



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

ALLYSSON PEREIRA DOS SANTOS

**GIRASSOL FERTIRRIGADO COM DOSES DE POTÁSSIO EM DUAS  
SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MOSSORÓ

2018

ALLYSSON PEREIRA DOS SANTOS

**GIRASSOL FERTIRRIGADO COM DOSES DE POTÁSSIO EM DUAS  
SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais; Nutrição de Plantas.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior, Prof. D. Sc.

Co-orientadora: Lindomar Maria da Silveira.

MOSSORÓ

2018

ALLYSSON PEREIRA DOS SANTOS

**GIRASSOL FERTIRRIGADO COM DOSES DE POTÁSSIO EM DUAS  
SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

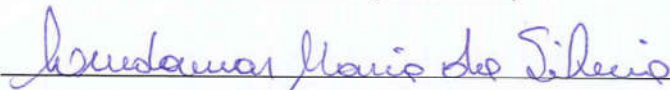
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais.

Defendida em 10/12/2018.

BANCA EXAMINADORA



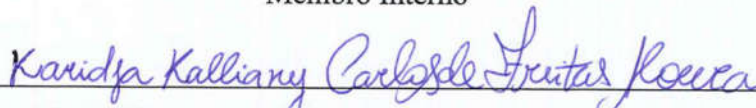
Aurélio Paes Barros Júnior. Prof. D. Sc. (UFERSA)  
Presidente (Orientador)



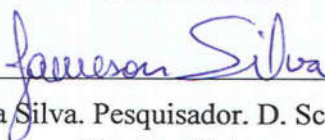
Lindomar Maria da Silveira. Prof<sup>a</sup>. D. Sc. (UFERSA)  
Co-Orientador



Elizangela Cabral dos Santos. Prof<sup>a</sup>. D. Sc. (UFERSA)  
Membro Interno



Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura. Prof<sup>a</sup>. D. Sc. (FVJ)  
Membro Externo



Jaevesson da Silva. Pesquisador. D. Sc. (EMBRAPA)  
Membro Externo

© 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas  
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Ss237g Santos, Allysson Pereira dos.  
GIRASSOL FERTIRRIGADO COM DOSES DE POTÁSSIO EM  
DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO /  
Santos, Allysson Pereira dos. - 2018.  
92 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior Barros  
Júnior.

Coorientador: Lindomar Maria da Silveira Silveira.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-  
árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Helianthus annuus L. 2. Adubação potássica.  
3. Indicadores econômicos. 4. Eficiência  
nutricional.

I. Barros Júnior, Aurélio Paes, orient. II.  
Silveira, Lindomar Maria da, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

*Sou muito grato a todos aqueles que confiaram em mim e acreditaram que eu seria capaz de chegar aonde cheguei. Foi com muito cansaço, mas focado neste objetivo. Talvez não tivesse alcançado minhas metas se não fosse a presença, nos momentos mais difíceis desta trajetória, da minha amada mãe, Antônia Pereira dos Santos, por toda a sua dedicação constante através dos seus incentivos, especialmente a minha admiração pela sua força, coragem e capacidade intelectual como grande educadora em minha formação pessoal. Às minhas adoráveis irmãs, Adriana Karla e Kalianne Pereira, que serviram de degrau para o meu crescimento, e com imensa gratidão por todo o afeto recebido durante toda a minha vida. Agradeço também a todos os familiares e amigos.*

***Ofereço!***

## AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, por iluminar o meu caminho e me ajudar a ter força para alcançar grandes conquistas todos os dias.

À *Universidade Federal Rural do Semi-Árido* e ao *Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia*, pela possibilidade de realização do doutorado, no suporte físico e recursos humanos.

À *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)*, pelo apoio financeiro na realização dessa pesquisa.

À empresa *Atlântica Sementes*<sup>®</sup>, pela parceria no fornecimento de parte das sementes para condução dos experimentos.

Ao *grupo de pesquisa em Produção Agrícola para o Semiárido e Recursos Genéticos Vegetais*.

Aos professores e *orientadores* Aurélio Paes Barros Júnior e Lindomar Maria da Silveira, pela confiança e pelo aprendizado adquirido por meio da experiência em diversas áreas da pesquisa.

Aos membros da banca de qualificação e de tese, por toda a contribuição com excelência na melhoria desta pesquisa: D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes, D. Sc. José Robson da Silva, D. Sc. Elizângela Cabral dos Santos, D. Sc. Jaevesson da Silva e D. Sc. Karidja Kality Carlos de Freitas Moura.

A todos os professores (*PPGFITO*) que contribuíram na minha formação profissional, em especial aos professores: José Francismar, Lindomar Maria, Leilson Costa, Jeferson Luiz, Zuleide Negreiros, Glauber Henrique, Daniel Valadão, Alexandre Braga, Jailma Suerda, Jeane Portela e Francisco Bezerra.

Aos servidores técnicos e auxiliares da UFERSA, em especial: Paulo César, Francisco das Chagas, Camila Diógenes, Priscila, Erika, Bruno, Odonil, Vilma, César, Lidiane, Cristiane, Juliana, Paulo, Flabênio, Cosmildo, Antônio, Alderi e Nanã, pela contribuição em cada etapa dessa pesquisa.

O agradecimento especial vai para os amigos e *Engenheiros Agrônomos* Francilene Tartaglia, Almir Rogério e Fernando Sarmiento, que me auxiliaram em momentos de maior necessidade, por meio de seus conhecimentos práticos e teóricos compartilhados durante a realização dos trabalhos.

## RESUMO

SANTOS, Allysson Pereira dos. **Girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no semiárido brasileiro**. 2018. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

O girassol (*Helianthus annuus L.*) vem ganhando bastante destaque no mercado mundial, por apresentar alta capacidade em produção de óleo, com excelente qualidade em seus aquênios. Devido à grande exigência nutricional desta cultura, principalmente do nutriente potássio, seu fornecimento por meio da adubação via fertirrigação, o aumento na precisão e a utilização de doses parceladas favorecem sua absorção pela planta, para obtenção máxima em eficiência produtiva e econômica. Neste sentido, foram conduzidos experimentos em duas safras agrícolas nos anos de 2016 e 2017, para avaliar o uso eficiente de doses de potássio fertirrigadas em cultivares de girassol no semiárido nordestino, Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliadas cinco doses de potássio: 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e nas subparcelas, quatro cultivares de girassol: Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. As características de produção avaliadas foram: Teor de potássio na folha diagnóstica (TKF), massa de mil aquênios (MMA), produtividade de aquênios (PA), teor de óleo (TO) e produtividade de óleo (PO). As doses de potássio incrementaram nos resultados produtivos das safras agrícolas, a safra 2 obteve melhor resultado do que a safra 1. As doses de máxima produtividade de aquênios foram de 77,7; 80,2; 73,7 e 79,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 1 e de 65,9; 69,5; 70,4 e 69,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 2, respectivamente, para os cultivares Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. Os cultivares Aguará 6 e Altis 99 obtiveram as maiores produtividades de aquênios e de óleo nas duas safras agrícolas. A partir do estudo econômico, verificou-se que as doses de potássio influenciaram em todas as variáveis econômicas, através dos resultados obtidos entre as duas safras agrícolas. A maior renda líquida foi alcançada pelos cultivares Aguará 6 e Altis 99, no valor de R\$ 3.416,09 e R\$ 2.462,07 na safra 1 e de R\$ 2.237,01 e R\$ 1.861,99 na safra 2. Nas variáveis de eficiência nutricional do girassol fertirrigado com potássio, os cultivares demonstraram variações de comportamento nas eficiências avaliadas em função das doses de potássio. As doses de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, assim como o maior acúmulo na planta, ocasionaram redução no valor das eficiências nutricionais, e o cultivar Aguará 6 obteve o melhor resultado com a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de

K<sub>2</sub>O, demonstrando bastante eficiência em aproveitamento e acúmulo deste nutriente nas duas safras agrícolas.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L.. Adubação potássica. Indicadores econômicos. Eficiência nutricional.



## ABSTRACT

SANTOS, Allysson Pereira dos. **Sunflower fertigated with doses of potassium in two agricultural crops in Brazilian semiarid**. 2018. 92p. Thesis (Master in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

The sunflower (*Helianthus annuus* L.) has been gaining prominence in the world market, because it presents high capacity in oil production, with excellent quality in its achenes. Due to the great nutritional requirement of this crop, especially the potassium nutrient, its supply through fertilization via fertigation, the increase in precision and the use of split doses favor its absorption by the plant, for maximum yield in productive and economic efficiency. In this sense, experiments were conducted in two agricultural crops in 2016 and 2017 to evaluate the efficient use of fertirrigated potassium doses in sunflower cultivars in the northeastern semi-arid region, Mossoró-RN. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots, with four replications. In the plots, five potassium doses were evaluated: 0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, and in the subplots, four sunflower cultivars: Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The evaluated production characteristics were: Potassium content in the diagnostic leaf (TKF), mass of a thousand achenes (MMA), yield of achenes (PA), oil content (TO) and oil productivity (PO). The potassium doses increased in the productive results of the agricultural crops, the crop 2 obtained a better result in comparison with the harvest 1. The maximum yields of achenes were 77.7; 80.2; 73.7 and 79.9 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 1, and 65.9; 69.5; 70.4 and 69.1 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 2, respectively, for the cultivars Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The cultivars Aguará 6 and Altis 99 obtained the highest yields of achenes and oil in the two agricultural crops. From the economic study, it was verified that the doses of potassium influenced in all the economic variables, through the results obtained between the two agricultural crops. The highest net income was obtained by cultivars Aguará 6 and Altis 99 in the amount of R\$ 3,416.09 and R\$ 2,462.07 in crop 1, and R\$ 2,287.01 and R\$ 1,861.99 in crop 2. Variables of nutritional efficiency of the sunflower fertirrigado with potassium, the cultivars showed variations of behavior in the evaluated efficiencies as a function of potassium doses. The doses of 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, as well as the greater accumulation in the plant, caused a reduction in the value of nutritional efficiencies, and the cultivar Aguará 6 obtained the best result with the dose of 60 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, showing enough efficiency in the use and accumulation of this nutrient in the two agricultural crops.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L. Potassium fertilization. Economic indicators. Nutritional efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1** – Valores médios diário de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência - VE, estágio reprodutivo - R1 e colheita - R9) correspondentes aos meses de fevereiro a maio das safras agrícolas de 2016 e 2017. Mossoró, RN, Brasil.....27
- Figura 2** – Teor de potássio na folha diagnóstica (A) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....32
- Figura 3** – Massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....34
- Figura 4** – Produtividade de aquênios (A, B) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....35
- Figura 5** – Teor de óleo (C, D) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....36
- Figura 6** – Produtividade de óleo (A) em função do desdobramento da interação doses x cultivares de girassol, Produtividade de óleo (B) em função da interação doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....38

### CAPÍTULO II

- Figura 1** – Valores médios diário de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência - VE, estágio reprodutivo - R1 e colheita - R9) correspondentes aos meses de fevereiro a maio das safras agrícolas de 2016 e

	2017. Mossoró, RN, Brasil.....	52
<b>Figura 2</b>	– Renda bruta (A, B), Renda líquida (A, B) e Taxa de retorno (C, D) de girassol fertirrigado com doses de potássio, em duas safras agrícolas no semiárido brasileiro, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	63
<b>Figura 3</b>	– Índice de lucratividade (A) de girassol fertirrigado com doses de potássio, em duas safras agrícolas no semiárido brasileiro, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	64

### CAPÍTULO III

<b>Figura 1</b>	– Valores médios diário de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência - VE, estágio reprodutivo - R1 e colheita - R9) correspondentes aos meses de fevereiro a maio das safras agrícolas de 2016 e 2017. Mossoró, RN, Brasil.....	75
<b>Figura 2</b>	– Eficiência agronômica (EA) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação doses x cultivares, doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	82
<b>Figura 3</b>	– Eficiência fisiológica (EF) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	83
<b>Figura 4</b>	– Eficiência de recuperação (ER) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação doses x cultivares, doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	85
<b>Figura 5</b>	– Eficiência de utilização (EU) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação doses x cultivares, doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	86

- Figura 6** – Acúmulo de potássio total (AckT) em cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....87

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1** – Caracterização química do solo das áreas experimentais. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....28
- Tabela 2** – Valores de F da análise conjunta de variância para teor de potássio na folha diagnóstica (FD), massa de mil aquênios (MMA), produtividade de aquênios (PA), produtividade de óleo (PO) e teor de óleo (TO) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....31
- Tabela 3** – Valores médios para folha diagnóstica (FD) e massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN.....33
- Tabela 4** – Massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....33
- Tabela 5** – Valores médios para produtividade de óleo (PO) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação com as safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....39

### CAPÍTULO II

- Tabela 1** – Caracterização química do solo das áreas experimentais na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....53

<b>Tabela 2</b>	– Produtividade média de cultivares de girassol fertirrigadas com doses de potássio em duas safras agrícolas, em condição semiárida. Mossoró, RN, UFERSA, 2018.....	55
<b>Tabela 3</b>	– Valores de (F) para a variável renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	58
<b>Tabela 4</b>	– Custos parciais na produção de um hectare de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	61

### CAPÍTULO III

<b>Tabela 1</b>	Caracterização química do solo das áreas experimentais na região semiárida, Mossoró-RN. UFERSA, 2018.....	76
<b>Tabela 2</b>	Valores de F da análise conjunta de variância para eficiência agrônômica (EA), eficiência de fisiológica (EF), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	81
<b>Tabela 3</b>	Eficiência fisiológica (EF) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.....	84

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	17
<b>CAPÍTULO I – PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL FERTIRRIGADO COM ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.....</b>		
1	INTRODUÇÃO.....	24
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1	Localização e Caracterização da Área Experimental.....	26
2.2	Delineamento Experimental e Tratamentos.....	27
2.3	Implantação e condução dos experimentos.....	28
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4	CONCLUSÕES.....	40
5	REFERÊNCIAS.....	41
<b>CAPÍTULO II - COMPONENTES ECONÔMICOS DO GIRASSOL EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO VIA FERTIRRIGAÇÃO.....</b>		
1	INTRODUÇÃO.....	49
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1	Localização e Caracterização da Área Experimental.....	51
2.2	Delineamento Experimental e Tratamentos.....	52
2.3	Implantação e condução dos experimentos.....	53
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
4	CONCLUSÕES.....	66
5	REFERÊNCIAS.....	67

<b>CAPÍTULO III - EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DO GIRASSOL EM FUNÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE POTÁSSIO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO.....</b>		<b>69</b>
1	INTRODUÇÃO.....	72
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	74
2.1	Localização e Caracterização da Área Experimental.....	74
2.2	Delineamento Experimental e Tratamentos.....	75
2.3	Implantação e condução dos experimentos.....	76
2.4	Uso eficiente de nutrientes.....	78
2.5	Características avaliadas.....	78
2.5.1	<i>Índices de eficiência nutricional</i> .....	78
2.5.2	<i>Massa seca</i> .....	79
2.6	Análise estatística.....	80
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4	CONCLUSÕES.....	89
5	REFERÊNCIAS.....	90



## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma espécie oleaginosa que teve sua origem comprovada na região sudoeste dos Estados Unidos da América e norte do México. Esta cultura vem se destacando por apresentar grande capacidade em produzir óleo de excelente qualidade, que representa alto valor econômico no comércio mundial, e a sua produtividade média de óleo compreendem faixas entre 30 a 48% (ROSSI, 1998; SANTOS et al., 2014, 2011).

