

#### 3.4.6 Número de aquênios por capítulo (NAC)

Após a colheita, foram separados cinco capítulos, debulhados e, posteriormente, feita a contagem dos aquênios por capítulo.

#### 3.4.7 Produtividade de aquênios (PA)

Após a colheita de todas as plantas da área útil, foram realizadas as atividades de secagem, debulhe dos capítulos e limpeza dos grãos, para posterior pesagem da amostra,

correção da umidade para 11%, contagem e pesagem de 1000 aquênios e cálculo da produtividade.

#### 3.4.8 Dose de máxima eficiência econômica de P (MEE)

Foram calculadas conforme Raij (1991) e Natale et al. (2011), com base na derivada da equação de regressão entre a produção de aquênios e as doses de nitrogênio aplicadas, tornando-a igual à relação de troca, ou seja:  $dy/dx = a_1 + 2a_2x =$  relação de troca. A dose econômica ( $x'$ ) foi calculada por:  $x^1 = (A_1 - \text{relação de troca})/2 \cdot (-A_2)$ .

Considerou-se o preço médio por kg de aquênios comprado por atacadistas, no valor de R\$ 2,00 referentes às safras de 2016 e 2017. O custo do kg do fósforo, cuja fonte foi o Superfosfato simples no mercado local, foi R\$ 1,32 (por kg do elemento) nas respectivas safras. Na dose de máxima econômica, foi utilizada a seguinte relação de equivalência: kg de fósforo aplicado/kg de aquênios comercializado, igual a R\$ 1,32/R\$ 2,00 = R\$ 0,66.

#### 3.4.9 Teor de óleo (TO) e produtividade óleo (PO)

O teor de óleo das sementes de girassol foi obtido pelo método Soxhlet, que consiste na extração do óleo com hexano durante oito horas, seguido de determinação gravimétrica (TRIEBOLD; AURAND, 1963). O rendimento de óleo foi obtido pela relação do teor de óleo (%) e produtividade de aquênios.

#### 3.4.10 Eficiência agrônômica (EA)

Eficiência agrônômica (EA) =  $(PG_{cf} - PG_{sf})/(QP_a)$ , dada em  $kg\ kg^{-1}$ ; onde:  $PG_{cf}$  = produtividade de grãos com fertilizante fosfatado,  $PG_{sf}$  = produtividade de grãos sem fertilizante fosfatado e  $QP_a$  = quantidade de P aplicado, em kg (FAGERIA, 1998).

### 3.5 Análise estatística

Foram realizadas análises de variância das safras agrícolas isoladamente para todas as características avaliadas, por meio do aplicativo SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2003). Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajuste de curvas de resposta foi feito por meio do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE,

2002), com gráficos elaborados no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) foi empregado para comparar as médias entre as cultivares e cada safra agrícola.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis avaliadas, possibilitando a realização da análise conjunta dos experimentos. Ocorreu interação tripla para todas as características avaliadas, exceto para variável diâmetro de caule, diâmetro de capítulo, acúmulo e exportação de P, onde correu interação dupla entre doses de P e safras agrícolas, bem como entre cultivares e safras agrícolas.

No teor de fósforo na folha diagnóstico (PFD), observamos que na medida em que se aumentou a dose de fósforo (P) ocorreu incremento na concentração de PFD. Obteve-se maior concentração na dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , tendo verificado valores máximos de  $4,96 \text{ g kg}^{-1}$  (BRS 122) e  $4,11 \text{ g kg}^{-1}$  (Altis 99), exceto na cultivar Aguará 06, que obteve concentração máxima de  $3,71 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $182,10 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na safra agrícola 2016 (Figura 2A). Na safra 2017, as maiores concentrações de P na folha diagnóstico também foram encontradas quando aplicados  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , para as cultivares Aguará 06 ( $7,76 \text{ g kg}^{-1}$ ) e BRS 122 ( $7,37 \text{ g kg}^{-1}$ ); por sua vez, a cultivar Altis 99 obteve concentração máxima de  $5,64 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $89,77 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 2B).

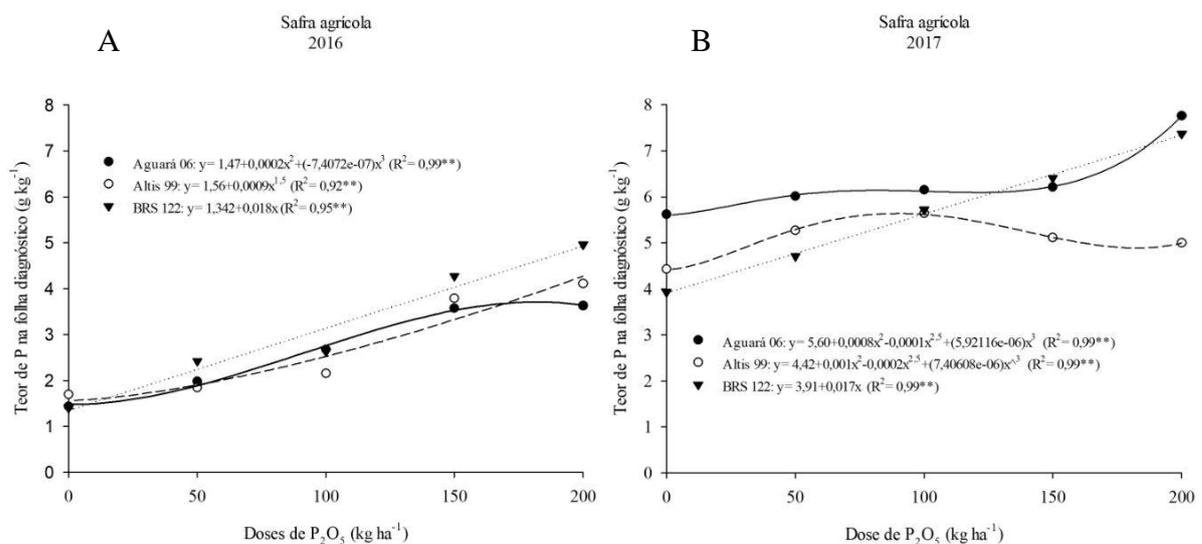


Figura 2 – Teor de fósforo na folha diagnóstica dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Teores semelhantes de P na folha diagnóstica foram observados por Silva et al. (2011), que, avaliando efeito residual do adubo fosfatado na produtividade do girassol em sucessão ao algodoeiro, obtiveram teor de P na folha índice de  $3,2 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . De acordo com Ribeirinho et al. (2012), a faixa adequada ou de suficiência de P na folha diagnóstica é situado entre 3 a  $5 \text{ g kg}^{-1}$ . Na safra 2016, a dose 150 a  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  proveu o teor ideal na folha diagnostica, ou seja, as plantas de girassol se encontraram bem nutridas. Já na safra 2017, o teor de P na folha ficou acima do limite adequado, houve maior concentração provavelmente devido às variáveis climáticas (umidade relativa e precipitação pluviométrica) (Figura 1) que contribuíram para maior absorção e acúmulo.

Diferenças relacionadas às cultivares utilizada, à disponibilidade de nutrientes, às condições climáticas e interação genótipo-ambiente influenciam a concentração de nutrientes na planta, que influencia diretamente nos índices produtivos e na produtividade dos cultivares de girassol (RIBEIRINHO et al., 2012).

Na altura de plantas (AP), foram verificados valores máximos de 147,15 cm (Aguará 06) na dose  $194,22 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 137,35 cm (Altis 99) com aplicação da maior dose de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $200 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e 122,30 cm (BRS 122) associada à adubação fosfatada de  $83,47 \text{ kg ha}^{-1}$  na safra agrícola 2016 (Figura 3A). Na safra 2017, os valores máximos obtidos nas cultivares foram de 124,82 cm (Altis 99) e 119,21 cm (BRS 122), associado respectivamente às doses de 152,91 e  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Não houve ajuste de curva de regressão para a cultivar Aguará 06 (média de 123,45 cm) (Figura 3B).