O ciclo varia de 90 a 130 dias, sendo determinado por alguns fatores como cultivar, condições edafoclimáticas, épocas do ano. A colheita ocorre quando os teores de umidade nos grãos estão nas faixas entre 14 a 16% até atingir 11%, considerada ideal para o armazenamento (EMBRAPA, 2011; SCHWERZ et al., 2015). Algumas pesquisas comprovaram que a época de semeadura em cultivares de girassol pode influenciar no tamanho dos capítulos e, com isso, causar impactos na sua produtividade (CADORIN et al., 2012; HELDWEIN et al., 2014).

O cultivo de girassol tem se destacado em várias regiões do Brasil e apresentado alto valor de mercado em produção de óleo como fonte de matéria-prima, de maneira que sua ascensão no cenário nacional e internacional tem sido amplamente difundida pela sua adaptação em diversos lugares pelo mundo, além de possibilitar o direcionamento de sua produção, seja para utilizá-lo como fonte geradora de energia limpa na forma de biocombustível ou transformá-lo em alimento (USDA, 2017).

No estado do Rio Grande do Norte, o cultivo de girassol pode ser realizado tanto em períodos secos quanto chuvosos, em rotação com melão e melancia, utilizando sistema de irrigação para atender as demandas hídricas da cultura (CAVALCANTE JÚNIOR et al., 2013). Além disso, a utilização de tecnologias avançadas na agricultura vem demonstrando cada vez mais toda a sua potencialidade em campo, por meio de estratégias visando a aumentar a produtividade de culturas oleaginosas.

Dentre essas técnicas, a fertirrigação destaca-se como método capaz de proporcionar o aumento na absorção dos nutrientes disponíveis em maior eficiência para as plantas, pois ocorre a aplicação de fertilizantes químicos incorporados na água de irrigação fornecendo doses ideais, para obter resultados em máxima eficiência de utilização que proporcionem um aumento no retorno econômico com a produção de girassol.

A alta capacidade de reciclagem de nutrientes por meio do seu cultivo,

especialmente o potássio extraído das camadas mais profundas do solo para superfície, através de seu sistema radicular, possibilita uma melhoria na fertilidade da área para cultivos posteriores e, apesar de ser o nutriente mais extraído por essa cultura, o potássio (K) tem sido pouco estudado quando se comparam com outras pesquisas com adubação mineral (SANTOS, 2014; ZOBIOLE et al., 2010).

A viabilidade econômica de produzir girassol ocorrerá apenas com a obtenção de elevadas produtividades, em resposta ao conjunto de fatores, com o seu cultivo irrigado, e o uso de adubações que favoreçam a demanda nutricional desta cultura em campo. Algumas pesquisas com girassol já foram realizadas na região nordeste avaliando seu crescimento e sua produtividade, assim como a utilização de doses de nitrogênio e fósforo no seu cultivo (SOARES, 2016; BRAGA, 2018).

Entretanto, existem poucas pesquisas avaliando a adubação potássica na cultura do girassol. Devemos considerar outro aspecto importante nesse estudo, pois através de respostas interativas com o uso de diferentes doses de potássio, onde serão constatadas as doses mais adequadas para se obter as melhores produtividades, associando à dose de máxima eficiência econômica e sua adaptação as nossas próprias condições edafoclimáticas. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo avaliar o cultivo do girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no semiárido nordestino.

## REFERÊNCIAS

BRAGA, D. F.; OLIVEIRA, F. H. T; SANTOS, H. C.; ARAÚJO, A. P.; ZONTA, E. Nitrogen and phosphorus fertilization of sunflower crop in alkaline Cambisol. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 22, n. 2, p. 101-106, fev. 2018. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662018000200101](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000200101)>. Acesso em: 16 fev. 2018.

CADORIN, A. M. R. et al. Características de plantas de girassol, em função da época de semeadura, na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1738-1743, 2012.

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. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v17n03/v17n03a03.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

EMBRAPA SOJA. Girassol. 2011. Disponível em: <[http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=67&cod\\_pai=163](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=67&cod_pai=163)>. Acesso em: 25 mai. 2011.

HELDWEIN, A. B. et al. Características de produção e de crescimento de girassol semeado de agosto a fevereiro, em Santa Maria-RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 9, p. 908-913, 2014.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998.

REZENDE, J. O. **Solos coesos dos Tabuleiros costeiros: limitações agrícolas e manejo**. Salvador: SEAGRI-SPA, 2000.

SANTOS, A. R.; SALES, E. C. J.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; PIRES, A. J. V.; REIS, S. T.; RODRIGUES, P. S. Desempenho de genótipos de girassol sob irrigação nas

condições do semiárido. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 594-606, 2011.

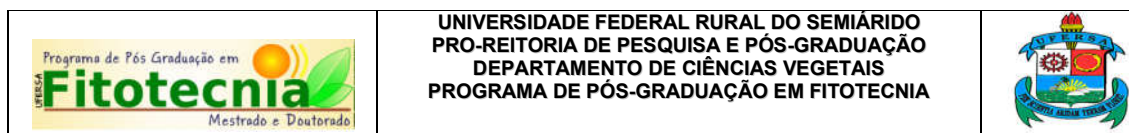
SANTOS, G. L.; DANTAS, K. A.; BEZERRA, L. L.; ARRIEL, N. H. C.; LUCENA, A. M. A. L.; MAIA, J. M. Cultivo de girassol para a apicultura, forragem e produção de óleo. **Comunicado Técnico**: EDUEPB - EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA, Campina Grande-PB, 2014.

SCHWERZ, T.; JAKELAITIS, A.; TEIXEIRA M. B.; SOARES, F. A. L. Produção de girassol cultivado após soja, milho e capim-marandu, com e sem irrigação suplementar. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.**, Campina Grande, v. 19, p. 470-475, 2015.

SOARES, L. U.; NETO, J. V. E.; SILVA, G. G. C.; OLIVEIRA, E. M. M.; BEZERRA, M. G. S.; SANTOS, T. J. A.; DIFANTE, G. S. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo, **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 19-25, jun. 2016.

USDA, 2017. Estatísticas Agrícolas. (Versões diferentes). Disponível em: <[https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag\\_Statistics/](https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/)>. Acesso em: 30 jun. 2017.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 425-433, mar.-abr. 2010.



## CAPÍTULO I

Girassol fertirrigado com adubação potássica em duas safras agrícolas no semiárido  
Brasileiro

**Discente:**

Allysson Pereira dos Santos

**Orientador:**

Aurélio Paes Barros Júnior  
Lindomar Maria da Silveira

Mossoró (RN)  
Dezembro de 2018

## GIRASSOL FERTIRRIGADO COM ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM DUAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

### RESUMO

O girassol exige quantidades elevadas de potássio durante todo ciclo, e o fornecimento inadequado deste nutriente reduzirá seu desempenho produtivo. A grande vantagem dessa espécie ocorre através do aumento no volume de suas raízes, favorecendo o maior aproveitamento deste nutriente na solução do solo. Apesar de ser o nutriente mais extraído pela cultura do girassol, a adubação potássica ainda tem sido pouco pesquisada. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses de potássio sobre os componentes de produção de cultivares de girassol cultivado na região de clima semiárido. Este experimento foi realizado em duas safras agrícolas nos anos de 2016 e 2017 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliadas cinco doses de potássio: 0, 30, 60, 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e nas subparcelas, quatro cultivares de girassol: Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. As características de produção avaliadas foram: teor de K na folha diagnóstica (TKF), massa de mil aquênios (MMA), produtividade de aquênios (PA), teor de óleo (TO) e produtividade de óleo (PO). As doses de potássio representaram incremento nos resultados produtivos das safras agrícolas, e a safra 2 foi superior à safra 1. As doses de máxima produtividade de aquênios foram de 77,7; 80,2; 73,7 e 79,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 1, e de 65,9; 69,5; 70,4 e 69,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 2, para os cultivares Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. Os cultivares Aguará 6 e Altis 99 obtiveram as maiores produtividades de aquênios e de óleo nas duas safras agrícolas.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Doses de potássio. Produtividade.

## FERTILIZED SUNFLOWER WITH POTASSIC FERTILIZATION IN TWO AGRICULTURAL CROPS IN THE BRAZILIAN SEMIARID

### ABSTRACT

Sunflower requires high amounts of potassium throughout the cycle, and inadequate supply of this nutrient will reduce its productive performance. The great advantage of this species occurs through the increase in the volume of its roots, favoring the greater use of this nutrient in the soil solution. Despite being the nutrient most extracted by the sunflower crop, potassium fertilization has still been little researched. Thus, the objective of this work was to evaluate the effects of potassium doses on the production components of sunflower cultivars cultivated in the semiarid region. This experiment was carried out in two agricultural crops in 2016 and 2017 at the Rafael Fernandes Experimental Farm, Mossoró, RN. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots, with four replications. In the plots, we evaluated five doses of potassium: 0, 30, 60, 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, in the subplots, four cultivars of sunflower: Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The production characteristics evaluated were: K content in the diagnostic leaf (TKF), mass of a thousand achenes (MMA), achenes productivity, oil content (TO) and oil productivity (PO). The potassium doses increased in the productive results of the agricultural crops, and the crop 2 was superior to the crop 1. The maximum yields of achenes were 77.7; 80.2; 73.7 and 79.9 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 1, and 65.9; 69.5; 70.4 and 69.1 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 2 for the cultivars Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The cultivars Aguará 6 and Altis 99 obtained the highest yields of achenes and oil in the two agricultural crops.

**Keywords:** *Helianthus annuus L.* Doses of potassium. Productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do girassol exige grandes quantidades de potássio durante todas as etapas de seu desenvolvimento, pois o suprimento inadequado deste nutriente poderá interferir no seu desenvolvimento e afetar sua qualidade produtiva.

A grande vantagem dessa espécie ocorre através do aumento no volume de suas raízes nas camadas mais profundas do solo, extraindo vários nutrientes, inclusive o potássio. Além disso, consegue promover uma melhoria na fertilidade dessa área para cultivos posteriores (SANTOS, 2014).

Apesar de ser o nutriente mais extraído por esta espécie, a adubação potássica ainda tem sido pouco estudada em comparação com adubação nitrogenada (ZOBIOLE et al., 2010), e alguns pesquisadores afirmam que o girassol consegue promover também uma melhoria nas propriedades físicas do solo (CASTRO et al., 2010).

Para que ocorra uma maior absorção, e o acúmulo de potássio seja distribuído de maneira equilibrada para planta, torna-se necessário que, o fertilizante utilizado forneça este nutriente com maior eficiência, e também em função da tecnologia adotada. O uso da fertirrigação auxilia de maneira bastante prática, onde as doses poderão ser parceladas e aplicadas na própria água de irrigação.

O cultivo de girassol irrigado torna-se economicamente viável com a obtenção de elevada produtividade em resposta ao conjunto de fatores, como, por exemplo, a utilização de adubações adequadas que possam atender às necessidades da cultura em campo. Além disso, esta cultura apresenta características bastante desejáveis, como a produção de aquênios com elevado teor de óleo, em torno de 38% a 50%, e vem despontando como uma nova escolha como fonte para biocombustíveis (CASTRO et al., 2010).

O aumento da eficiência produtiva de maneira otimizada, em algumas regiões do Brasil, na maioria das vezes está relacionada à escolha adequada por cultivares que se adaptam em diferentes ambientes, e mesmo que seu cultivo ocorra no verão, esta cultura vem demonstrando características desejáveis, como escolha para cultivo de sucessão em culturas como o milho e a soja.

Na região semiárida nordestina, algumas pesquisas foram realizadas com o cultivo de girassol irrigado, utilizando doses de nitrogênio e fósforo (BRAGA, 2018), e avaliando características sobre crescimento e produtividade (SOARES, 2016). No entanto, estudos com adubação potássica ainda são escassos na região. Desse modo, o



objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos de doses de potássio sobre os componentes de produção de cultivares de girassol cultivado em região de clima semiárido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

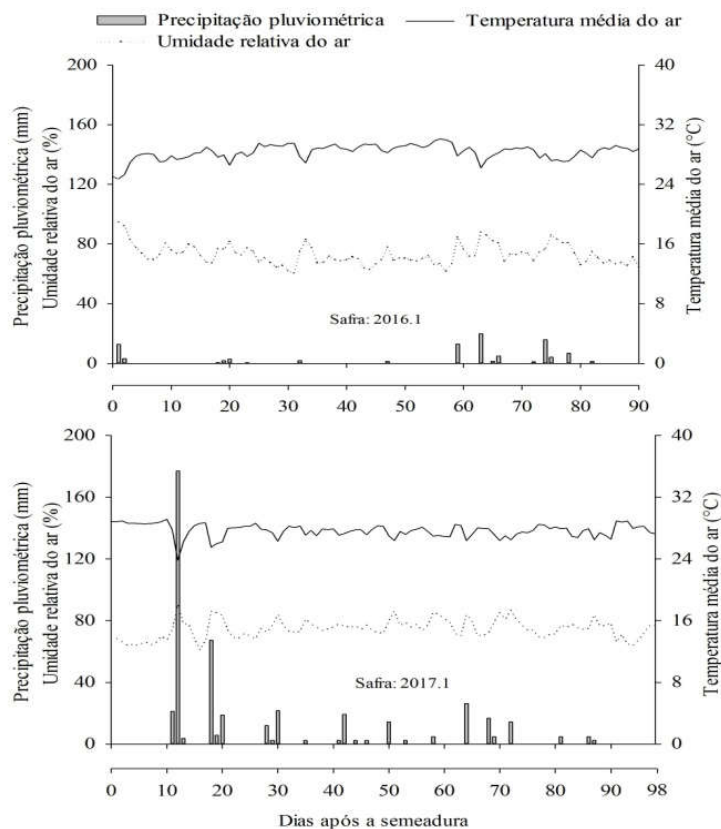
Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), nos períodos de março a junho de 2016 (1<sup>a</sup> safra agrícola) e março a junho de 2017 (2<sup>a</sup> safra agrícola), em diferentes áreas de cultivo.

A fazenda está localizada na zona rural, distante 20 km do município de Mossoró-RN (5°03'37'' de latitude Sul, 37°23'50'' de longitude Oeste e 72 m de altitude). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Thornthwaite, o clima local é DdAa, ou seja, semiárido, megatérmico e com poucas precipitações pluviométricas durante a maior parte do ano, Köppen BSw<sup>h</sup> descreve como seco e quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende os meses de junho a janeiro e outra chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,4 °C e precipitações com média de 673,9 mm (ESPÍNOLA SOBRINHO et al., 2011).