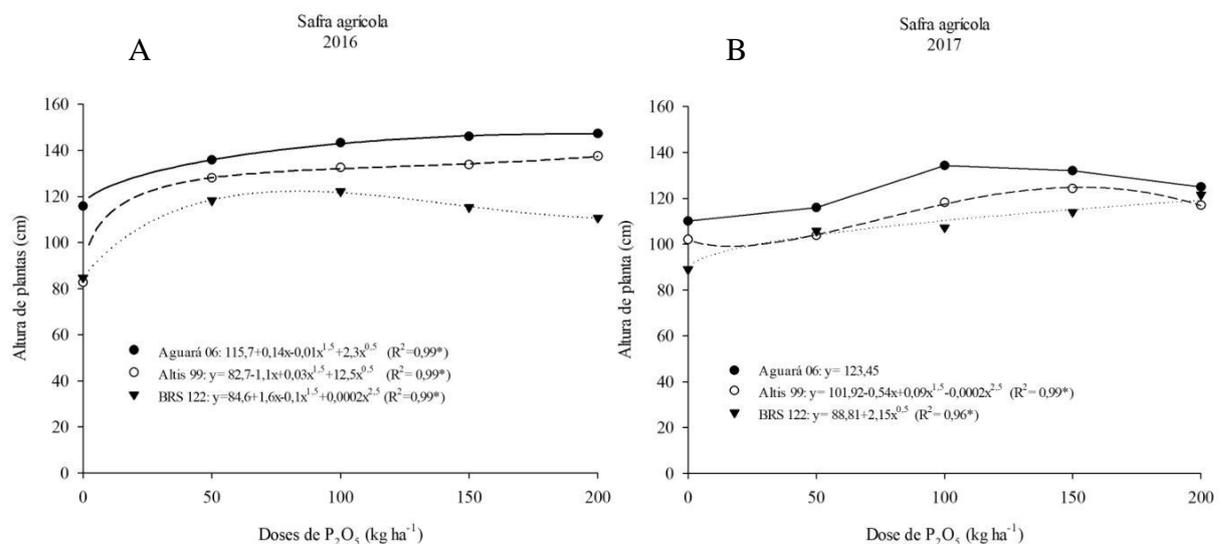


Figura 3 – Altura de plantas em função das doses de fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFRSA, 2018.

As cultivares, com exceção da BRS 122, alcançaram altura superior ao porte médio estabelecido por Silva et al. (2013), os quais descrevem a altura média das cultivares Aguará 06 (130 cm), Altis 99 (120 cm) e BRS (150 cm). Resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo foram observados por Braga (2010), que estudando o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada, observou valores médios de altura de planta de 177 cm. Soares et al. (2016), avaliando o crescimento e produtividade da cultivar de girassol BRS 122 sob doses de nitrogênio e fósforo, constataram altura máxima de 122 cm na dose  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

O diâmetro de caule (DC) do girassol alcançou valor máximo de 16,30 mm na safra agrícola 2016, associada à dose de  $115,74 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , ao passo que na safra 2017 houve diâmetro máximo de 15,56 mm na dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 4A). A dose estimada de  $112,23 \text{ kg ha}^{-1}$  na safra 2016 proporcionou maior diâmetro de capítulo (14,63 cm) e na safra agrícola 2017 foi obtido valor máximo de 13,34 cm quando foi aplicada a dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 4B). Esses resultados foram inferiores aos encontrados por Santos et al. (2015), que, analisando o crescimento do girassol em função do suprimento de fósforo e boro, observaram o maior diâmetro (19,1 mm) com a aplicação de  $140 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Por sua vez, Braga (2010), avaliando a interação de fósforo e nitrogênio em girassol, verificou que as médias de diâmetro do caule variaram de 17,1 mm a 24,6 mm quando foram aplicadas as doses de 30 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente, superiores aos valores encontrados por Soares et al. (2016), que, estudando o crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo, encontraram diâmetro de capítulo de 13 cm quando aplicada a quantidade de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

O maior diâmetro caulinar permite maior adensamento do cultivo e evita tombamento ou quebra do caule pela ação das intempéries, o que favorece o aumento de produtividade (JESUS et al., 2011). Por isso é desejável que plantas de girassol possuam maior diâmetro caulinar, reduzindo a susceptibilidade ao acamamento e favorecendo a execução de práticas de manejo e tratos culturais (BISCARO et al., 2008; SANTOS et al., 2015). Por sua vez, o diâmetro do capítulo é de grande importância para a cultura do girassol, pois tem elevada correlação com o peso do grão e a produtividade (SOARES et al., 2016).

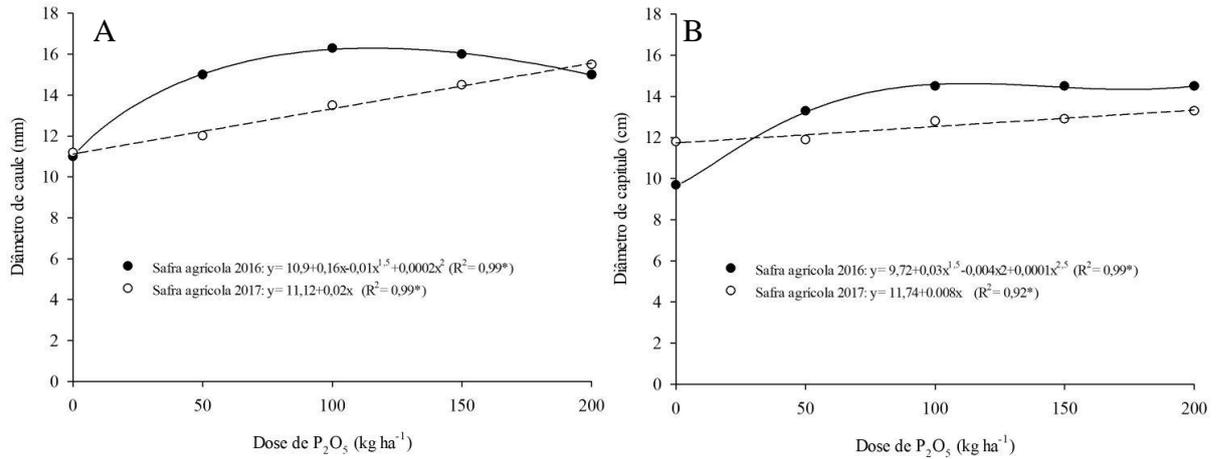


Figura 4 – Diâmetro do caule (A) e diâmetro de capítulo (B) em função das doses de fósforo dentro das safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

De maneira geral, pode-se observar que na safra agrícola 2016 a altura, diâmetro de caule e diâmetro de capítulo foram superiores aos valores obtidos na safra 2017. Esses resultados se devem aos fatores climáticos (sem precipitação pluviométrica, radiação favorável e maior umidade relativa) que ocorreram na safra 2016 (Figura 1), que provavelmente contribuíram para o melhor equilíbrio nutricional e processos fotossintéticos, favorecendo o crescimento da cultura. Por outro lado, na safra 2017 houve elevadas precipitações pluviométricas (Figura 1), coincidindo com a adubação nitrogenada, que possivelmente provocou grande perda por lixiviação do nitrogênio aplicado, ocasionando deficiência deste nutriente e, conseqüentemente, prejudicando desenvolvimento da cultura. Estes dados corroboram com Backes et al. (2008), os quais afirmam que a precipitação pluviométrica influencia diretamente na eficiência da adubação, no desenvolvimento e maturação dos capítulos.

A cultivar BRS 122 apresentou menor diâmetro de caule em ambas as safras agrícolas e menor diâmetro de capítulo na safra 2017. Avaliando-se as cultivares dentro de cada safra, verificamos maiores diâmetros obtidos na primeira safra, com exceção da cultivar Aguará 06, que não apresentou diferença significativa para o diâmetro de capítulo (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios para diâmetro de caule e capítulo de plantas de girassol em função das safras agrícolas dentro das cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2018

DIÂMETRO DE CAULE (mm)		
Cultivares	Safra agrícola 2016	Safra agrícola 2017
Aguará 06	15,2 aA	13,5 aB
Altis 99	16,0 aA	13,4 aB
BRS 122	13,0 bA	12,2 bB

DIÂMETRO DE CAPÍTULO (cm)

Aguará 06	13,4 aA	13,1 aA
Altis 99	13,3 aA	12,6 aB
BRS 122	12,9 aA	11,1 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de aquênio (NA) por capítulo de girassol na safra 2016, de maneira geral, aumentou com o acréscimo do adubo fosfatado. A cultivar Aguará 06 destacou-se com maior número de aquênios por capítulo, atingindo valor máximo de 1540,41 na dose de 116,99 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, seguido de 1329,90 (Altis 99), associado a 90,04 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 812,15 (BRS 122) adubado com 83,23 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 5A). Não houve ajustes de curvas de regressão para safra 2017, sendo o valor médio observado de 632,42 (Aguará 06), 680,5 (Altis 99) e 442,7 (BRS 122) aquênios por capítulo (Figura 5B).