O período em que requer uma maior necessidade de água e nutrientes coincide com a fase fenológica da cultura do girassol, que se inicia a partir dos 30 até 56 dias após sua emergência, e pode variar de acordo com as condições climáticas do ano, especificamente quando ocorre maior variação na distribuição de chuvas durante seu cultivo, de maneira que seu ciclo pode ser alterado e prolongado. Em relação à necessidade de uma maior quantidade de radiação solar global e ao comprimento de luz diário para obtenção de bons resultados produtivos, deverão ocorrer com maior intensidade na fase de enchimento de aquênios, no período de 56 a 83 dias, durante as fases fenológicas R7 e R8.

Os dados meteorológicos médios dos períodos de realização dos experimentos estão ilustrados na Figura 1.



**Figura 1** – Valores médios diários de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência – VE, estágio reprodutivo – R1 e colheita – R9), correspondentes aos meses de março a junho das safras agrícolas de 2016 e 2017. Mossoró, RN, Brasil.

## 2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, utilizando parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram distribuídas as doses de potássio (0, 30, 60, 90 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), e nas subparcelas, os quatro cultivares de girassol (Aguará 6, Multissol, Altis 99 e BRS122). As subparcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras de 4,5 metros de comprimento cada, espaçadas a 0,7 m, com uma área de  $12,6 \text{ m}^2$  ( $2,8 \times 4,5 \text{ m}$ ). A área útil da parcela com  $2,73 \text{ m}^2$  foi composta por duas fileiras centrais, retirando uma planta ao final de cada extremidade. O espaçamento entre linhas de 0,7 m x 0,3 m entre plantas, totalizando aproximadamente 47.600 mil plantas por hectare.

### 2.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo constituiu-se de aração e gradagem. Em ambos os experimentos, foram coletadas amostras de solo para análise química. Estas coletas foram realizadas nas duas áreas experimentais, utilizando trado, onde foram coletadas 15 amostras, na profundidade de 0-20 cm, compondo uma amostra composta e homogênea. Em seguida, foi retirada uma amostra simples para ser analisada no laboratório de rotina de solos da UFERSA. Antes de instalar os experimentos, a coleta de solo constatou que o valor do pH do solo estava baixo, apresentando valores de 3,54 e 3,25 de cada área. Logo após o resultado de cada análise, realizou-se uma calagem nas áreas experimentais para corrigir sua acidez. A partir daí, realizaram-se novas coletas de solo após a calagem em ambas as áreas experimentais, para identificar as condições de acidez e fertilidade do solo (Tabela 1). Com 45 dias depois de realizar a calagem nas áreas experimentais durante as safras agrícolas de 2016 e 2017, foram feitas as adubações de fundação recomendadas para cultura do girassol e, em seguida, o plantio.

Tabela 1- Caracterização química do solo das áreas experimentais. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

	pH	MO*	N	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>
Safra	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	Cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup>
2016	5,9	7,52	0,42	2,21	27,1	0,40	0,57	0,0
2017	5,8	4,38	0,32	1,9	32,4	1,40	0,70	0,0

Nas duas safras agrícolas, a aplicação dos adubos foi realizada via fertirrigação, de acordo com as análises do solo, e as recomendações de adubação utilizada para cultura do girassol seguiram a metodologia utilizada por Ribeiro (1999), exceto potássio, que foi aplicado de acordo com tratamentos utilizados, que foram as doses de 0; 30; 60; 90 e 120 kg de K<sub>2</sub>O. Na adubação nitrogenada com 70 kg ha<sup>-1</sup>, utilizou-se 20% da dose no plantio e o restante foi dividido em duas adubações de cobertura, aplicando-se 40% da dose de N aos 30 dias após a emergência (DAE) e os outros 40% da dose aos 50 DAE. A fonte de N utilizada foi a ureia. Na adubação fosfatada, foi utilizado MAP com 70 kg ha<sup>-1</sup>, apenas em fundação. Para o boro, utilizou-se 1 kg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico aos 30 dias após o plantio (DAP). Sua aplicação foi realizada via foliar com auxílio de um pulverizador costal.

Para adubação potássica, utilizou-se como fonte o cloreto de potássio (KCL), parcelado em duas vezes, a primeira parte contendo 50% das doses aplicadas durante o plantio e os 50% restante aos 30 dias após a emergência (DAE). O fornecimento deste fertilizante químico deve ser distribuído de maneira adequada, para evitar que sua deficiência no solo possa ocasionar vários problemas para planta, e que não haja alteração em seu metabolismo, pois este macronutriente possui grande mobilidade através dos íons na solução do solo e também na planta (GIRACCA & NUNES, 2012). Todas as doses e adubações que foram realizadas durante as duas safras agrícolas, foram distribuídos via fertirrigação. Com as aplicações dos fertilizantes químicos distribuídos na própria água da irrigação, após a diluição em água, utilizando um tanque de derivação. Apenas a adubação bórica não foi utilizada a mesma técnica, pois foi realizada via foliar, com auxílio de um pulverizador costal.

O sistema de irrigação utilizado foi localizado 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 ( $ETc = ETo \times Kc$ ), em que os valores de Kc foram correspondentes ao desenvolvimento da cultura (mm), e de acordo com as fases fenológicas (ALLEN, 1998).

Os cultivares de girassol apresentam as seguintes características agronômicas: o Multissol possui aquênios de coloração preta e rajados com branco, ciclo de 115 a 120 dias, teor de óleo variando de 39 a 50%, testada pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). O cultivar Altis 99 tem ciclo de 110 a 125 dias, aquênios com alto teor de óleo, entre 43 a 50% e alta capacidade produtiva. O Aguará 6 possui o ciclo de 110 a 120 dias, com aquênios estriados e alto teor de óleo que varia entre 44 a 49%. Ambos foram cedidos pela empresa Atlântica Sementes<sup>®</sup>. O cultivar Embrapa BRS 122 possui porte baixo e bastante rústico, conseguindo chegar à sua fase final aos 100 dias. Os aquênios possuem coloração preta e teor de óleo variando de 40 a 44% (CASTIGLIONI et al., 1997).

O plantio da primeira safra agrícola ocorreu no dia 09 de março de 2016, e a segunda safra agrícola ocorreu em 09 de março de 2017. A semeadura foi manual, utilizando três sementes em cada cova na profundidade de 4 cm. O desbaste foi realizado deixando apenas uma planta por cova, com dez dias após o plantio.

As colheitas do girassol, durante as duas safras agrícolas entre cultivares, ocorreram após a planta atingir a fase fenológica R9. Na safra de 2016, aos 84 dias após a semeadura (DAS), foram colhidos os cultivares Multissol e BRS 122, ao passo que do

Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 90 dias. Na safra de 2017, com 90 dias após a semeadura (DAS), foram colhidos o Multissol e Embrapa 122, enquanto o Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 98 dias.

A primeira característica avaliada foi o Teor de potássio na folha diagnóstica (TKF), com a coleta da 6<sup>a</sup> folha por planta durante a fase R5, início do florescimento (SCHNEITER et al., 1981), utilizando-se 28 folhas da área útil em todas as parcelas dos experimentos (CORTEZ et al., 2014). Após a secagem em estufa, as amostras foram moídas e, em seguida, realizou-se uma digestão sulfúrica (MALAVOLTA et al., 1997). As leituras para quantificar o potássio foram realizadas no equipamento fotometria de chama. A segunda característica avaliada foi a Massa de mil aquênios (MMA) (g), determinada em gramas após a contagem de mil sementes (LOPES et al., 2009). A terceira característica avaliada foi a Produtividade de aquênios (PA) (kg ha<sup>-1</sup>), determinada por meio do peso dos aquênios nas plantas da parcela útil de cada tratamento, com a correção de umidade para 11% em amostras de 200 g de aquênios por tratamento (GRILO JÚNIOR et al., 2013). A quarta característica foi o Teor de óleo (TO) %, determinado em porcentagem no processo de extração do óleo, utilizando solvente hexano, através do equipamento extrator Soxhlet por seis horas em laboratório (YANIV *et al.*, 1998). A quinta e última característica foi a Produtividade de óleo (PO) (kg ha<sup>-1</sup>), através da fórmula ( $PO = PA \times TO/100$ ), onde: (PO = Produtividade do óleo; PA = Produtividade de aquênios e TO = Teor do óleo).

Foram realizadas análises de variância das safras agrícolas isoladamente para todas as características avaliadas, por meio do aplicativo SISVAR 5.01 (FERREIRA, 2003). Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, obtidas nas análises individuais de ambiente sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (PIMENTEL GOMES, 2009), aplicou-se a análise conjunta (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi realizado com gráficos elaborados no programa 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.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas para todas as variáveis avaliadas e, conseqüentemente, aplicou-se análise conjunta. Ocorreu interação significativa tripla entre as doses de potássio, cultivares de girassol e safras agrícolas, nas variáveis produtividade de aquênios (PA) e no teor de óleo (TO). Na produtividade de óleo (PO), ocorreram interações duplas entre as doses x cultivares, doses x safras e safras x cultivares. Quanto ao teor de potássio na folha diagnóstica (KFD), foi observada uma interação entre doses x cultivares e um efeito isolado entre safras. Para variável massa de mil aquênios (MMA), houve efeito significativo apenas para os fatores isolados (Tabela 2).

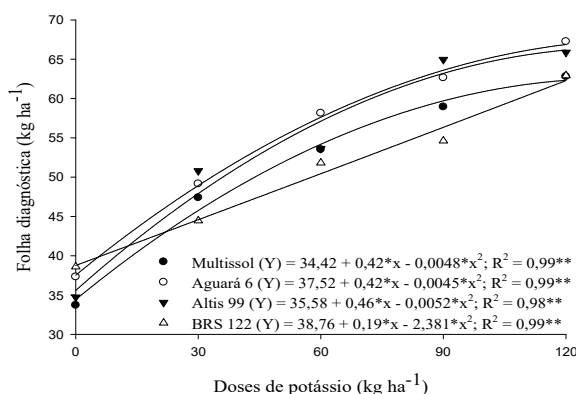
**Tabela 2** – Valores de F da análise conjunta de variância para teor de potássio na folha diagnóstica (KFD), massa de mil aquênios (MMA), produtividade de aquênios (PA), produtividade de óleo (PO) e teor de óleo (TO) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no município de Mossoró, semiárido brasileiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Causas de Variação	GL	F				
		KFD	MMA	PA	PO	TO
Blocos (Safras)	6	6,17*	1,40 <sup>ns</sup>	3,95**	3,15**	3,87**
Safras	1	13,03*	163,74*	128,97*	132,50*	203,58*
Dose	4	866,43*	596,61*	293,23*	149,20*	83,49*
Cultivar	3	11,84*	27,89*	121,32*	143,63*	112,39*
Doses x Safras	4	1,75 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	19,91*	15,59*	2,25 <sup>ns</sup>
Safras x Cultivares	3	0,81 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	19,36*	19,00*	20,25*
Doses x Cultivares	12	2,97**	1,20 <sup>ns</sup>	3,36*	4,94*	1,73 <sup>ns</sup>
Safras x Doses x Cultivares	12	0,16 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	2,13*	1,74 <sup>ns</sup>	1,98**
C.V. 1 (%)		4,09	5,34	8,89	14,04	5,68
C.V. 2 (%)		7,41	7,59	12,58	14,89	5,85
Média geral		52,67	42,42	1.133,33	507,91	43,49

ns: não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F e \*: significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Na análise foliar, observou-se efeito significativo entre doses x cultivar, onde o menor teor de potássio foi registrado na dose 0 e, a partir da utilização das doses 30 até 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, foram constatados efeitos crescentes no acúmulo desse nutriente na folha diagnóstica. Os cultivares apresentaram teores de potássio com valores próximos em função das doses, porém ocorreu variação nos valores de 37,3 g kg<sup>-1</sup>, correspondente à dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O até o teor máximo de 67,2 g kg<sup>-1</sup> com a dose 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 2). Com relação ao efeito isolado entre safras agrícolas, foi observado que na

safr 2 a média no teor de potássio da folha diagnóstica foi superior a safra 1, e também para variável massa de mil aquênios (Tabela 3).



**Figura 2-** Teor de potássio na folha diagnóstica para cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

O teor de potássio presente na folha diagnóstica do girassol foi considerado de suficiente a médio, atendendo à demanda nutricional da cultura, que deve variar entre 31 a 45 mg kg<sup>-1</sup> no início do seu florescimento (CASTRO et al., 2005).

Várias pesquisas comprovaram que as maiores produtividades de girassol foram obtidas com teor de potássio superior a 24,0 mg kg<sup>-1</sup> encontrado nas folhas maduras e fisiologicamente ativas (BLAMEY et al., 1997). Entretanto, Aquino et al. (2013), pesquisando sobre os aspectos nutricionais, agrônômicos e produtivos de dez cultivares de girassol irrigado em Minas Gerais, constataram que a média geral para o teor de potássio na folha coletada na fase de florescimento pleno foi de 35,91 mg kg<sup>-1</sup> em K<sub>2</sub>O.

De acordo com Uchoa (2011), pesquisando sobre doses de potássio em girassol, outros fatores também poderão influenciar no aumento dos resultados produtivos, como o nível de fertilidade do solo, juntamente com a quantidade de potássio disponibilizado pela adubação.

A partir da variação no teor de potássio na folha diagnóstica entre cultivares em função das doses utilizadas, ficou comprovada também influência dos fatores ambientais nestes resultados, devido às variações climáticas apresentadas durante as duas épocas de cultivo. Na safra 1 em 2016, a maior média em precipitação pluviométrica registrada nesse período foi de 73,0 mm, e na safra 2 em 2017, ocorreram chuvas acima do normal para região, onde as maiores médias registradas entre os meses de março a junho registraram a média de 188,4 mm. Durante as duas safras agrícolas



nesse período do ano, a radiação solar global apresentou faixas bastante próximas nos valores médios de  $21,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  em 2016, e  $20,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  em 2017.

Diante dessas informações, ficou comprovada influência direta das condições climáticas na safra 2 em relação à safra 1, por meio do maior fornecimento de água durante o mesmo período de uma safra para outra, favorecendo a reação do calcário utilizado na calagem, disponibilizou maior quantidade de nutrientes distribuídos, como cálcio, magnésio, assim como uma maior interação com o potássio na solução solo para as plantas. Outro fator importante para o girassol, como a incidência de radiação solar global exigida pela cultura, que durante a fase de enchimento de aquênios foi suficiente para favorecer o aumento nos resultados produzidos, ocasionando uma variação nas médias observadas entre cultivares x doses, nas safras agrícolas.

**Tabela 3-** Valores médios para teor de potássio na folha diagnóstica (KFD) e massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

<b>Safras agrícolas</b>	<b>KFD (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>MMA (g)</b>
2016	52,05b	43,13b
2017	53,28a	44,71a

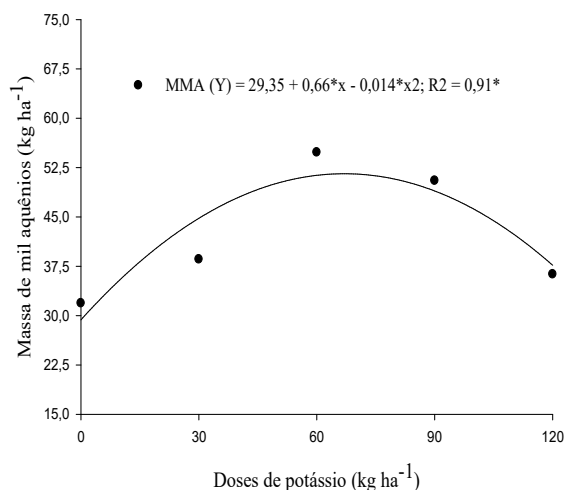
\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ocorreu efeito significativo isolado entre os cultivares para MMA com relação às diferentes médias apresentadas (Tabela 4). O cultivar Aguará 6 registrou sua maior média no valor de 44,77 g, ao passo que o Multissol obteve o menor resultado no valor de 38,71 g. As doses de potássio também apresentaram efeitos isolados (Figura 3).

**Tabela 4-** Massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

<b>Cultivares de girassol</b>	<b>MMA (g)</b>
Multissol	38,71c
Altis 99	43,96ab
Aguará 6	44,77a
BRS 122	42,25b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 3-** Massa de mil aquênios (MMA) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Observou-se aumento na massa de mil aquênios até a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, em seguida houve um decréscimo nos resultados, com o aumento nas doses aplicadas. Da dose zero até atingir o valor máximo com a aplicação da dose de 60 kg de K<sub>2</sub>O, houve aumento crescente de valores, pois na dose zero de potássio o valor obtido foi de 31,9 g, ao passo que a dose de 60 kg de K<sub>2</sub>O proporcionou o incremento máximo no valor de 54,8 g. Nas doses de 90 e 120 kg de K<sub>2</sub>O, houve decréscimo nos resultados, onde os valores obtidos foram de 50,5 g e 36,3 g, respectivamente.

A partir dessas informações, observou-se a ocorrência de efeitos fitotóxicos com a utilização das maiores doses de potássio nesta variável, constituída por meio das respostas devido ao excesso deste nutriente, que logo após atingir o nível ótimo na MMA, gerando efeitos variados, desde o seu suprimento de luxo, toxidez leve, até mesmo atingir o nível mais severo em toxidez. As plantas requerem doses ajustadas para auxiliar no balanço nutricional, pois a utilização de doses excessivas de adubos químicos, além de ocasionar uma maior ineficiência no uso dos nutrientes, poderá gerar ainda impactos ambientais negativos (REETZ, 2017).

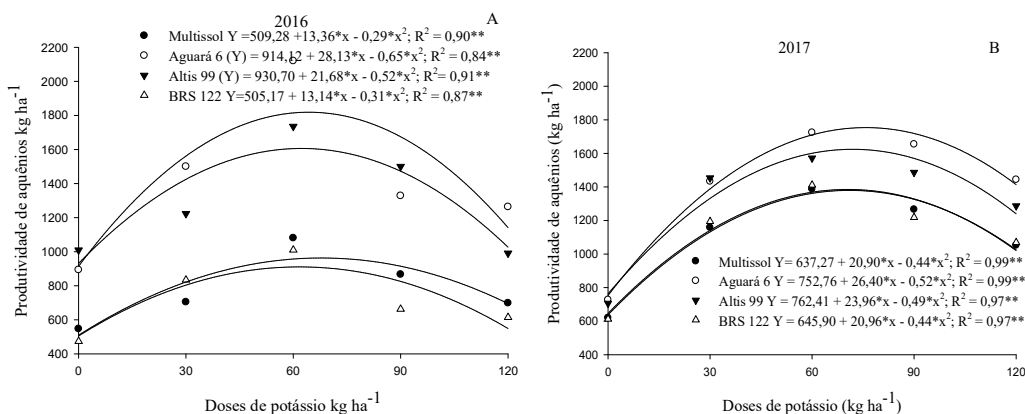
Dentre os fatores que colaboram com a melhor resposta produtiva entre cultivares de girassol, além da sua adaptação em diferentes condições ambientais, encontram-se os fatores genéticos, pois algumas espécies respondem de maneira variada e também em função da adubação mineral. Para obtenção dos melhores resultados em campo, que estão relacionados com as características morfoagronômicas da planta, e devido à divergência genética entre materiais da mesma espécie, existe a opção de

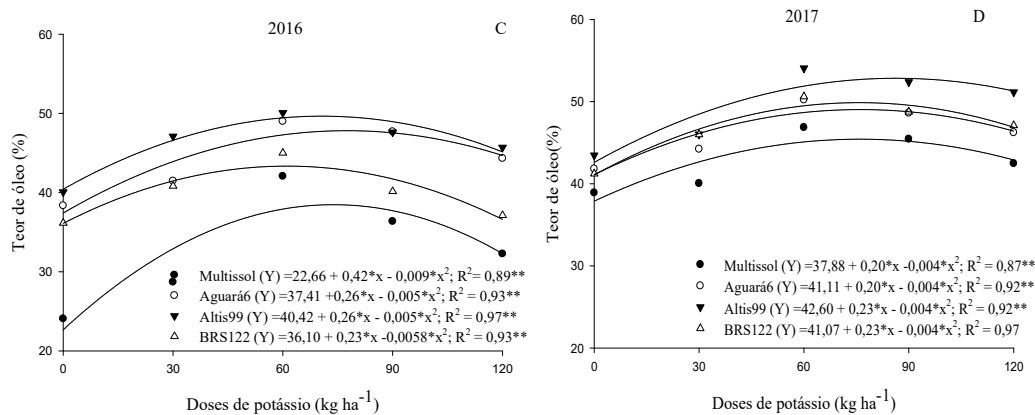
escolha por genótipos que melhor se adaptam as condições edafoclimáticas locais (CARVALHO et al., 2008).

O maior acúmulo na massa de aquênios foi obtido na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, a partir da utilização das doses maiores, observou-se decréscimo para essa característica. Esse efeito das doses na variável MMA entre cultivares pôde ser descrito graficamente em um modelo quadrático. De acordo com Viana et al. (2008), as respostas descritas por esse modelo, evidenciaram que estes resultados decorreram de alguma insuficiência nutricional, ocorrida em virtude da ausência, durante as etapas de desenvolvimento da planta, ou mesmo, por algum nutriente não disponibilizado nesse período.

A utilização de doses mais elevadas de potássio ocasionou uma redução na massa de mil aquênios, demonstrando que este nutriente em grande quantidade provoca efeito negativo no desempenho produtivo do girassol. Algumas pesquisas comprovaram que as altas concentrações de adubos potássicos, causam efeitos antagônicos entre nutrientes, e a atuação do potássio em excesso, inibe a absorção de outros cátions como cálcio e magnésio. Em situação de deficiência nutricional na planta, trarão efeitos reduzidos para sua produtividade (FORTALEZA et al., 2005).

As doses de potássio ocasionaram efeitos semelhantes não apenas na variável MMA, assim como interferiram diretamente em outras características avaliadas, que foram representadas graficamente, como na produtividade de aquênios (Figuras 4A e 4B), e no teor de óleo (Figuras 4C e 4D), pois logo após atingir seu ponto máximo de absorção deste nutriente, os cultivares de girassol não conseguiram assimilar de maneira adequada, de modo que, o fornecimento excessivo desse adubo afetou nos resultados observados, ocasionando resposta decrescente durante as duas safras agrícolas.





**Figura 4-** Produtividade de aquênios (A, B) e teor de óleo (C, D) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Observando o efeito significativo das doses de potássio utilizadas, entre os cultivares de girassol na safra 1, verificou-se que as doses de máxima eficiência técnica foram de 77,7 e 80,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, proporcionando as maiores produtividades de aquênios nos valores de 2120,39 kg ha<sup>-1</sup> e 1735,58 kg ha<sup>-1</sup>, ao passo que os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram as melhores produtividades de aquênios nas doses de 73,7 e 79,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, nos valores máximos de 1010,01 kg ha<sup>-1</sup> e 1080,76 kg ha<sup>-1</sup>. Na safra 2, as maiores médias alcançadas para produtividade de aquênios nas doses de 65,9 e 69,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foram obtidas novamente entre os cultivares Aguará 6, produzindo 1723,98 kg ha<sup>-1</sup>, e o Altis 99 com 1571,89 kg ha<sup>-1</sup>. Em seguida, os cultivares Multissol e BRS122, com as doses de 70,4 e 69,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, produziram 1387,27 kg ha<sup>-1</sup> e 1411,28 kg ha<sup>-1</sup>.

O resultado da produtividade de aquênios obtido pelo cultivar Aguará 6 foi o melhor durante as duas safras agrícolas, onde suas respostas produtivas mostraram valores elevados. Quando comparamos o maior resultado obtido na safra 1 a um trabalho realizado no estado do Mato Grosso utilizando o mesmo cultivar, verificou-se que a maior média na produtividade de aquênios obteve o valor de 1835,8 kg ha<sup>-1</sup> (DALCHIAVON et al., 2014). Outro estudo utilizando diferentes doses de potássio em girassol no estado de Roraima, o melhor resultado obtido na produtividade de aquênios foi de 2.083,3 kg ha<sup>-1</sup> com a dose de 83,8 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (UCHÔA et al., 2011).

Durante a safra 2, o cultivar BRS 122 obteve sua melhor produtividade de aquênios no valor de 1411,28 kg ha<sup>-1</sup>, superior à maior média obtida por Poletine et al. (2013) em sua pesquisa realizada na região noroeste do Paraná, onde o cultivar BRS

122 alcançou sua máxima produtividade no valor de 612,5 kg ha<sup>-1</sup>.

Com relação ao teor de óleo nos aquênios (TO) na safra 1, verificou-se que os cultivares Altis 99 e Aguará 6 apresentaram as maiores porcentagens de óleo nos valores de 50,07% e 49,00%, respectivamente, configurando as maiores médias, ao passo que os cultivares BRS122 e Multissol alcançaram médias menores, nos valores de 45,00% e 42,07%. Durante a safra 2, as maiores porcentagens de óleo foram alcançadas entre os cultivares Altis 99, BRS122 e Aguará 6, com suas porcentagens de óleo nos valores de 54,07%, 50,61% e 50,23%, ao passo que o cultivar Multissol obteve a menor média no valor de 46,86%.

A variação observada nos resultados tanto na PA quanto no TO pode estar relacionada a fatores genéticos influenciados pelas condições climáticas locais em função da época de cultivo. Neste caso, estes fatores foram decisivos para que houvesse uma resposta variada entre os cultivares durante as duas safras agrícolas. Além das precipitações pluviométricas durante esse período, as temperaturas também influenciaram, onde a variação média foi de 28,5°C em 2016, e 27,7°C em 2017. Neste período, durante as duas safras, as temperaturas estiveram dentro das faixas adequadas para a cultura obter bons resultados produtivos durante o seu ciclo (CASTRO; SILVA, 2005).

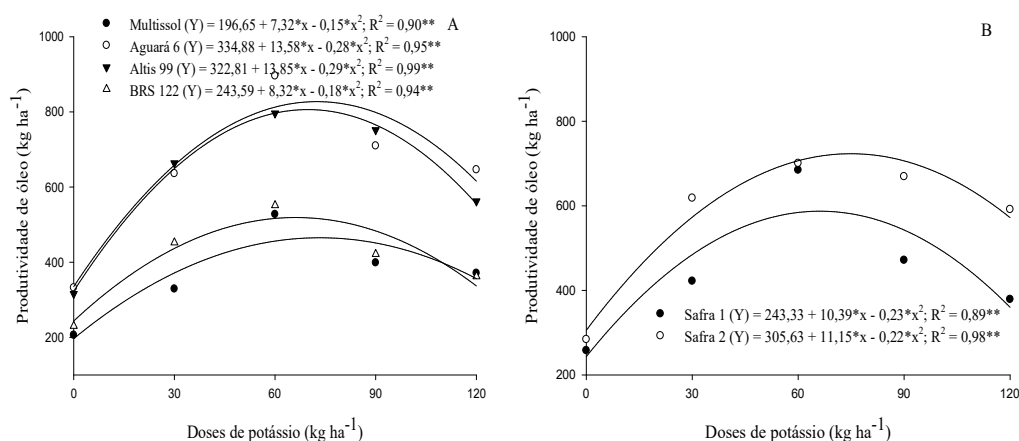
Durante a condução dos dois experimentos, utilizou-se o sistema de irrigação, porém as necessidades hídricas da cultura foram supridas por meio das precipitações pluviométricas no cultivo do girassol durante as duas safras agrícolas. A quantidade de chuva distribuída nesse período foi decisiva para estes resultados, que também corroboram com as informações observadas no teor de potássio da folha diagnóstica, pois, além de influenciar nessa variável, outro efeito semelhante foi constatado nas médias obtidas entre cultivares para o TO, onde o teor de óleo foi superior na safra 2 em relação a safra 1. A maior concentração de chuva no ano de 2017 proporcionou condições favoráveis para que os cultivares obtivessem o maior acúmulo de óleo nos aquênios em comparação com as médias obtidas em 2016.

Os resultados no teor de óleo obtido por estes cultivares de girassol foram bastante satisfatórios, considerando que as melhores médias foram obtidas em valores dentro da média nacional, em comparação com outros estados brasileiros. Grunvald et al. (2009), avaliando girassol em várias regiões do Brasil, constataram que o cultivar Embrapa 122 V2000 apresentou teor de óleo nos aquênios com bastante variação de valores, no estado do São Paulo foi de 36,1% e em Roraima o resultado no teor de óleo

chegou a 48,1%.

O teor de óleo nos aquênios pode ser determinado por uma série de fatores como: o cultivar utilizado, o ambiente escolhido, assim como a influência das condições edafoclimáticas locais, associados a tecnologias que podem ser utilizadas no manejo para sua produção. Alguns autores afirmam que o teor de óleo presente em aquênios utilizando cultivar geneticamente melhorado pode compor faixas que podem variar de 26% até 72% (REGITANO NETO et al., 2011).

As doses de potássio influenciaram durante todo o processo produtivo, interferindo diretamente em todas as respostas agrônômicas entre os cultivares de girassol, inclusive na produtividade de óleo, onde foi possível constatar que ocorreram interações duplas entre as variáveis doses x cultivares (Figura 5A), entre doses x safras agrícolas (Figura 5B) e entre as safras x cultivares (Tabela 5).



**Figura 5-** Produtividade de óleo (A) em função do desdobramento das interações doses x cultivares de girassol, e Produtividade de óleo (B) em função das doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Na variável produtividade de óleo (PO), observou-se diferença significativa no resultado das cultivares entre as safras agrícolas, devido ao efeito das doses de potássio associado às condições climáticas durante o período de cultivo, favoreceram esta variação por meio das diferentes respostas obtidas. Os maiores valores foram obtidos pelos cultivares Aguará 6 e Altis 99, com as médias de 1040,04 e 893,82 kg ha<sup>-1</sup> de óleo, registradas na safra 1, ao passo que os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram os valores máximos de 631,75 kg ha<sup>-1</sup> e 679,77 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Na safra 2, as maiores médias alcançadas para esta variável foram obtidas novamente entre os cultivares Aguará 6, produzindo 866,44 kg ha<sup>-1</sup>, e o Altis 99, com 849,23 kg ha<sup>-1</sup>, e as

menores médias foram registradas entre os cultivares BRS122 e Multissol, com os valores de 714,06 e 648,41 kg ha<sup>-1</sup> de óleo.