Na safra 2016, houve maiores quantidades de aquênios produzidos por capítulo porque as plantas de girassol na primeira safra obtiveram maiores diâmetros de capítulo (Figura 4B). Há elevada correlação com produtividade de aquênios (SOARES et al., 2016).

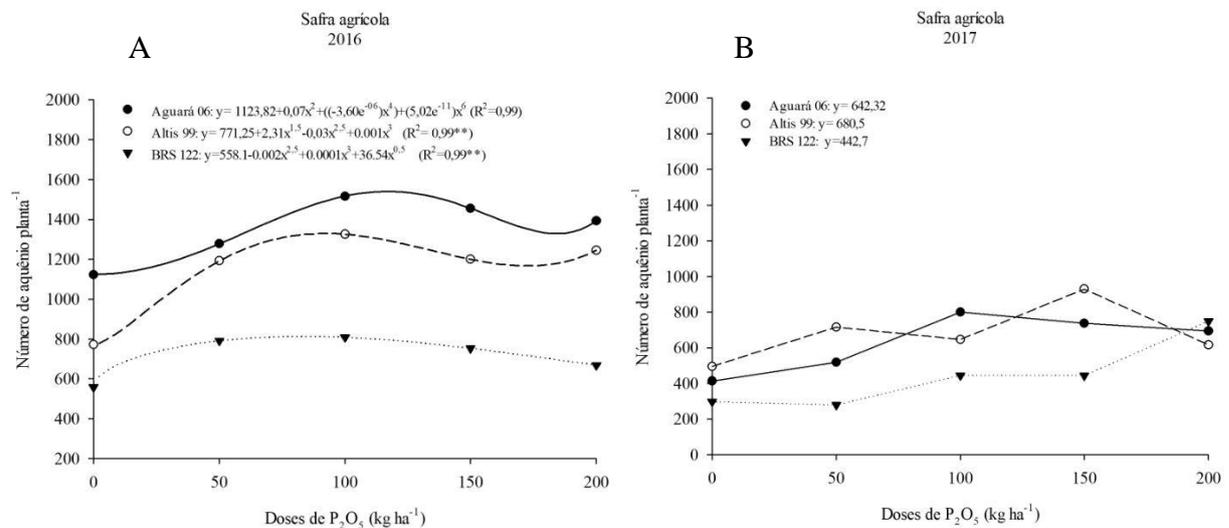


Figura 5 – Número de aquênios por capítulo de plantas de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Em relação ao número de folhas por planta, a cultivar Altis 99 obteve o valor máximo de 23 folhas na dose 129,72 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ao passo que nas cultivares Aguará 06 e Altis 99 não ocorreram ajustes de curva de regressão, cujo número médio observado foi de 23,8 e 23,2 folhas, respectivamente, na safra agrícola 2016 (Figura 6A). Na safra 2017, observou-se que na medida em que se aumentou a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ocorreu incremento no número de folhas por

planta, em que os valores máximos foram obtidos na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os valores foram de 24 (Aguará 06), 21 (Altis 99) e 22 (BRS 122) folhas por planta (Figura 6B). Estes valores foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2012), que, avaliando o crescimento e rendimento de fitomassa do girassol submetido à adubação fosfatada, encontraram 16,3 folhas por planta, na dose 174,83 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Avaliando-se as safras de agrícolas dentro de cada quantidade de adubo fosfatado, de maneira geral, foram obtidos maiores números de folhas por plantas de girassol na safra 2016 (Figura 6), associado ao maior desenvolvimento de plantas de girassol ocorrido na safra 2016 (Figura 3).

Na ausência de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, houve importante redução no crescimento das plantas e, conseqüentemente, redução no número de folhas, corroborando com Silva et al. (2012), que dizem que a carência de fósforo resulta em menor crescimento da planta, reduz o número de folhas e a expansão de sua área. As folhas exercem importantes funções, destacando-se por ser um dos principais órgãos pelos quais as plantas normalmente competem pela luz solar, absorvendo-a e influenciando as taxas fotossintéticas e o crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2009).

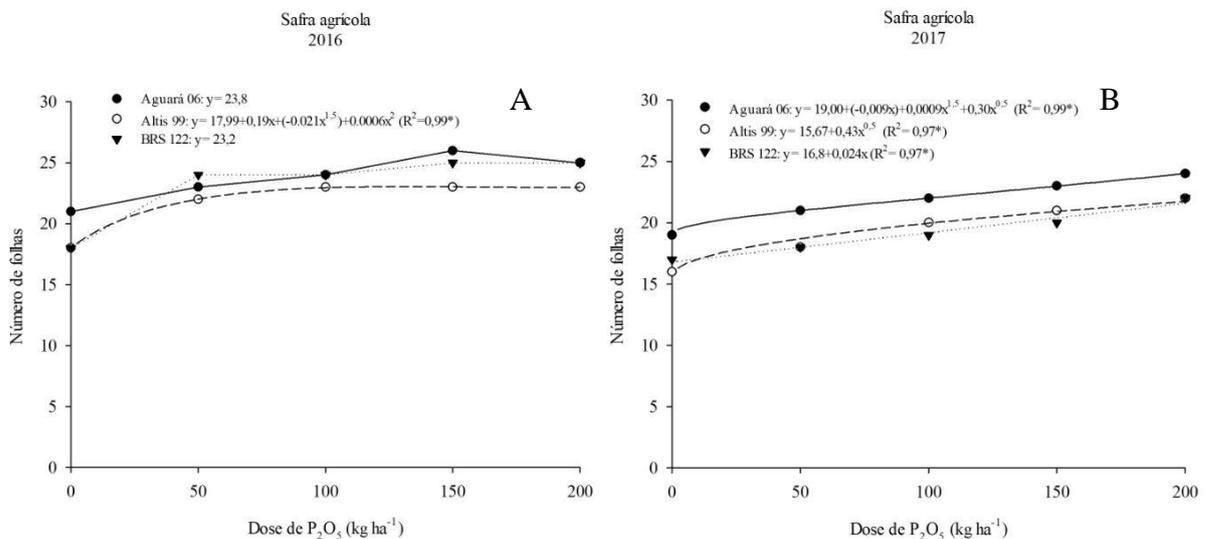


Figura 6 – Número de folhas por plantas dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Para área foliar (AF) de plantas de girassol, na safra agrícola 2016 as cultivares alcançaram valores máximos de 143,79 cm<sup>2</sup> (Aguará 06) na dose de 108,04 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 140,26 cm<sup>2</sup> (Altis 99) e 148,9 cm<sup>2</sup> (BRS 122) quando adubados com 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 7A). Na safra 2017, foi obtida área foliar máxima de 110,83 cm<sup>2</sup> (Altis 99) na dose de 144,41 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 98,40 cm<sup>2</sup> (BRS 122) associada à adubação fosfatada de 116,82 kg

ha<sup>-1</sup> e para a cultivar Aguará 06 não houve ajuste de curva obtendo uma média de 107,62 cm<sup>2</sup> (Figura 7B). A safra agrícola 2016 proporcionou maiores valores de área foliar, devido às maiores alturas (Figura 3) e números de folhas (Figura 5) obtidos pelas plantas de girassol.

Valores superiores de área foliar foram encontrados por Silva et al. (2010), que, estudando o crescimento e rendimento de fitomassa do girassol submetido à adubação fosfatada, obtiveram valor médio de 275 cm<sup>2</sup> na dose de 150,24 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. De acordo com Castro et al. (1997), as melhores respostas do girassol, para área foliar, foram obtidas com os níveis de P, variando de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup>.