**Tabela 5-** Valores médios para produtividade de óleo (PO) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação cultivares x safras agrícolas. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Safras agrícolas	Cultivares			
	Multissol	BRS 122	Aguará 6	Altis 99
	PO (kg ha <sup>-1</sup> )			
2016	259,75Cb	291,07Cb	633,62Aa	587,57Ba
2017	472,96Bb	515,64Bb	654,41Aa	648,23Aa

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

Grunvald et al. (2009), pesquisando sobre produtividade de óleo de girassol e sua adaptação em várias regiões brasileiras, verificaram que os cultivares resultaram em médias variadas, com valores máximos de 437,6 kg ha<sup>-1</sup> no RS, e no DF atingiram a produtividade de 1282,0 kg ha<sup>-1</sup> de óleo. Outra pesquisa realizada no Brasil Central, em diferentes épocas de cultivo, constatou que a PO obtida pelo cultivar BRS 122 produziu uma média variada entre 598,31 kg ha<sup>-1</sup> a 893,33 kg ha<sup>-1</sup> (PORTO et al., 2008).

A diferença entre os resultados obtidos para característica produtividade de óleo nas duas safras agrícolas entre os cultivares de girassol utilizados, além das diferentes doses de potássio utilizadas, foi influenciada por questão de adaptação desses materiais, associados às condições climáticas locais, para as quais, por meio da sua exposição ao mesmo ambiente, foram observadas diferentes respostas. Alguns autores comprovaram que para o plantio do girassol na época de semeadura mais tardia houve redução no teor de óleo nos aquênios, por influência da menor quantidade de radiação solar em função do menor comprimento de luz diária (DOSIO et al., 2000; IZQUIERDO et al., 2008).

A utilização de cultivares de girassol, com o uso de diferentes doses de potássio, pode fornecer informações importantes sobre o desempenho produtivo desta cultura na região semiárida do nordeste a partir dos resultados obtidos neste trabalho. Desta maneira, integra-se com a ideia que alguns autores associam sobre a existência de outros fatores, como os componentes de produção, que podem influenciar diretamente sua produtividade (PIVETTA et al., 2012).

## **CONCLUSÃO**

As doses de potássio influenciaram diretamente nas variáveis agronômicas, entre os cultivares de girassol nas duas safras agrícolas.

Na safra 2, os resultados produtivos foram superiores a safra agrícola 1, e os cultivares Aguará 6 e Altis 99 obtiveram as maiores produtividades de aquênios e de óleo nas duas safras agrícolas.



## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998.
- BLAMEY, F. P. C.; ZOLLINGER, R. K.; SCNEITER, A. A. Sunflower production and culture. In: SCNEITER, A. A. (org.). **Sunflower science and technology**. Madison, Wisconsin: The Amer. Soco of Agronomy, 1997. p. 595-670.
- BRAGA, D. F.; OLIVEIRA, F. H. T; SANTOS, H. C.; ARAÚJO, A. P.; ZONTA, E. Nitrogen and phosphorus fertilization of sunflower crop in alkaline Cambisol. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 22, n. 2, p. 101-106, fev. 2018. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662018000200101](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662018000200101)>. Acesso em: 16 fev. 2018.
- CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 24p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 59).
- CASTRO, C.; OLIVEIRA F. A.; VERONESI, C. O.; SALINET, L. H. **Acúmulo de matéria seca, exportação e ciclagem de nutrientes pelo girassol**. In XVI REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 16. 2005, Londrina. Anais Londrina: EMBRAPA, CNPSO, 2005. p. 29-31.
- CASTRO, C.; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C. et al. (org.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-218.
- CASTRO, César de et al. Sistema produtivo de girassol para a produção de biodiesel. In: CASTRO, Antônio Maria Gomes de; LIMA, Suzana Maria Valle; SILVA, João Flávio Veloso (org.). **Complexo Agroindustrial de biodiesel no Brasil: Competitividade das cadeias produtivas de matérias-primas**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2010. p. 376-420.
- CARVALHO, C. G. P. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2006/2007 e 2007**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 108 p. (Embrapa Soja. Documentos, 295).

CORTEZ, J. W. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, F. H. T. Crecimiento, acumulación de macronutrientes y producción de melón cantaloupe y amarillo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 72-82, jul.-set., 2014.

DOSIO, G. A. A. et al. Solar radiation intercepted during seed filling and oil production in two sunflower hybrids. **Crop Science Society of América**, Madison, v. 40, n. 6, p. 1637-1644, 2000. Disponível em: <<https://www.soils.org/publications/cs/articles/40/6/1637>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013. 353 p.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, C. V.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. N. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010**. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES, 2011.

FERREIRA, D. F. **Aplicativo estabilidade**. Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 20 out. 2017.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software: versão 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FORTALEZA, J. M. *et al.* Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 27, n. 01, p. 124-127, abr. 2005.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. **Nutrientes**. 2012. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Nutrientes.aspx>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

GRILO JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do *gergelim brs seda* na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **HOLOS**, Natal, Ano 29, v. 12, p. 19-33, 2013.

GRUNVALD, G. A. K.; CARVALHO, C. G. P.; OLIVEIRA, A. C. B.; ANDRADE, C. A. B. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1195-1204, 2009.

IZQUIERDO, N. G. et al. Weight per grain, oil concentration, and solar radiation intercepted during grain filling in black hull and striped hull sunflower hybrids. **Crop Science Society of America**, Madison, v. 48, n. 2, p. 688-699, 2008. Disponível em: <<http://crop.scijournals.org/cgi/content/full/48/2/688>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional da plantas**: Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: Esalq, 2009.

PIVETTA, L. G.; GUIMARÃES, V. F.; FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G. Avaliação de híbridos de girassol e relação entre parâmetros produtivos e qualitativos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 561-568, jul-set, 2012.

POLETINE, J. P.; MENDES, M. A.; SAPIA, J. G.; MACIEL, C. D. G. Avaliações morfoagronômicas e teor óleo em genótipos de Girassol nas condições do Arenito Caiuá. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 2, n. 2, p. 105-117, 2013.

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*, Piracicaba, v. 65, n. 2, p. 139-144, 2008.

REGITANO NETO, Amadeu et al. Produção e Perfil de Ácidos Graxos no Óleo de Girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DO GIRASSOL, 19.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 7., 2011, Aracaju. **Anais...** Aracaju (SE), 2011. p. 359-362.

REETZ JUNIOR, H. F. **Fertilizantes e seu Uso Eficiente**. Tradução de Alfredo Scheid Lopes. Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, São Paulo, Brasil, Setembro 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (org.). CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999.

SANTOS, G. L.; DANTAS, K. A.; BEZERRA, L. L.; ARRIEL, N. H. C.; LUCENA, A. M. A. L.; MAIA, J. M. Cultivo de girassol para a apicultura, forragem e produção de óleo. **Comunicado Técnico: EDUEPB - EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**, Campina Grande-PB, 2014.

SOARES, L. U.; NETO, J. V. E.; SILVA, G. G. C.; OLIVEIRA, E. M. M.; BEZERRA, M. G. S.; SANTOS, T. J. A.; DIFANTE, G. S. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo, **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa, v. 6, n. 2, p. 19-25, Junho, 2016.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

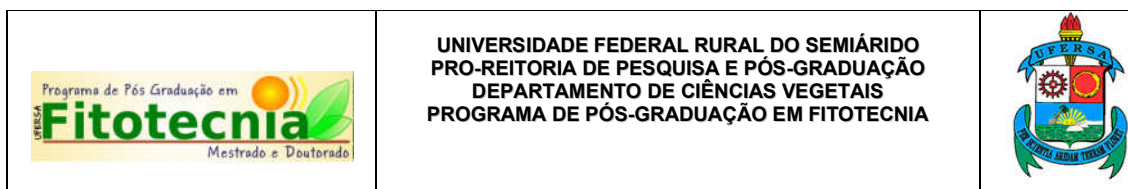
SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, n. 21, p. 901-903, 1981.

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. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1182/532>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

VIANA, T. V. A. et al. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 01, p. 34-38, 2008.

YANIV, Z. et al. Oil and fatty acid changes in Sinapis and Crambe seeds during germination and early development. **Industrial Crops And Products**, v. 9, n. 1, p. 1-8, 1998.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 425-433, mar.-abr. 2010.



## CAPÍTULO II

Análise econômica para o cultivo de girassol fertirrigado com doses de potássio no semiárido nordestino

**Discente:**

Allysson Pereira dos Santos

**Orientador:**

Aurélio Paes Barros Júnior  
Lindomar Maria da Silveira

Mossoró (RN)  
Dezembro de 2018

## CAPÍTULO II

Análise econômica para o cultivo de girassol fertirrigado com doses de potássio no semiárido nordestino

### RESUMO

O girassol produzido no Brasil poderá ser utilizado como cultura de entressafra, devido ao favorecimento de seu cultivo graças à facilidade no processamento de seus grãos. Esta cultura gera impactos positivos no sistema agroindustrial, e para que sua produção ganhe resultados satisfatórios, incluem-se estrategicamente entre os principais fatores de produção os custos com fertilizantes, que, associados ao rendimento produzido pela cultura, contribuirão para aumentar a margem bruta por meio do seu desempenho econômico. Deste modo, com o objetivo de avaliar as variáveis econômicas no cultivo de girassol fertirrigado com doses de potássio no semiárido nordestino. Foram conduzidos dois experimentos durante as safras agrícolas em 2016 e 2017 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliadas cinco doses de potássio: 0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, e nas subparcelas quatro cultivares de girassol: Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. Foram contabilizados os custos de produção de um hectare de girassol e depois analisadas as variáveis econômicas de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e o índice de lucratividade (IL) nas duas safras agrícolas. As doses de potássio influenciaram na variação dos resultados econômicos entre as duas safras agrícolas. As doses de maior rentabilidade econômica foram de 77,7; 80,2; 73,7 e 79,9 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 1, e de 65,9; 69,5; 70,4 e 69,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra 2, para os cultivares Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122. Os cultivares Aguará 6 e Altis 99 obtiveram a maior renda líquida, no valor de R\$ 3.416,10 e R\$ 1.962,07 na safra de 2016 e de R\$ 2.225,07 e R\$ 1.850,05 na safra de 2017.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Variáveis econômicas. Adubação potássica.

**ECONOMIC ANALYSIS FOR SUNFLOWER CULTIVATION FERTIGATED  
WITH DOSES OF POTASSIUM IN THE NORTHEASTERN SEMIARID  
REGION**

**ABSTRACT**

The sunflower produced in Brazil can be used as an off-season crop, due to the ease in processing of its grains, favouring its cultivation. This culture generates positive impacts on the agroindustrial system, and for its production to achieve satisfactory results, among the main factors of production, are strategically included the costs of fertilizers, that, in association with the yield produced by the crop, will contribute to increase the gross margin through the performance. In this way, with the objective of evaluating the economic variables in the cultivation of sunflower fertigated with doses of potassium in the northeastern semiarid region. Two experiments were conducted during the agricultural crops in 2016 and 2017 at Experimental Farm Rafael Fernandes, Mossoró, RN. The experimental design was in randomized blocks, in subdivided plots, with four replications. In the plots, five doses of potassium were evaluated: 0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, and in the subplots four sunflower cultivars: Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The costs of production of one hectare of sunflower were accounted and then we analyzed the economic variables of gross income (RB), net income (RL), rate of return (TR) and profitability index (IL) in the two agricultural crops. The potassium doses influenced the variation of the economic results between the two agricultural crops. The highest economic yields were 77.7; 80.2; 73.7 and 79.9 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 1, and 65.9; 69.5; 70.4 and 69.1 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O in crop 2 for the cultivars Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122. The cultivars Aguará 6 and Altis 99 obtained the highest net income, in the amount of R\$ 3,416.10 and R\$ 1,962.07 in the 2016 harvest, and R\$ 2,225.07 and R\$ 1,850.05 in the 2017 harvest.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L. Economic variables. Potassium fertilization.



## INTRODUÇÃO

A produção do girassol no Brasil, sob o ponto de vista logístico, pode ser utilizada de maneira vantajosa como cultura de entressafra, na medida em que, torna-se fácil o seu manejo no processamento dos grãos produzidos, o que favorece a sua condução em todas as etapas do seu sistema produtivo, podendo ser comercializado de maneira local ou regional, sem competir com outros mercados.

Sua escala produtiva ocorre de maneira bem elaborada em comparação com as outras culturas oleaginosas, onde a quantidade de óleo por hectare produzido pode alcançar elevadas produtividades, gerando impactos positivos dentro do sistema agroindustrial brasileiro, onde diversas cadeias produtivas trarão grandes resultados através do seu investimento, com a ampliação de ganhos expressivos em aspectos de ordem social, econômico e ambiental (PERSON, 2012).

Para produzir girassol visando alcançar elevadas produtividades, que tragam bons lucros para o produtor, existe a necessidade de estudos principalmente sobre nutrição mineral para esta cultura, como adubação potássica a partir da sua recomendação, além disso, pode variar conforme a fertilidade do solo.

Um trabalho realizado em Roraima, testando adubação potássica, comprovou que as doses de máxima eficiência econômica na produtividade de girassol foram obtidas nos valores entre 74,5 e 80,1 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O aplicado em cobertura no solo (UCHÔA et al., 2011).

O conhecimento sobre os gastos com insumos em produções agrícolas tornam-se fatores essenciais para que o produtor rural possa acompanhar economicamente todos os custos para produzir girassol. De acordo com o valor de mercado, em relação aos valores médios de preços, pois desta maneira o produtor conseguirá adequar da melhor forma possível seus produtos, mantendo sua produção sempre visando aumentar seus lucros (RICHETTI et al., 2014).

A análise econômica obtida a partir dos resultados produzidos torna-se um fator de grande relevância para verificar se houve eficiência lucrativa para o produtor rural. Um trabalho realizado com a cultura do girassol, utilizando mão-de-obra com agricultura familiar, constatou-se que os gastos com fertilizantes, foram os insumos que mais oneraram sua produção (RIBEIRO, 2013).

A cultura do girassol exige o uso de mão de obra para realização de capinas durante o seu cultivo, principalmente na fase inicial de seu crescimento até completar 30

dias, período mais crítico, devido à competição com plantas invasoras para evitar grandes perdas (ALVES et al., 2013). A redução de gastos é possibilitada pelo uso da mão de obra familiar, para algumas atividades de campo, assim como o manejo adequado nos tratos culturais durante todas as fases fenológicas, favorecendo em retorno econômico para o produtor rural.

Entretanto, para que esta cultura possa ser ampliada positivamente em nossa região, são necessários ajustes estratégicos e planejados, para que sua expansão alcance índices economicamente elevados. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi analisar as variáveis econômicas para cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio no semiárido nordestino.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

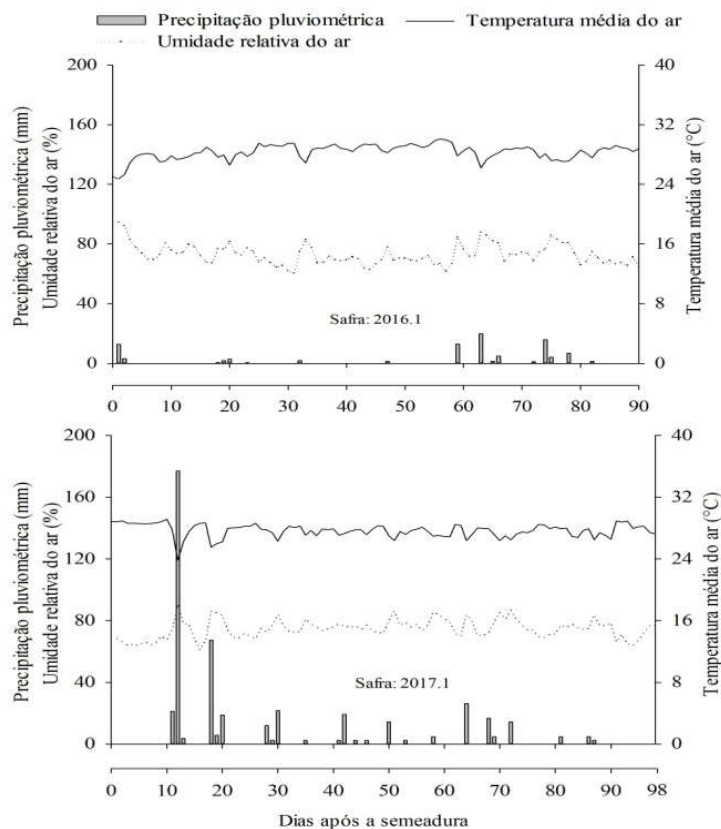
Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), nos períodos de março a junho de 2016 (1<sup>a</sup> safra agrícola) e março a junho de 2017 (2<sup>a</sup> safra agrícola), em diferentes áreas de cultivo.

A fazenda está localizada na zona rural, distante 20 km do município de Mossoró-RN (5°03'37'' de latitude Sul, 37°23'50'' de longitude Oeste e 72 m de altitude). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Thornthwaite, o clima local é DdAa, ou seja, semiárido, megatérmico e com poucas precipitações pluviométricas durante a maior parte do ano, Köppen BSw<sup>h</sup> descreve como seco e quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende os meses de junho a janeiro e outra chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,4 °C e precipitações com média de 673,9 mm (ESPÍNOLA SOBRINHO et al., 2011).

O período em que há maior necessidade de água e nutrientes coincide com a fase fenológica da cultura do girassol, que se inicia por volta dos 30 até 56 dias após sua emergência, e pode variar de acordo com as condições climáticas do ano, especificamente quando ocorre maior variação na distribuição de chuvas durante seu cultivo, com isso seu ciclo pode ser alterado e prolongado. A maior quantidade de radiação solar global e o comprimento de luz diário para obtenção de bons resultados produtivos deverão ocorrer com maior intensidade na fase de enchimento de aquênios, no período de 56 a 83 dias durante as fases fenológicas R7 e R8.

Os dados meteorológicos médios dos períodos de realização dos experimentos estão ilustrados na Figura 1.



**Figura 1** – Valores médios diários de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência – VE, estágio reprodutivo – R1 e colheita R9), correspondentes aos meses de março a junho das safras agrícolas de 2016 e 2017. Mossoró, RN, Brasil.

## 2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, utilizando parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas, foram distribuídas as doses de potássio (0, 30, 60, 90 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ), e nas subparcelas, os quatro cultivares de girassol (Aguará 6, Multissol, Altis 99 e BRS122). As subparcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras de 4,5 metros de comprimento cada, espaçadas a 0,7 m, com uma área de  $12,6 \text{ m}^2$  ( $2,8 \times 4,5 \text{ m}$ ). A área útil da parcela com  $2,73 \text{ m}^2$  foi composta por duas fileiras centrais, retirando uma planta ao final de cada extremidade. O espaçamento entre linhas foi de  $0,7 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}$  entre plantas, totalizando aproximadamente 47.600 mil plantas por hectare.

### 2.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo constituiu-se de aração e gradagem. Em ambos os experimentos, foram coletadas amostras de solo para análise química. Estas coletas foram realizadas nas duas áreas experimentais, utilizando trado, onde foram coletadas 15 amostras, na profundidade de 0-20 cm, compondo uma amostra composta e homogênea. Em seguida, foi retirada uma amostra simples para ser analisada no laboratório de rotina de solos da UFERSA. Antes de instalar os experimentos, a coleta de solo constatou que o valor do pH do solo estava baixo, apresentando valores de 3,54 e 3,25 de cada área. Logo após o resultado de cada análise, realizou-se uma calagem nas áreas experimentais para corrigir sua acidez. A partir daí, realizaram-se novas coletas de solo após a calagem em ambas as áreas experimentais, para identificar as condições de acidez e fertilidade do solo (Tabela 1). Com 45 dias depois de realizar a calagem nas áreas experimentais durante as safras agrícolas de 2016 e 2017, foram feitas as adubações de fundação recomendadas para a cultura do girassol, e em seguida o plantio.

Tabela 1- Caracterização química do solo das áreas experimentais. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

	pH	MO*	N	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>
Safra	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	Cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup>
2016	5,9	7,52	0,42	2,21	27,1	0,40	0,57	0,0
2017	5,8	4,38	0,32	1,9	32,4	1,40	0,70	0,0

Nas duas safras agrícolas, a aplicação dos adubos foi realizada via fertirrigação de acordo com as análises do solo, e as recomendações de adubação utilizadas para a cultura do girassol seguiram a metodologia utilizada por Ribeiro (1999), exceto potássio, aplicado de acordo com tratamentos utilizados, que foram as doses de 0; 30; 60; 90 e 120 kg de K<sub>2</sub>O. Na adubação nitrogenada com 70 kg ha<sup>-1</sup>, utilizou-se 20% da dose no plantio e o restante foi dividido em duas adubações de cobertura, aplicando-se 40% da dose de N aos 30 dias após a emergência (DAE) e os outros 40% da dose aos 50 DAE. A fonte de N utilizada foi a ureia. Para adubação fosfatada, utilizou-se MAP com 70 kg ha<sup>-1</sup>, aplicado apenas em fundação. Para o boro, foi utilizado 1 kg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico aos 30 dias após o plantio (DAP). Sua aplicação foi realizada via foliar com auxílio de um pulverizador costal.

Para adubação potássica, utilizou-se como fonte o cloreto de potássio (KCL),

parcelado em duas vezes, com a primeira parte contendo 50% das doses, aplicadas durante o plantio, e os 50% restante aos 30 dias após a emergência (DAE). O fornecimento deste fertilizante químico deve ser distribuído de maneira adequada, para evitar que sua deficiência no solo possa ocasionar vários problemas para planta e que não haja alteração em seu metabolismo, pois este macronutriente possui grande mobilidade graças aos íons na solução do solo e também na planta (GIRACCA; NUNES, 2012).

Todas as doses e adubações que foram realizadas durante as duas safras agrícolas, foram distribuídos via fertirrigação. Com as aplicações dos fertilizantes químicos distribuídos na própria água da irrigação, após a diluição em água, utilizando um tanque de derivação. Apenas a adubação bórica não foi utilizada a mesma técnica, pois foi realizada via foliar, com auxílio de um pulverizador costal.

O sistema de irrigação utilizado foi localizado 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 ( $ETc = ETo \times Kc$ ), em que os valores de Kc foram correspondentes ao desenvolvimento da cultura (mm), e de acordo com as fases fenológicas (ALLEN, 1998).

Os cultivares de girassol apresentam as seguintes características agronômicas: o Multissol possui aquênios de coloração preta e rajados com branco, ciclo de 115 a 120 dias, teor de óleo variando de 39 a 50%, testada pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). O cultivar Altis 99 tem ciclo de 110 a 125 dias, aquênios com alto teor de óleo, entre 43 a 50% e alta capacidade produtiva. O Aguará 6 possui o ciclo de 110 a 120 dias, com aquênios estriados e alto teor de óleo que varia entre 44 a 49%. Ambos foram cedidos pela empresa Atlântica Sementes<sup>®</sup>. O cultivar Embrapa BRS 122 possui porte baixo e bastante rústico, conseguindo chegar à sua fase final aos 100 dias. Os aquênios possuem coloração preta e teor de óleo variando de 40 a 44% (CASTIGLIONI et al., 1997).

O plantio da primeira safra agrícola ocorreu no dia 09 de março de 2016, e a segunda safra agrícola, no dia 09 de março de 2017. A semeadura foi manual, utilizando três sementes em cada cova na profundidade de quatro centímetros. O desbaste foi realizado deixando apenas uma planta por cova, com dez dias após o plantio.

As colheitas do girassol, durante as duas safras agrícolas entre cultivares, ocorreram após a planta atingir a fase fenológica R9. Na safra de 2016, aos 84 dias após a semeadura (DAS), foram colhidos os cultivares Multissol e BRS 122, ao passo que o

Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 90 dias. Na safra de 2017, com 90 dias após a semeadura (DAS), foram colhidos o Multissol e Embrapa 122, enquanto o Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 98 dias (Tabela 2).

**Tabela 2** – Produtividade média de cultivares de girassol fertirrigadas com doses de potássio em duas safras agrícolas, em condição semiárida. Mossoró, RN, UFERSA, 2018.

Doses de Potássio (kg ha <sup>-1</sup> )	Produtividade de aquênios (kg ha <sup>-1</sup> )			
	Safra Agrícola 2016			
	Multissol	BRS 122	Aguará 6	Altis 99
0	547,28	473,46	893,80	1009,65
30	704,44	833,81	1500,09	1223,26
60	1080,76	1010,01	2120,39	1735,58
90	866,81	662,41	1328,57	1500,10
120	698,55	613,90	1263,26	991,18
	Safra Agrícola 2017			
0	619,83	612,06	727,65	706,14
30	1158,31	1194,54	1433,75	1453,52
60	1387,27	1411,28	1723,98	1571,89
90	1265,72	1218,14	1654,57	1486,31
120	1051,89	1068,83	1443,53	1286,57

Os custos de produção foram estimados para 1 hectare de girassol na região semiárida nordestina, adaptando-se a metodologia descrita pela Conab (2010).

Indicadores econômicos associados aos custos variáveis de produção de girassol no Brasil levam em consideração os gastos com uso de fertilizantes, sementes, agrotóxicos e principalmente a mão de obra, além de outros serviços, como assistência técnica, o imposto territorial rural (ITR), assim como os gastos financeiros relacionados aos juros de financiamento, ao passo que os custos fixos cobram outros fatores como a manutenção, benfeitorias, depreciação e a composição de renda dos produtos, gerados através de ganhos previstos em relação ao capital fixo e também o arrendamento.

As assistências técnicas e os gastos administrativos compreendem o percentual de 2 a 3% em cima do custo total de uma produção agrícola. Estimou-se que o valor mínimo sobre o ITR em um ano agrícola foi de R\$ 10,00, por meio do cálculo utilizado para essa equação 1:

$$1) \text{ ITR (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{Valor do ITR (R\$)} \times \left( \frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365 \text{ dias}} \right)$$

Os fatores associados ao custo de produção geram juros de financiamento, relativos ao período em que este capital for utilizado com a taxa de 7,49% ao ano, estabelecido pela equação 2:

$$2) \text{ Juros (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{Valor do custeio (R\$ ha}^{-1}\text{)} \times \left( \frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365 \text{ dias}} \right) \times 7,49\%$$

Para depreciação das instalações na área, incluem-se os serviços utilizados na etapa de produção, como o sistema de irrigação, mensurado para produzir um hectare de girassol no nordeste; de acordo com a quantidade de plantas, houve necessidade de aproximadamente 14.300 metros de fitas para irrigação por gotejamento em polietileno de baixa densidade, o espaçamento entre 0,30 m para os emissores e diâmetro nominal de 16 mm no valor = R\$ 0,24 m<sup>-1</sup>, e ainda as conexões e tubos de PVC totalizaram R\$ 2.986,50 ha<sup>-1</sup>. O cálculo para depreciação do sistema de irrigação foi realizado pela equação 3:

$$3) \text{ Depreciação (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \left( \frac{\text{Valor do bem novo (R\$ ha}^{-1}\text{)}}{\text{Vida útil do bem (dias)}} \right) \times \text{Ciclo da cultura (dias)}$$

Com a perspectiva de manter esse sistema de irrigação montado na área em que foi instalado, visando a aumentar seu tempo útil, realizou-se o cálculo de manutenção com a taxa de 1%, descrito pela metodologia descrita pela CONAB (2010), ajustado pela equação 4:

$$4) \text{ Manutenção (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{Valor do bem novo (R\$ ha}^{-1}\text{)} \times \left( \frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365 \text{ dias}} \right) \times 1\%$$

Outro aspecto de grande importância para o produtor rural está ligado ao investimento, pois tem a remuneração taxada em 6% ao ano, visando a obter esse retorno através do capital investido, calculado pela equação 5:

$$5) \text{ Remuneração (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{Valor do bem novo (R\$ ha}^{-1}\text{)} \times \left( \frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365 \text{ dias}} \right) \times 6\%$$

O valor do arrendamento de terra utilizado para produção de 1 hectare na região do nordeste brasileiro nesse período totalizou R\$ 1.200,00 ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Equação 6:

$$6) \text{ Arrendamento (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{Valor do arrendamento (R\$ ha}^{-1}\text{)} \times \left( \frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365 \text{ dias}} \right)$$



A renda bruta foi obtida por meio da multiplicação nos rendimentos da cultura de acordo com o resultado de cada tratamento pelo valor de mercado pago ao produtor no mês ( $2,50 \text{ R\$ kg}^{-1}$  nas duas safras agrícolas).

A renda líquida foi determinada pela subtração entre a renda bruta com os custos de produção provenientes de insumos e serviços, utilizando a fórmula:  $RL = RB - CT$ . A taxa de retorno foi determinada pela relação entre a renda bruta (RB) e o total dos custos de produção (CT) de cada tratamento. Nesse indicador, considera-se o retorno em reais (R\$) sobre o seu capital investido na produção, sendo:  $TR = RB/CT$ . O último indicador econômico foi o índice de lucratividade, obtido por meio da relação entre a RL e RB, expresso em porcentagem.

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, obtidas nas análises individuais de ambiente, sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (PIMENTEL GOMES, 2009). Em seguida, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi realizado com gráficos elaborados do programa 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.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os custos parciais de produção foram descritos na Tabela 3, com valores estimados a partir dos custos (fixos e variáveis), e os custos operacionais utilizados para produção de 1 hectare de girassol foram relativos às respostas produtivas entre cultivares. Este fator foi quantificado através da relação de preço em quilograma dos aquênios, em detrimento das doses de potássio aplicadas nas duas safras agrícolas.