O baixo suprimento P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultou na diminuição da área foliar do girassol, corroborando com Aguiar Neto et al. (2010), os quais afirmam que o baixo suprimento de P causa redução da área foliar, o que pode comprometer a capacidade de interceptação de luz, visto que as folhas são as principais responsáveis pela captação de energia solar, indispensável para a fotossíntese. Desta forma, maior índice de área foliar favorece o aumento na taxa de produção, considerando que maiores densidade das folhas proporcionam maior disponibilidade de superfície fotossinteticamente ativa.

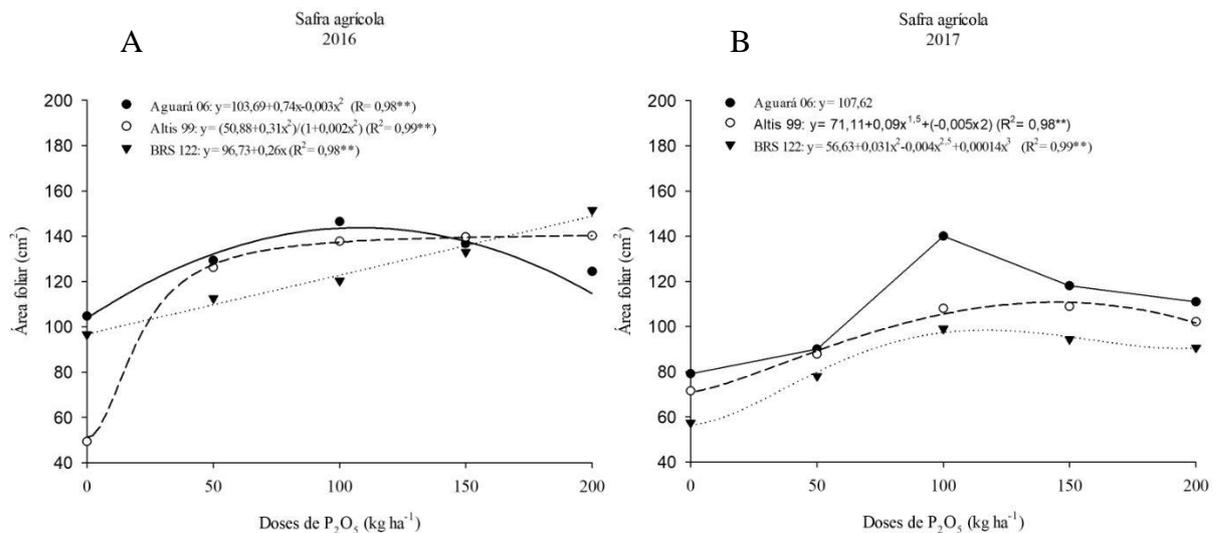


Figura 7 – Área foliar dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFRSA, 2018.

A massa seca total (MST) da parte aérea do girassol alcançou valor máximo de 199,49 g/planta (Aguará 06) e 121,49 g/planta (BRS 122) na dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ao passo que a cultivar Altis 99 obteve 186,40g/planta na adubação de 35,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra agrícola 2016 (Figura 8A). Na safra 2017, a cultivar Aguará 06 obteve maior rendimento (116,38g) na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a Altis 99 (103,76g), na quantidade de 118,17 kg

ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ao passo que na BRS 122 não ocorreu ajuste de curva de regressão, cujo acúmulo médio observado de massa seca foi de 57,7 g/planta (Figura 8B). Na safra agrícola 2016, o rendimento de massa seca das cultivares de girassol foi superior à safra 2017, dentro de cada quantidade de adubo.

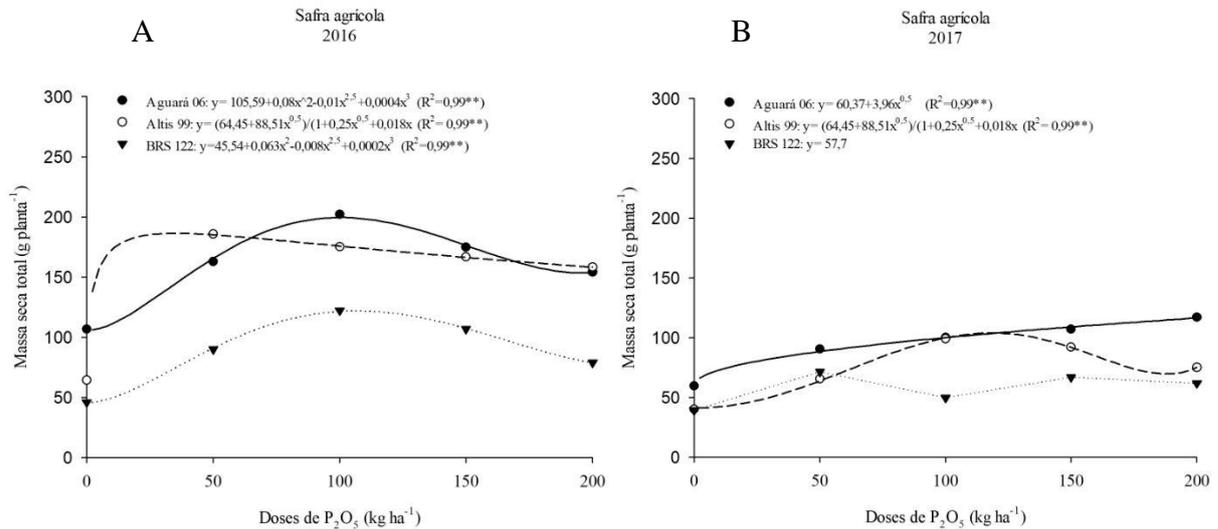


Figura 8 – Massa seca total de plantas de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Estes resultados indicam que o fósforo é muito importante no rendimento de matéria seca do girassol, também evidenciado por Santos et al. (2010), que, estudando o crescimento do girassol em função do suprimento de fósforo e boro, obtiveram massa de 181,01 g/planta na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por sua vez, Zobiole et al. (2010), avaliando a marcha de absorção de macronutrientes, observaram produção acentuada de massa seca total atingindo o valor máximo de 237,46 g/planta adubada com 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Resultados semelhantes foram encontrados por Tomich et al. (2003), que, trabalhando com diferentes cultivares, obtiveram produção média de 171,5 g/planta, com a aplicação de 49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Na safra agrícola de 2016, o acúmulo total de P (ATP) na matéria seca e exportação de P (EP) aumentaram linearmente com as quantidades crescentes de P, atingindo o acúmulo máximo de 9,85 g kg<sup>-1</sup> com taxa de exportação de P (65,8%) (6,49 g kg<sup>-1</sup>) na dose 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não houve ajuste de curva de regressão para safra agrícola 2017, média de 10,59 g kg<sup>-1</sup> (acúmulo total de P) e 65,7% (6,96 g kg<sup>-1</sup> de P) de exportação. Por outro lado, avaliando-se as épocas de cultivo dentro de cada quantidade de P, foram obtidos maiores acúmulos total de P na matéria seca e taxa de exportação na safra agrícola 2017 (Figura 9AB), possivelmente

devido às condições climáticas (umidade relativa e precipitação pluviométrica) (Figura 1), que influenciaram para a maior o absorção e acúmulo de P pelas plantas de girassol.

Ratificando os resultados encontrados por Zobiole et al. (2010), que, estudando a marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol, verificaram acúmulo total de P de  $9,4 \text{ g kg}^{-1}$  e 64% de exportação.

A quantidade de nutrientes acumulada e exportada pelos grãos é importante para o manejo da adubação. Existem poucas informações sobre nutrição mineral de girassol no Brasil, principalmente em condições de campo (ZOBIOLE et al., 2010). Portanto, conhecer os aspectos relacionados à nutrição mineral do girassol é fundamental para ter sucesso no seu cultivo; entre esses aspectos, a marcha de absorção dos nutrientes é essencial para definir as estratégias de adubação da cultura.