A diferença entre os resultados observados a partir dos custos operacionais foi influenciada diretamente com a utilização das doses de potássio. A partir desse estudo econômico, a demanda associada a outros serviços utilizados na condução das atividades, como sistema de irrigação e o uso de mão de obra para serviços como capina, colheita, trilhagem e limpeza de aquênios foram os fatores que mais contribuíram para aumentar os custos operacionais na produção de girassol em nossas condições locais, em torno de 17,8% durante a safra 1 e 22,6% na safra 2.

O custo de oportunidade gerado em 2016 foi no valor de R\$ 295,89 ha<sup>-1</sup>, representando cerca de 16,03%, e no ano de 2017 foi de R\$ 318,90 ha<sup>-1</sup>, com 16,51%. Esta variação ocorrida durante cada safra agrícola foi relativa à alteração no valor do salário mínimo, e estes valores foram proporcionais às diárias utilizadas nesse período. Outras variáveis, como o arrendamento do imóvel e a depreciação de benfeitorias/instalações, tiveram o valor tarifado em 3,0% no ano de 2016 e 3,11% em 2017, com isso, podemos observar que ocorreram alterações entre as safras agrícolas em torno de 0,5% (Tabela 3).

**Tabela 3** - Custos parciais na produção de um hectare de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no semiárido brasileiro, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Discriminação	Unid.	Safra 2016		Safra 2017	
		Quant.	R\$	Quant.	R\$
I – Despesas de custeio da lavoura*					
1 – Máquinas					
Trator com grade aradora	H	1,50	165,00	1,50	165,00
2 – Mão de obra					
Distribuição de fitas gotejadoras	Diária	2,00	80,00	2,00	100,00
Semeadura manual	Diária	1,00	40,00	1,00	50,00
Irrigação ou fertirrigação	H	74,80	127,16	52,70	89,59
Capinas	Diária	1,00	40,00	2,00	100,00

Colheita manual dos capítulos	Diária	1,00	40,00	1,00	50,00
Trilha e limpeza manual	Diária	3,00	120	3,00	150
3 – Fertilizantes					
Calcário	Kg	950,00	180,50	950,00	180,50
Ureia (45% N) - 70 kg ha <sup>-1</sup> de N	Kg	116,60	114,27	116,60	125,93
MAP (70% de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) – 70 kg ha <sup>-1</sup> de P	Kg	116,60	244,86	116,60	256,52
Ácido bórico (Borax) (1 kg ha <sup>-1</sup> de B)	Kg	1	24,00	1	27,70
4 – Agrotóxicos					
Thiametoxam (10 g/kg)	G	0,20	6,70	0,20	6,70
5 – Outros					
Análise de solo	unid.	1,00	35,00	1,00	35,00
Subtotal (A)			1.217,49	1.236,94	
II - Outras despesas					
6 – Despesas administrativas (3% do custeio da lavoura)			37,16	41,69	
7 – Assistência técnica (2% do custeio da lavoura)			24,77	27,79	
8 – Imposto territorial rural (R\$ 10,00 ano <sup>-1</sup> )			2,47	2,68	
Subtotal (B)			64,39	72,16	
III – Despesas financeiras					
9 – Juros do financiamento (7,49% ano <sup>-1</sup> )			22,87	27,94	
Subtotal (C)			22,87	27,94	
Custo variável (A+B+C=D)			1.304,75	1.507,44	
IV – Depreciações					
10 – Depreciação de instalações*			54,55	60,80	
Subtotal (E)			54,55	60,80	
V – Outros custos fixos					
11 – Manutenção de instalações (1% ano <sup>-1</sup> )			18,20	19,81	
Subtotal (F)			18,20	19,81	
Custo fixo (E+F=G)			72,75	80,62	
Custo operacional (D+G=H)			1.432,05	1478,46	
VI – Renda de fatores					
12 – Remuneração sobre o capital fixo (6% ano <sup>-1</sup> )			102,29	100,18	
13 – Arrendamento (R\$ 1.200,00 ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			295,89	318,90	
Subtotal (I)			398,18	419,08	
Custo fixo (H+I)**			1.830,23	1.897,54	

***Fonte de potássio - cloreto de potássio (KCL)			kg	1	1,81	1	2,19
Doses	Safra 1	Safra 2		R\$		R\$	
0	-	-		1.830,23		1.963,24	
30	54,30	65,70		1.806,28		1.981,54	
60	108,60	131,40		1.836,88		2.028,94	
90	162,90	197,10		1.867,48		2.094,64	
120	217,38	262,80		2.047,61		2.160,34	

\* fitas gotejadoras de polietileno de baixa densidade (14.300m), com emissores espaçados em 0,30 m e diâmetro nominal de 16 mm (vida útil = 2 anos; valor = R\$ 0,24 m<sup>-1</sup>); tubos e conexões em PVC (vida útil = 16 anos; valor do bem novo = R\$ 2.986,50 ha<sup>-1</sup>).

\*\*Sementes. Utilizou-se 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes de cultivares de girassol. O custo deste insumo foi variado de acordo com o valor comercial, referente a cada safra agrícola. Safra 1, Multissol (R\$52,00); Aguará 6 (R\$ 48,00); Altis 99 (R\$ 40,00) e BRS 122 (R\$ 32,00). Safra 2, Multissol (R\$ 60,00); Aguará 6 (R\$56,00); Altis 99 (R\$50,80) e BRS 122 (R\$40,00). Esses valores foram adicionados aos custos fixos de acordo com a combinação dos tratamentos.

Em relação aos custos totais de produção, foram quantificados os valores gastos com insumos, além do custo respectivo para cada dose de potássio aplicada. No final de cada safra, foram acrescentados os valores comerciais das sementes de girassol; para cada cultivar utilizado, foram necessários aproximadamente 4 kg ha<sup>-1</sup> de sementes, durante as duas safras. Através destes valores, observou-se a ocorrência de variações relativas aos custos de produção em função das doses aplicadas, e também ao valor das sementes utilizadas, com preços variados entre as safras agrícolas.

A adoção de novos processos tecnológicos na agricultura pode aumentar a chance de sucesso, e até mesmo a rentabilidade para o empreendimento agrícola. Visto que dentre alguns fatores que compõem parte da margem bruta de lucros estão associados os custos com fertilizantes, para o resultado econômico observado no cultivo do girassol, em agricultura familiar do sudeste paranaense, o valor do adubo, foi considerado o fator que mais aumentou em gasto (RIBEIRO, 2013).

Peixoto et al. (2018), pesquisando sobre o cultivo de soja com safrinha de milho e girassol, constataram que o resultado obtido com o plantio do girassol safrinha gerou o custo total de gastos no valor de R\$ 1.847,01, e os maiores gastos do girassol cultivado no estado de GO foram relativos ao investimento com fertilizantes exigidos pela cultura durante sua produção.

Durante o processo produtivo, como houve pouca utilização de implementos agrícolas, assim como auxílio de máquinas e aplicação reduzida de defensivos no período em que as duas safras agrícolas estiveram em campo, a utilização de mão-de-

obra familiar nas etapas de maior necessidade, como as fases de colheita e beneficiamento de aquênios, entrou como fator favorável para o aumento na renda líquida.

Através da análise conjunta nas variáveis econômicas dos experimentos, observou-se efeito significativo da interação Safra x Dose x Cultivar para a renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e das interações Dose x Safra e Safra x Cultivar para o índice de lucratividade (Tabela 4).

**Tabela 4** - Valores de (F) para a variável renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no município de Mossoró, semiárido brasileiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Causas de variação	GL	F			
		RB	RL	TR	IL
BLOCOS (Safra)	6	3,96**	3,26**	2,87**	1,31 <sup>ns</sup>
Safra	1	128,96*	62,04*	30,83*	48,82*
Dose	4	293,21*	234,39*	217,53*	118,51*
Cultivar	3	121,31*	103,65*	98,15*	51,47*
Dose*Safra	4	19,91*	16,58*	14,35*	9,87*
Safra*Cultivar	3	19,36*	13,32*	16,00*	14,32*
Dose*Cultivar	12	3,36*	3,91*	3,94*	1,90**
Safra*Dose*Cultivar	12	2,13**	2,25**	2,40**	1,10 <sup>ns</sup>
CV 1 (%)		8,89	34,33	10,30	70,82
CV 2 (%)		12,58	45,10	13,32	88,80
Média geral		2.833,34	792,66	1,39	17,47

ns: não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F e \*: significativo a 5% de probabilidade.

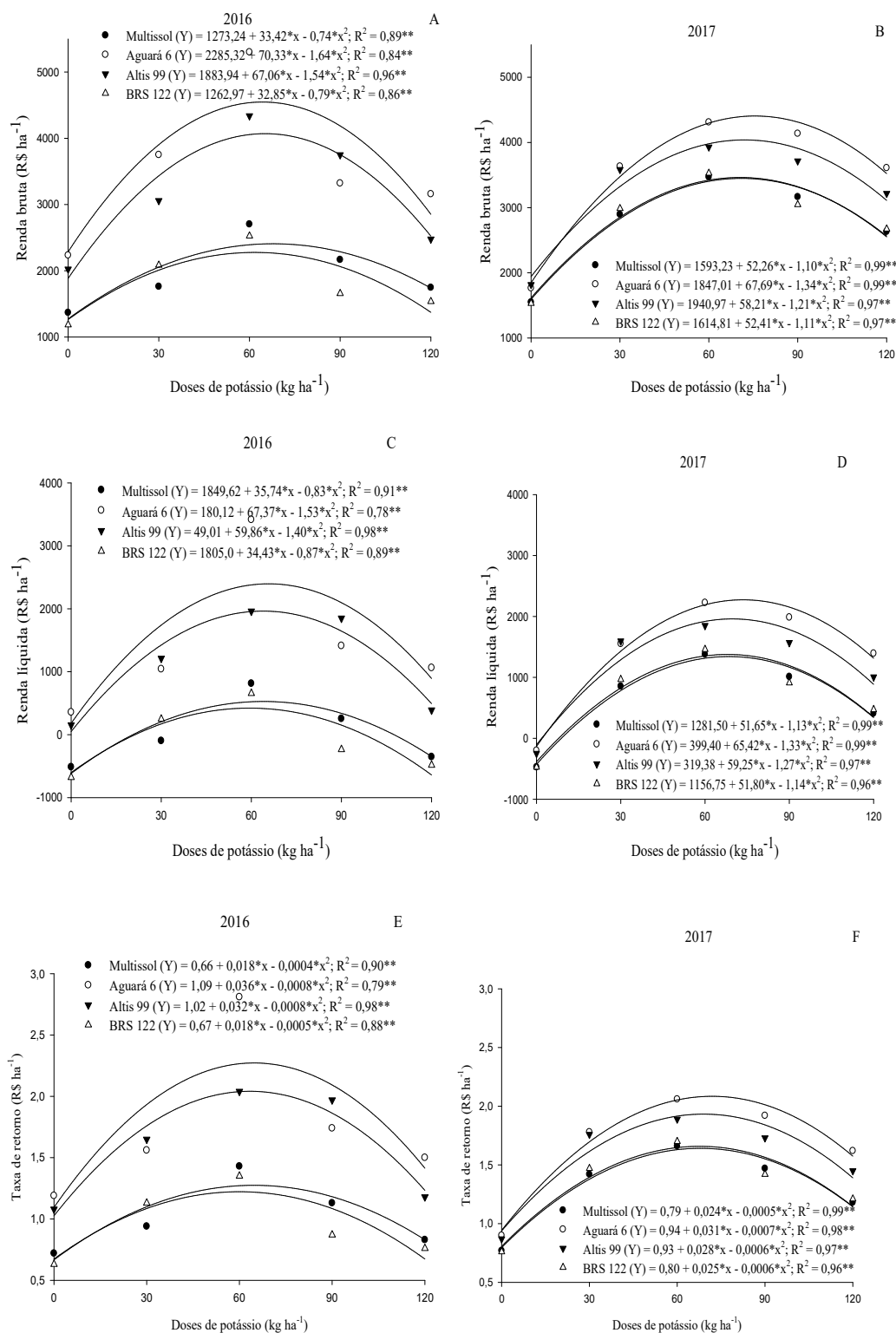
Na safra agrícola de 2016, os cultivares Aguará 6 e Altis 99, utilizando as doses de 77,7 kg ha<sup>-1</sup> e 80,2 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, conseguiram suas maiores médias com os valores estimados de R\$ 5.301,00 e R\$ 4.338,97, respectivamente, ao passo que os cultivares Multissol e BRS122 com as doses de 73,6 kg ha<sup>-1</sup> e 79,9 Kg ha<sup>-1</sup> de potássio obtiveram, respectivamente, a renda bruta nos valores de R\$ 2.701,95 e 2.525,05 ha<sup>-1</sup> (Figura 2A).

Na safra agrícola 2017, Aguará 6 e Altis 99, utilizando as doses de 65,9 kg ha<sup>-1</sup> e 69,5 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, conseguiram suas maiores médias em renda bruta com valores de R\$ 4.309,97 e R\$ 3.929,75, respectivamente, e os cultivares Multissol e BRS122

obtiveram nas doses de 70,4 kg ha<sup>-1</sup> e 69,1 Kg ha<sup>-1</sup> de potássio os maiores valores na renda bruta de R\$ 3.468,17 e 3.528,20 ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 2B). Os resultados encontrados nas safras agrícolas de 2016 e 2017 mostraram que a renda bruta obtida pelos cultivares Aguará 6 e Altis 99 foi superior à renda constatada entre os cultivares Multissol e BRS122 em função das doses de potássio.

O efeito interativo entre os resultados produzidos pelos cultivares de girassol proporcionaram respostas diferentes para a variável renda líquida durante as safras agrícolas. Na safra de 2016, os cultivares Aguará 6 e Altis 99 conseguiram suas maiores médias com os valores de R\$ 3.416,09 e R\$ 1.962,07 e os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram os menores valores de R\$ 813,02 e R\$ 656,15 (Figura 2C). Na safra de 2017, os cultivares Aguará 6 e Altis 99 conseguiram suas maiores médias em renda líquida com valores estimados de R\$ 2.225,07 e R\$ 1.850,05, ao passo que Multissol e BRS122 obtiveram os maiores valores na renda líquida, R\$ 1.379,27 e R\$ 1.459,30, respectivamente (Figura 2D).