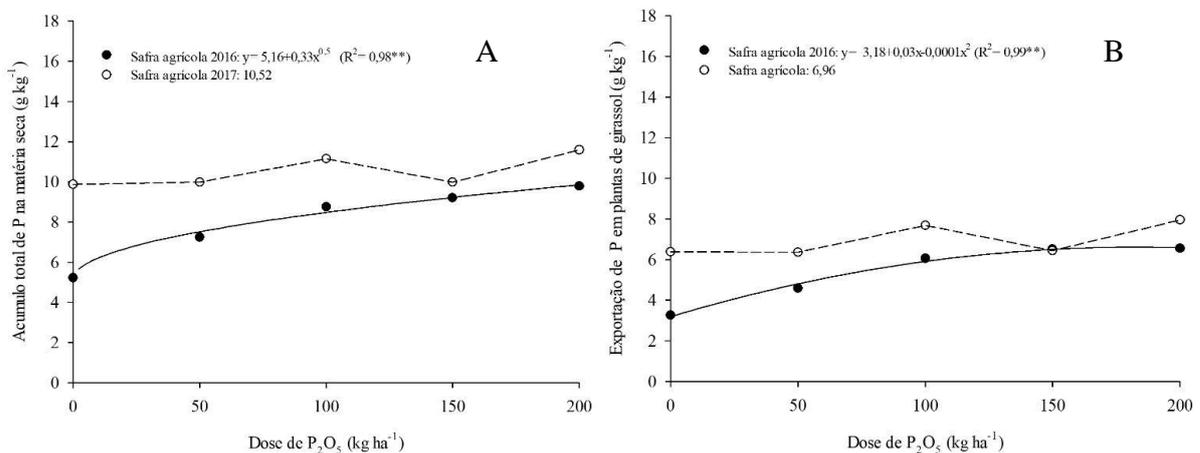


Figura 9 – Acúmulo total de P na matéria seca (A) e Exportação (B) em função das doses de fósforo dentro das safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Não houve diferença significativa entre as cultivares de girassol, exceto para BRS 122, que apresentou maior acúmulo total de P na massa seca e exportação, na safra agrícola 2016. Avaliando-se as cultivares dentro de cada safra, verificou-se que na safra agrícola de 2017 houve melhores resultados, com exceção da cultivar BRS 122, que não apresentou diferença significativa para a taxa de exportação de P (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios para acúmulo total de P na matéria seca e exportação de P em plantas de girassol em função das safras agrícolas dentro das cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

ACÚMULO TOTAL DE P MATÉRIA SECA (g kg <sup>-1</sup> )		
Cultivares	Safra agrícola 2016	Safra agrícola 2017
Aguará 06	7,21 bB	9,99 aA

Altis 99	7,58 bB	10,71 aA
BRS 122	9,35 aB	10,86 aA
EXPORTAÇÃO DE P (g kg <sup>-1</sup> )		
Aguará 06	4,86 bB	6,79 aA
Altis 99	4,89 bB	7,11 aA
BRS 122	6,43 aA	6,99 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade (P) de aquênios teve efeito responsivo em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas. Na safra 2016, as cultivares alcançaram valores máximos de 3273,31 kg ha<sup>-1</sup> (Aguará 06) na dose de 115,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 2790,85 kg ha<sup>-1</sup> (Altis 99), na dose de 146,87 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1697,29 kg ha<sup>-1</sup> (BRS 122), na dose 122,40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 10A). Na safra 2017, os valores máximos obtidos nas cultivares foram de 1766,37 kg ha<sup>-1</sup> (Aguará 06) na dose 133,25 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1430,50 kg ha<sup>-1</sup> (BRS 122) na dose 187,13 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para cultivar Altis 99 não houve ajuste de curva, obtendo média de 1183,27 kg ha<sup>-1</sup> de aquênios (Figura 10B).

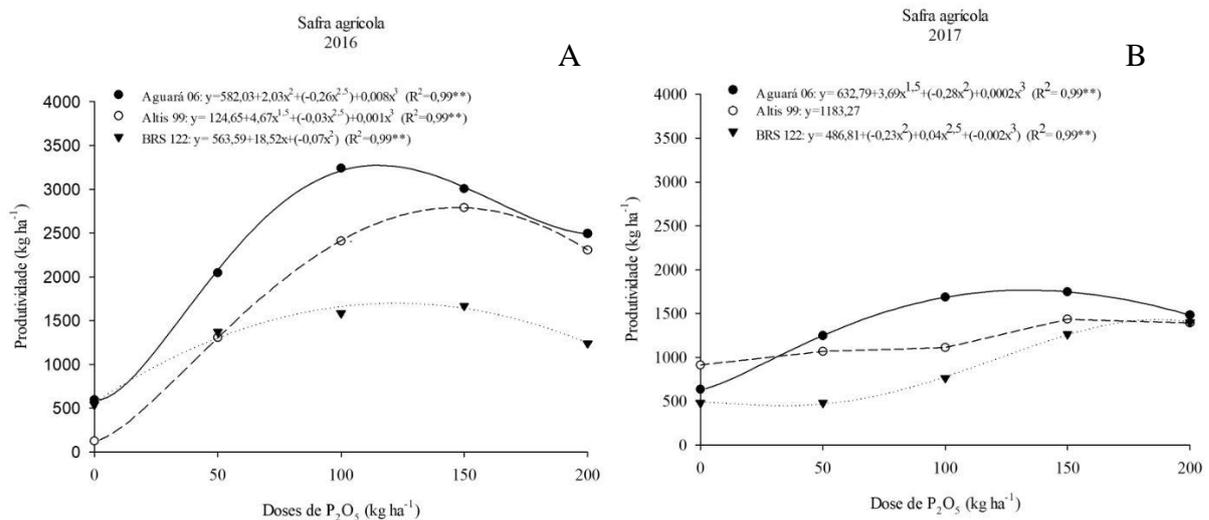


Figura 10 – Produtividade de aquênios em função das doses de Fósforo dentro das cultivares de girassol na safra agrícola 2016 (A) e na safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Santos et al. (2010), estudando fósforo e boro na produção de grãos no girassol, obtiveram produtividade máxima de 2302,7 kg ha<sup>-1</sup> aplicação de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Eltz et al. (2010) também alcançaram um rendimento semelhante de aquênios (2448 kg ha<sup>-1</sup>) na dose de 170,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, estudando adubação fosfatada para girassol sob sistema plantio direto.

A safra agrícola 2016 proporcionou maior produção de aquênios por capítulo e produtividades, devido às condições climáticas que permitiram às plantas maior crescimento, suprimento adequado de nutrientes, refletindo-se no maior diâmetro de capítulo e, conseqüentemente, maior número de aquênios. As variáveis climáticas (temperatura máxima, umidade relativa, precipitação pluviométrica) são fatores que interferem no desempenho agrônomo do girassol, corroborando com Fageria (1998), que descreveu também que estas mesmas variáveis climáticas influenciam diretamente na eficiência da adubação.

Na safra 2017, devido às elevadas precipitações pluviométrica durante o plantio e na fase inicial (Figura 1), coincidindo com a adubação nitrogenada, provavelmente houve grande perda por lixiviação do nitrogênio aplicado, ocasionado deficiência deste nutriente a cultura e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento da planta, tendo em vista que a deficiência de N causa distúrbios nutricionais, fisiológicos, redução na produtividade de aquênios e percentagem de óleo (NOBRE et al., 2014). As diferentes respostas entre as cultivares refletem os fatores genotípicos e ambientais. É bem conhecido que, em provavelmente todas as culturas, existe interação genótipos x ambientes, ou seja, cultivares diferentes comportam-se diferentemente em diferentes ambientes.

De acordo com Castro; Oliveira (2005), a resposta do girassol à adubação fosfatada está relacionada principalmente à sua disponibilidade no solo. A carência de P resulta em plantas menos desenvolvidas (SANCHEZ, 2007), atrasa o florescimento (MALAVOLTA et al., 1997), prejudica o enchimento dos aquênios e pode reduzir rendimento e teor de óleo (ROSSI, 1998).

Utilizando-se a equação de regressão da produtividade de aquênios (Figura 10), pode-se calcular a dose máxima eficiência econômica de fósforo (MEE). O resultado obtido foi de 85,62 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Aguará 06), com produtividade máxima de 2775,21 kg ha<sup>-1</sup>, 66,83 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Altis 99) e 118,14 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (BRS 122) com produtividades de 1661,36 e 1313,60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, na safra agrícola 2016. Utilizando-se a mesma sistemática, pode-se calcular a dose mais econômica para a safra 2017, que foi de 85,65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Aguará 06) e 127,84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (BRS 122), com produtividade de 1135,38 e 1076,47 kg ha<sup>-1</sup> de aquênios respectivamente. Na cultivar Altis 99, foi impossível encontrar a dose máxima de eficiência econômica de fósforo, visto que não houve ajuste de curva para obtenção da equação da produtividade (Figura 8). A obtenção da dose de MEE de P possibilitou a redução de cerca de 25% a 30% do uso do adubo, e de apenas 15% na produtividade de aquênios.

Para o teor de óleo (TO), obteve-se valores máximos de 53,44% (Aguará 06) na dose

126,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 51,93% (Altis 99) na quantidade de 157,81 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 55,06% (BRS 122) na dose 83,65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra 2016 (Figura 11A). Na safra agrícola 2017, o teor de óleo nos aquênios aumentou de maneira linear com as quantidades crescentes de adubo fosfatado. Valores máximos de 57,72% (Aguará 06) e 58,26% (Altis 99) foram alcançados na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não houve ajuste de curva de regressão para a cultivar de Altis 99 (média de 53,14 %) (Figura 11B).

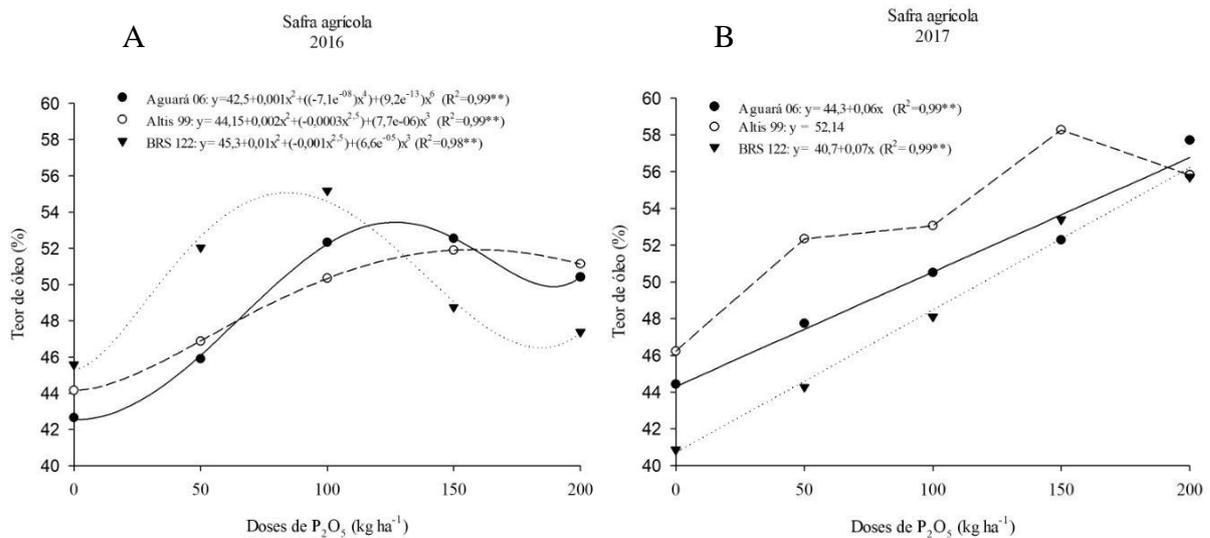


Figura 11 – Teor de óleo de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

A porcentagem de óleo alcançada pelas cultivares está entre a média obtida em muitas regiões do Brasil (35 a 55%), obtidas em estudos de cultivares de girassol em dois anos agrícolas (BIRCK et al., 2017). Resultados semelhantes são reportados por Santos et al. (2010), que, estudando o efeito do fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol, obtiveram o maior teor de óleo (44,6%) com aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. De acordo com Castro e Oliveira (2005), o fósforo desempenha funções importantes no metabolismo das plantas e, principalmente, na síntese de lipídeos, segundo Srivastava (1978).

A produtividade de óleo (PO) aumentou em função das doses de P aplicadas. Na safra agrícola 2016, a cultivar Aguará 06 na dose de 116,59 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> alcançou o máximo de produtividade de 1683,32 kg ha<sup>-1</sup>, e a cultivar BRS 122 obteve o maior rendimento (875,49 kg ha<sup>-1</sup>) na dose de 106,94 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Não houve ajustes de curvas de regressão para a cultivar Altis 99, sendo o maior valor médio observado de 842,82 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 12A). Na safra 2017, a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> promoveu maior rendimento de óleo para a cultivar

Altis 99 (810,34 kg ha<sup>-1</sup>) e BRS 122 (767,15 kg ha<sup>-1</sup>); por sua vez, a cultivar Aguará 06 obteve o maior rendimento (872,69 kg ha<sup>-1</sup>) na dose de 117,82 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 12B).

Resultado semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2010), que, estudando fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol, obtiveram o maior rendimento de óleo de 980 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os diferentes rendimentos de óleo obtido pelas cultivares são possivelmente decorrentes da interação genótipo-ambiente. Houve maior rendimento de óleo na safra agrícola 2016, quando ocorreu a maior produtividade de aquênios alcançado, uma vez que esse acompanhou a curva da produtividade da cultura, visto que concentração do teor de óleo nos aquênios, junto com a produtividade, determina o rendimento de óleo. Para a indústria, o teor de óleo nos aquênios é muito importante. Contudo, se for aliado a uma boa produção de grãos, seu rendimento de óleo por unidade de área também se torna importante comercialmente.

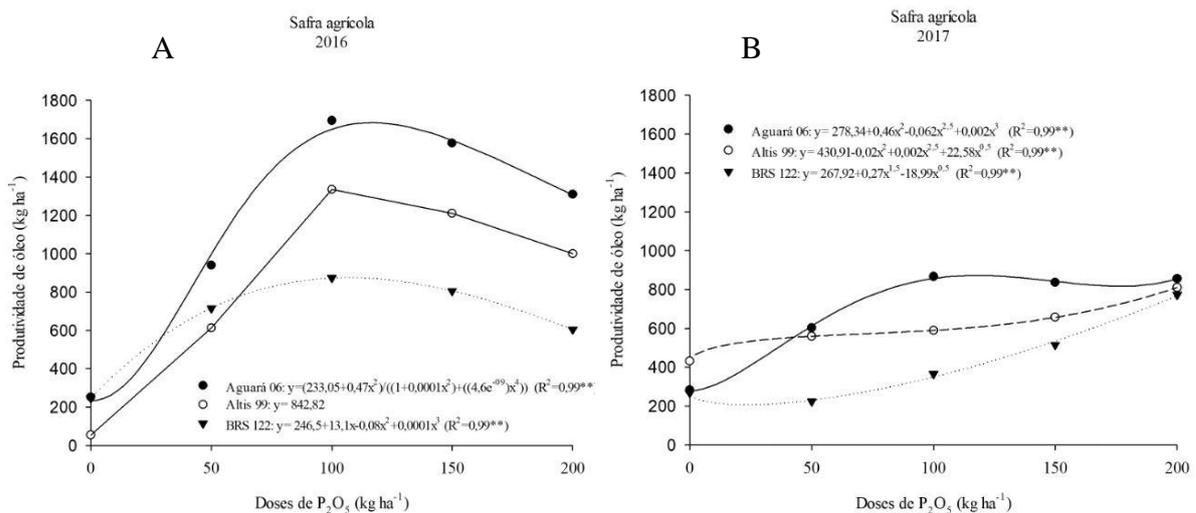


Figura 12 – Produtividade de óleo de girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

A eficiência agrônômica (EA), de forma geral, apresentou redução da eficiência com aumento da adubação fosfatada. Os valores máximos observados foram de 30,71 kg kg<sup>-1</sup> (Aguará 06) na dose 66,20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 25,14 kg kg<sup>-1</sup> (Altis 99) dose 69,14 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 16,65 kg kg<sup>-1</sup> (BRS 122) na dose 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra agrícola 2016 (Figura 13A). Na safra 2017, a cultivar Aguará 06 teve valor máximo de EA, 12,46 kg kg<sup>-1</sup> na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a BRS 122 (5,22 kg kg<sup>-1</sup>) na dose de 70,04 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Por sua vez, a cultivar Altis 99 não foi possível o ajuste de curva de regressão, com valor médio observado de 3,41 kg kg<sup>-1</sup> (Figura 13B), resultado superior ao encontrado por Shehu (2014) em Mubi,

Nigéria, que, avaliando a eficiência agrônômica de N, P e K na cultura do gergelim (oleaginosa, como o girassol), obteve a eficiência agrônômica de 3,32 kg de grãos por kg P aplicado na dose 22,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

De maneira geral, a safra agrícola 2016 proporcionou maiores valores de EA; possivelmente as variáveis climáticas (temperatura média de 28°C, umidade relativa do ar média de 65% e sem ocorrência de precipitação pluviométrica) (Figura 1) influenciaram na EA. De acordo com Fageria (1998), a interação entre clima, solo e planta afeta a absorção e a utilização de nutrientes pelas plantas, então para que ocorra a eficiência máxima de nutrientes, é necessário que esses fatores estejam em condições adequadas durante o desenvolvimento da cultura, pois o manejo adequado dos componentes de produção possibilita melhor eficiência nutricional.

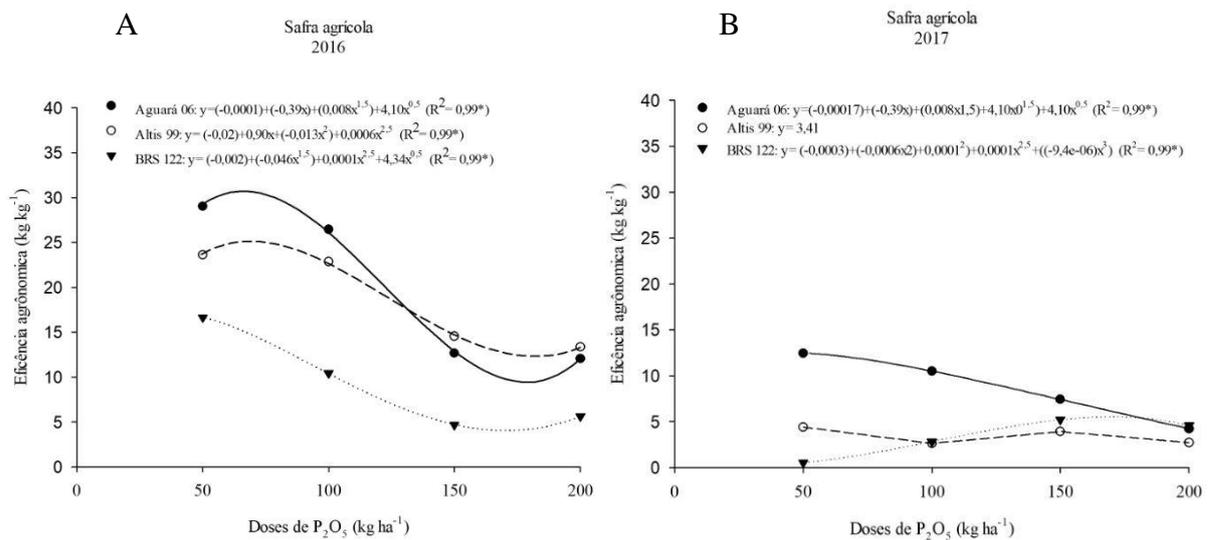


Figura 13 – Eficiência agrônômica do girassol em função das doses de fósforo dentro das cultivares na safra agrícola 2016 (A) e safra agrícola 2017 (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

## 5 CONCLUSÕES

As doses de fósforo promoveram incremento aos componentes agrônômico de produção (teor de P na folha, produtividade de aquênios e rendimento de óleo).

A dose que proporcionou o melhor desempenho do girassol variou para as diferentes cultivares, em um intervalo entre 115 a 123 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra agrícola 2016 e 133 a 188 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na safra 2017.

A cultivar Aguará 06 alcançou maior produtividade de aquênios e óleo, dentre as cultivares analisadas nas safras agrícolas.

## REFERÊNCIAS

- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 832 pp. Published by the AOAC, Washington 4, D.C. 1960.
- AQUINO, L. A. **Parcelamento do fósforo na cultura do algodão irrigado em neossolo quartzarênico**. 2009. 86f. (Tese de doutorado – Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- ARAÚJO, D. L.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C.; VÉRAS, M. L.M.; OLIVEIRA, T. L. Efeito da adubação fosfatada e estresse hídrico nas características fenológicas do girassol (*Helianthus annuus* L.). **ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 26-31, 2014.
- BACKES, R. L.; SOUZA, A. M.; JUNIOR BALBINO, A. A.; GALLOTTI, G. J. M.; BAVARESCO. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia, MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1366-1373, 2008.
- CÂMARA, G. M. S. Girassol: Tecnologia da Produção. In:\_\_\_\_. **LPV 0506: Plantas Oleaginosas**. Piracicaba: ESALQ, 2003. p. 153-180.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, Embrapa, 2005. p. 317-373.
- CASTRO, C. et al. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA/ CNPS, 1997. 36p. (Circular Técnica, 13).
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; LEITE, R. M. V. B. C.; KARAM, D.; MELLO, H. C.; GUEDES, L. C. A.; FARIAS, J. R. B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa- CNPSo, 1997. 36p. (Embrapa-CNPSo. Circular Técnica, 13).
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (org.). **Girassol no Brasil**. Londrina, Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.
- CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In : LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (org.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 317-373.

- CASTRO, C.; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; SILVEIRA, J. M.; OLIVEIRA, M. C. N.; SFREDO, G. J. Fertilização N, P e K em girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: IAC, 1993. p.47.
- CATERINA, R.; GIULIANI, M. M.; ROTUNNO, T.; CARO, A.; FLAGELLA, Z. Influence of salt stress on seed yield and oil quality of two sunflower hybrids. **Annals of Applied Biology**, v. 151, p. 145-154, 2007.
- CAVALCANTE JÚNIOR, E. G.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; BRISTOT, G.; ALMEIDA, B. M. Necessidade hídrica da cultura do girassol irrigado na chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 261–267, 2013.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2. ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul: EMBRAPA/CNPT, 1989. 128p.
- CONAB. **Estimativas de Área, Produção e Produtividade**. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4lev\\_safra.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4lev_safra.pdf)>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- CORRÊA, J. C.; MAUAD, M.; ROSOLEM, C. A. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1231-1237, 2004.
- CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; PEIXOTO, M. F. Componentes de produção de soja em diferentes épocas de semeadura, no oeste da Bahia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 709-716, 2010.
- ELTZ, F. L. F.; VILLALBA, E. H.; LOVATO T. adubação fosfatada para girassol sob sistema plantio direto no Paraguai. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 899-904, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. amp. Brasília: Embrapa, 2013.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Resposta do feijoeiro a adubação fosfatada. In: POTAFÓS. Simpósio destaca a essencialidade do fósforo na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 102, p. 1-9, 2003.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, 2000.

- GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. In: CÂMARA, G. M. S.; MARCOS FILHO, J.; OLIVEIRA, E. A. M. Simpósio sobre cultura e produtividade da soja. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, 1992.
- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**. Potafos, Piracicaba, 2001.
- JESUS, D. S.; PAIXÃO, C. L. D.; SANTOS, G. L. et al. Crescimento e teores de NPK em genótipos de girassol sob estresse por alumínio. **Anais**. 19ª Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol: 7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol Aracaju/SE, p. 101-104, 2011.
- JÚNIOR, A. O.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; LEITE, R. M. V. B. C.; RODAK, B. W. Fósforo na cultura de girassol. **Anais**: 19ª Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol/7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol - Aracaju/SE, 2011.
- KATERJI, N.; van HOORN, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Salt tolerance classification of crops according to soil salinity and to water stress day index. **Agricultural Water Management**, v. 43, p. 99–109, 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA, 2006.
- LEITE, R. M. V. B. C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M. et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 78).
- LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (org.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005.
- MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba : POTAFOS, 1997.
- MANDARINO, J. M. G. Óleo de girassol como alimento funcional. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (org.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 43-49
- NATALE, W.; ROZANE, D. E; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A. S.; HERNANDES, A. Dose econômica de calcário na produtividade de caramboleiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cidade, 33, p. 1294-1299, 2011.
- NETO, P. A.; OLIVEIRA, F. A.; MARQUES, L. F.; RODRIGUES, A. F.; SANTOS, F. G. B. Efeitos da aplicação do fósforo no crescimento da cultura do girassol. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil), v. 5, n. 4, p. 148-155, out./dez. 2010.

- NOBRE, R. G.; SOUSA, W. B. D.; LIMA, G. S. D.; GHEYI, H. R.; DIAS, A. S.; PINHEIRO, F. W. Sources and doses of nitrogen in the production of sunflower plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 59-65, 2014.
- PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 491-499, 2007.
- PAES, J. M. V. Utilização do girassol em sistema de cultivo. **Informe Agropecuário**, Cidade, v. 26, n. 229, p. 34-41, 2005.
- PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B.; OLIVEIRA, M. F.; OLIVEIRA, A. C. B. Evaluation of sunflower cultivars for central Brazil. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 2, 2008.
- PRADO, R. M.; LEAL, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catisol-01. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 36, n. 3, p. 187-193, 2006.
- PROCHNOW, L. I.; ALCARDE, J. C. e CHIEN, S. H. Eficiência agrônômica dos fosfatos totalmente acidulados. In: SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Piracicaba, 2003. **Anais**. Piracicaba, Potafos/Anda, 2003a.
- PROCHNOW, L. I.; CHIEN, S. H.; TAYLOR, R. W.; CARMONA, G.; HENAO, J.; DILLARD, E. F. Characterization and agronomic evaluation of single superphosphates varying in iron phosphate impurities. **Agronomy Journal**, v. 95, p. 293-302, 2003b.
- QUAGGIO, J. A.; UNGARO, M. R. G. Girassol. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A., FURLANNI, A. M. C. **Recomendações de adubações e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas – SP : Editora Instituto Agrônômico de Campinas, 1997. 198 p. (IAC. Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Ceres, 1991.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; YURI, J. E. Efeito de doses de fósforo na produtividade e armazenamento pós-colheita de dois cultivares de cebola. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 2, p. 249-255, 2016.
- RIBEIRINHO, V. S.; MELO, J. W.; SILVA, D. H.; FIGUEIREDO, L. A.; MELO, G. M. P. Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 166-173, 2012.
- ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998.
- SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (org.). **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2007. p. 51-90.

- SANTOS, L. G.; MELO, F. V. S.; SOUZA, U. O.; PRIMO, A. R. S. Fósforo e boro na produção de grãos e óleo no girassol. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n. 11, p. x-y, 2010.
- SANTOS, L. G.; SOUZA, U. O.; CARVALHO, Z.; PRIMO, D. C.; SANTOS, A. R. Análise de crescimento do girassol em função do suprimento de fósforo e boro. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 370-381, 2015.
- SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Rev. Oleag. Fibr.**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.
- SFREDO, G. J.; CAMPO, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol nutrição mineral e adubação**. EMBRAPA CNPS. (Circular técnica), 1984.
- SHEHU, H. E. Uptake and Agronomic Efficiencies of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Sesame (*Sesamum indicum* L.). **American Journal of Plant Nutrition and Fertilization Technology**, USA, v. 4, n. 2, p. 41-56, 2014.
- 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, 2012.
- SOARES, L. E.; NETO J. V. E.; SILVA, G. G. C. et al. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 19-25, jun. 2016.
- SRIVASTAVA, A. K. Effects of fertilizers on the composition and emergence of sunflower seeds. **Experimental Agriculture**, v. 14, p. 213-216, 1978.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; CARVALHO, A. V. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para silagem.. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec**, Belo Horizonte, v. 55, n. 6, 2003
- TRIEBOLD, H. O.; AURAND, L. W. **General procedures and methods used in food analysis. Food composition and analysis**. New York, Leiton Educational, 1963. p. 9-37.
- UCHÔA, S. C. P.; IVANOFF, M. E. A.; ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; MARTINS, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção de cultivares de girassol. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 8-15, jan.-mar. 2011.

VILALBA, E. O. H. **Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema de plantio direto no Paraguai**. 2008. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ZOBIOLE, L. H.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; JUNIOR, A. O. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 34, p. 425-433, 2010.

## APÊNDICE

Tabela 1A - Valores de “F” para folha diagnóstica (FD), altura de planta (A), diâmetro do caule (DC), diâmetro de capítulo (DCap) das cultivares de girassol em função de doses e safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

FV	GL	FD	A	DC	Dcap	F					
Bloco (Safr)	6	1,40 <sup>ns</sup>	4,09 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>	3,42 <sup>ns</sup>						
Safra	1	711,24**	15,36**	32,22**	16,19**						
Dose	4	36,61**	23,05**	26,99**	32,39**						
Dose*Safra	4	24,35**	3,92*	3,57*	4,76*						
Cultivar	2	12,15**	60,29**	27,65**	14,33**						
Cultivar*Dose	8	9,73**	1,06 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>						
Cultivar*Safra	2	18,08**	4,46*	3,83*	4,46*						
Dose*Cultivar*Safra	8	3,21**	2,31*	1,17 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>						
CV 1 (%)		14,37	10,85	11,79	10,05						
CV 2 (%)		16,12	7,54	9,67	8,65						
Média geral		4,36	119,35	13,93	12,76						

(\*\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (<sup>ns</sup>) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 2A - Valores de “F” para número de aquênio por capítulo (NA), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca (MS) das cultivares de girassol em função de doses e safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

FV	GL	NA	NF	AF	MS	F					
Bloco (Safr)	6	4,52 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	3,19 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>						
Safra	1	695,95**	64,38**	250,28**	970,18**						
Dose	4	41,71**	19,30**	104,27**	163,22*						
Dose*Safra	4	4,64*	0,55 <sup>ns</sup>	10,97**	30,14**						
Cultivar	2	139,12**	22,80**	26,07**	316,55**						
Cultivar*Dose	8	2,94**	1,06 <sup>ns</sup>	9,01**	10,17**						
Cultivar*Safra	2	36,39**	3,89*	7,14**	56,74**						
Dose*Cultivar*Safra	8	4,34**	2,1*	8,84**	12,15**						
CV 1 (%)		12,18	9,73	8,73	9,42						
CV 2 (%)		14,22	8,16	8,79	9,20						
Média geral		828,96	21,85	108,69	103,29						

(\*\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (<sup>ns</sup>) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 3A - Valores de “F” para produtividade de aquênios (PA), Teor de óleo (TO), produtividade óleo (PO) e eficiência agrônômica (EF) das cultivares de girassol em função de doses e safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

FV	GL	F			
		PA	TO	PO	EA
Bloco (Saфра)	6	0,94 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
Saфра	1	211,26**	7,30*	228,97**	575,71**
Dose	4	135,32**	54,01**	169,53**	60,89**
Dose*Saфра	4	34,29**	47,02**	37,33**	43,62**
Cultivar	2	167,37**	3,53*	149,39**	130,25**
Cultivar*Dose	8	12,77**	11,57**	14,13**	11,67**
Cultivar*Saфра	2	20,60**	7,14**	16,22**	41,95**
Dose*Cultivar*Saфра	8	13,14**	8,27**	11,98**	2,60*
CV 1 (%)		16,56	3,84	15,98	21,03
CV 2 (%)		12,28	4,09	12,42	18,95
Média geral		1461,00	49,81	739,02	10,56

(\*\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (<sup>ns</sup>) Valores não significativos pelo teste F.

Tabela 4A - Valores de “F” acúmulo total de P (ATP) na matéria seca e exportação de P (EP) das cultivares de girassol em função de doses de fósforo e safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

FV	GL	F	
		ATP	EP
Bloco (Saфра)		2,75 <sup>ns</sup>	4,31 <sup>ns</sup>
Saфра		109,25**	75,95**
Dose		21,44**	25,09**
Dose*Saфра		7,31**	7,96**
Cultivar		15,33**	8,67**
Cultivar*Dose		4,65**	2,23*
Cultivar*Saфра		7,46**	7,67**
Dose*Cultivar*Saфра		1,86 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)		13,96	15,91
CV 2 (%)		12,47	16,35
Média geral		9,28	6,18

(\*\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 1% de significância; (\*) Valores significativos pelo teste F ao nível de 5% de significância; (<sup>ns</sup>) Valores não significativos pelo teste F.