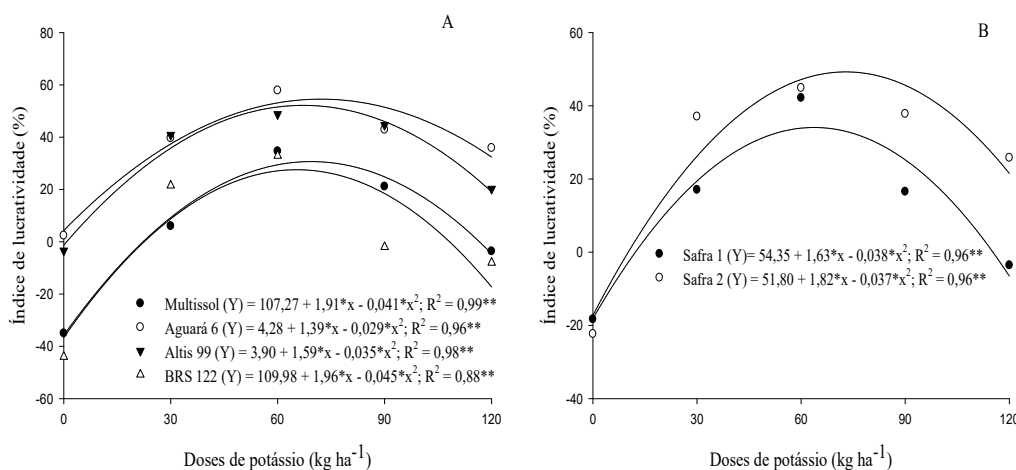
Os indicadores econômicos demonstraram que, por meio de respostas significativas, a relação de investimento para o produtor foi satisfatória nas duas safras agrícolas. Neste estudo, a safra de 2016, os cultivares Aguará 6 e Altis 99 conseguiram suas maiores médias para taxa de retorno com valores estimados de R\$ 2,81 e R\$ 2,04, respectivamente, ao passo que os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram os menores valores para a taxa de retorno de R\$ 1,43 e R\$ 1,35, respectivamente (Figura 2E). Na safra agrícola de 2017, os cultivares Aguará 6 e Altis 99 conseguiram obter suas maiores médias para taxa de retorno com os valores de R\$ 2,06 e R\$ 1,89, e os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram seus maiores valores para a taxa de retorno de R\$ 1,66 e R\$ 1,70, respectivamente (Figura 2F).



**Figura 2** - Renda bruta (A, B), Renda líquida (C, D) e taxa de retorno (E, F) em função do desdobramento da interação doses x cultivares x safras (2A), e doses x cultivares x safras (2B) na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Para o índice de lucratividade (IR), ocorreu interação significativa entre os cultivares Aguará 6 e Altis 99, que obtiveram os melhores resultados nas doses de 77,7 kg ha<sup>-1</sup> e 80,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, alcançando os valores de 58,0% e 48,0%, respectivamente. Porém, os cultivares Multissol e BRS122 obtiveram os menores resultados nesta variável, com as doses de 73,6 kg ha<sup>-1</sup> e 79,9 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, obtendo os valores de -33,0% e -34,0%, respectivamente (Figura 3A).

Os melhores valores obtidos para o índice de lucratividade entre as safras agrícolas ocorreram na safra 2, quando os resultados foram superiores à safra 1, com aplicação das doses que variaram entre 65,9 kg ha<sup>-1</sup> e 70,4 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com o valor máximo de 45,0%; na safra 1, o valor máximo obtido foi de 42,0% com aplicação das doses entre 73,6 kg ha<sup>-1</sup> e 80,2 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 3B).



**Figura 3-** Índice de lucratividade de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação em função do desdobramento da interação doses x cultivares (A), e doses x safras (B) na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Uma pesquisa realizada em Santa Catarina, analisando a viabilidade econômica, e fatores limitantes do cultivo de girassol por produtores graneleiros, constatou que os custos de produção desta cultura foram inferiores aos demais grãos cultivados nesta região, onde a maior taxa de retorno foi obtida no valor máximo de 55% em lucro, indicando que esta cultura possui grande potencial em ganhos, em virtude do seu expressivo desempenho produtivo (BORSUK, 2011).



Carvalho (2014), pesquisando sobre a rentabilidade na produção de girassol, constatou que as variáveis econômicas apresentaram resultados bastante satisfatórios, como o índice de lucratividade, em torno de 45,72%.

O IL será determinado ao final de cada safra agrícola, através da ação de vários fatores que atuaram em conjunto, durante todo processo produtivo da cultura, e este indicador econômico confirmará em valores percentuais, expressos a partir dos resultados finais produzidos, onde o produtor rural poderá saber, o quanto que sua produção conseguiu transformar financeiramente em lucro.

## CONCLUSÃO

A produção de girassol na região semiárida do nordeste torna-se comercialmente viável em produtividade de aquênios, e no teor de óleo, em função das doses de máxima eficiência econômica de potássio.

A adoção de mão de obra familiar tornou as variáveis econômicas mais eficientes, na medida em que sua utilização auxilia na redução dos custos totais produzidos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, G. S. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 275-282, 2013.

BORSUK, L. J. Viabilidade econômica e fatores limitantes do cultivo de girassol no período da safrinha em abelardo luz/sc. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 17, n. 2-4, p. 277-283, abr.-jun. 2011.

CARVALHO, M. A. **Girassol**. 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_09\\_02\\_14\\_11\\_39\\_girassols\\_eteembro2014.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_02_14_11_39_girassols_eteembro2014.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2018.

CONAB. Metodologia de cálculo de custo de produção da CONAB. 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custosproducaometodologia.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2016.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997. 24p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 59).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013.

ESPINOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, C. V.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. N. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010**. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES, 2011.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software: versão 5.0 (Build 67)**. Lavras: DEX/UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 15 out. 2016.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. Nutrientes. 2012. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Nutrientes.aspx>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

PEIXOTO, S. A.; RIBEIRO, F. W.; RODRIGUES, C. C.; SILVA, A. C.; ARAUJO, M. S. Estudo econômico do cultivo de soja com safrinha de milho e girassol. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 15, n. 27, p. 254, 2018.

PERSON, Luís Carlos. **A cultura do girassol como estratégia de competitividade para o agronegócio regional e nacional: importância para a agroenergia e a alimentação**. 127f. 2012. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getulio Vargas, 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15.ed. Piracicaba: Esalq, 2009.

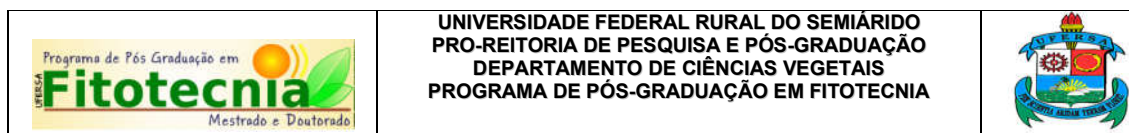
RICHETTI, A.; CECCON, G. Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha, 2015, em Mato Grosso do Sul: **Embrapa Agropecuária**. 2014, 10p. (Comunicado Técnico 196).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999.

RIBEIRO, M. F. S.; RAIHER, A. P. Desempenho econômico da cultura do girassol em sistemas de agricultura familiar do sudeste paranaense. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, p. 783-791, 2013.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

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.



### Capítulo III

Eficiência nutricional do girassol em função de diferentes doses de potássio aplicadas  
via fertirrigação

**Discente:**

Allysson Pereira dos Santos

**Orientador:**

Aurélio Paes Barros Júnior

Lindomar Maria da Silveira

Mossoró (RN)

Dezembro de 2018

### CAPÍTULO III

Eficiência nutricional do girassol em função de diferentes doses de potássio aplicadas via fertirrigação

#### RESUMO

A absorção do potássio pelo girassol ocorre por meio de íons em contato com suas raízes, durante a fase líquida do solo, com a movimentação de cátions. Este nutriente participa de processos importantes, como a regulação osmótica e translocação de fotossintetizados. Porém, a capacidade de absorção ou acúmulo de nutrientes em cultivares de uma mesma espécie poderá ocorrer de maneira diferenciada em função da eficiência nutricional, em relação à quantidade de biomassa produzida. Com objetivo de avaliar eficiência nutricional do girassol em função de diferentes doses de potássio aplicadas via fertirrigação, foram realizados dois experimentos nos anos de 2016 e 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliadas cinco doses de potássio (0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) e nas subparcelas quatro cultivares de girassol (Aguará 6, Altis 99, Multissol e BRS 122). As características avaliadas foram eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF), eficiência de recuperação (ER), eficiência de utilização (EU) e acúmulo de potássio total na planta (AcKT). Os cultivares de girassol demonstraram variações de comportamento nas eficiências avaliadas em função das doses de potássio nas duas safras agrícolas. As doses de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, assim como o maior acúmulo na planta, ocasionaram redução nos valores das eficiências nutricionais avaliadas. O cultivar Aguará 6 obteve o melhor resultado com a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e mostrou bastante eficiência em aproveitamento e acúmulo deste nutriente nas duas safras agrícolas.

**Palavras-chave:** *Helianthus annuus* L. Eficiência nutricional. Acúmulo de potássio.

## NUTRITIONAL EFFICIENCY OF SUNFLOWER DUE TO DIFFERENT DOSES OF POTASSIUM APPLIED VIA FERTIGATION

### ABSTRACT

The absorption of potassium by the sunflower occurs through ions in contact with its roots, during the liquid phase of the soil, with the movement of cations. This nutrient participates in important processes such as osmotic regulation, and photosynthesized translocation. However, the absorption capacity or nutrient accumulation in cultivars of the same species may occur in a differentiated manner through nutritional efficiency, in relation to the amount of biomass produced. In order to evaluate the nutritional efficiency of sunflower as a function of different doses of potassium applied by fertirrigation, two experiments were carried out in 2016 and 2017. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. Five potassium doses (0, 30, 60, 90, 120 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O) were evaluated in the plots and four sunflower cultivars (Aguará 6, Altis 99, Multissol and BRS 122) were evaluated in the plots. The evaluated characteristics were agronomic efficiency (EA), physiological efficiency (EF), recovery efficiency (ER), efficiency of use (EU) and accumulation of potassium in the plant (AcKT). The sunflower cultivars showed behavioral variations in the evaluated efficiencies as a function of the potassium doses in the two agricultural crops. The doses of 90 and 120 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O, as well as the greater accumulation in the plant, caused a reduction in the values of nutritional efficiencies evaluated. The cultivar Aguará 6 obtained the best result with the dose of 60 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and showed great efficiency in the use and accumulation of this nutrient in the two agricultural crops.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L. Nutritional efficiency. Accumulation of potassium.

## INTRODUÇÃO

A absorção de potássio pela cultura do girassol ocorre em etapas, que vão desde o seu percurso na solução do solo, através dos íons em contato com suas raízes. Durante essa etapa, a fase líquida do solo pode ser descrita como a etapa de movimentação dos cátions  $K^+$  até a superfície das raízes (NEVES et al., 2009). Logo após esse processo, acontecem o acúmulo e a redistribuição deste nutriente dentro do caule, até chegar à parte aérea da planta.

As plantas absorvem o potássio da solução do solo, onde sua concentração se mantém por meio do equilíbrio com o potássio retido nos sítios de troca. Para a cultura do girassol, torna-se o segundo nutriente mais absorvido, atrás apenas do nitrogênio, e a sua participação ocorre em processos importantes, como a regulação da pressão osmótica e translocação de fotossintetizados (TAIZ; ZEIGER, 2013; CÂMARA, 2003).

A absorção ou acúmulo de nutrientes em cultivares de uma mesma espécie vegetal poderão ocorrer de maneira diferenciada, através da sua eficiência nutricional em relação à quantidade de biomassa produzida (ROBERTS, 2008). Um estudo mais aprofundado sobre as funções e a regulação dos transportadores em canais de potássio torna-se essencial para melhorar sua eficiência em absorção, observando os resultados produtivos, com base na dose de máxima eficiência encontrada.

O nutriente potássio na cultura do girassol não segue o padrão de distribuição que ocorre com N e P, pois durante a fase vegetativa e próximo da fase reprodutiva (R1) cerca de 50 a 60% desse nutriente concentram-se no caule e nas folhas, sendo o caule considerado o principal órgão-fonte de redistribuição para os capítulos (ZOBIOLE et al., 2010).

A indisponibilidade de potássio para a planta, em função da própria fertilidade natural do solo, poderá ser compensada pelo fornecimento de fertilizantes químicos. O cloreto de potássio servirá como fonte deste nutriente. Além disso, algumas espécies conseguem obter maior vantagem, como, por exemplo, a cultura do girassol, que aumenta o volume de suas raízes, facilitando o contato com as camadas mais profundas do solo, gerando maior eficiência tanto na sua absorção quanto em acúmulo.

Uma planta da mesma espécie que consegue responder positivamente em resultados produtivos, de maneira satisfatória, levando em consideração a adubação e sua eficiência nutricional, poderá ser definida como eficiente, na medida em que obteve



os maiores rendimentos por unidade de nutriente fornecido, devido o favorecimento no aumento de sua produção, quando exposta ao mesmo ambiente (FAGERIA et al., 2014).

A influência do potássio sobre a eficiência nutricional na cultura do girassol merece destaque especial devido à sua grande capacidade em produção de grãos e de óleo de excelente qualidade. Outro aspecto importante é o uso eficiente de fertilizantes químicos, que pode ser constatado através das doses utilizadas, através do seu controle, evitando perdas excessivas, reduzindo os impactos econômicos e ambientais. Diante disto, o objetivo dessa pesquisa será avaliar a eficiência nutricional do girassol em função de diferentes doses de potássio aplicado via fertirrigação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

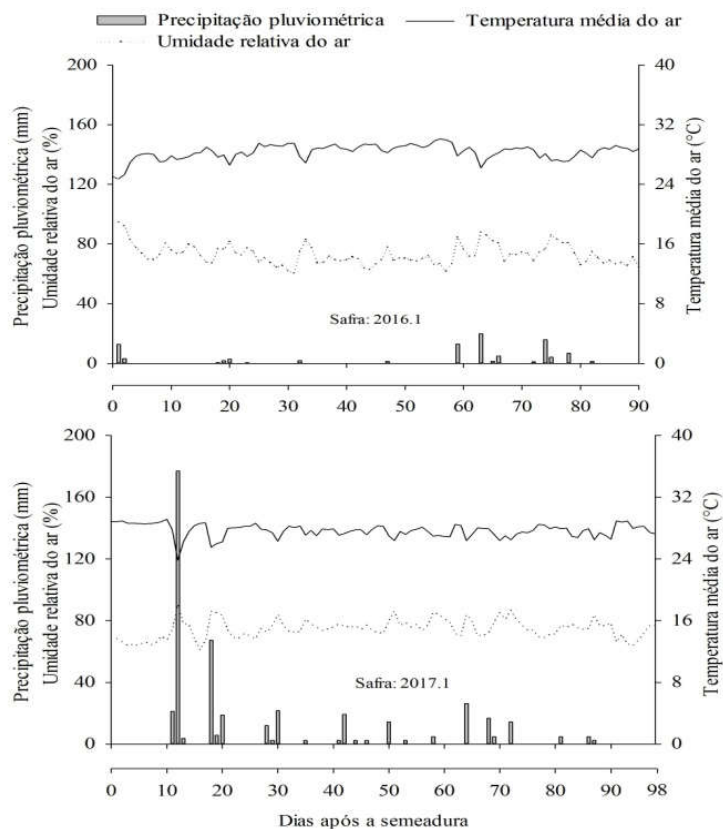
Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), nos períodos de março a junho de 2016 (1<sup>a</sup> safra agrícola) e março a junho de 2017 (2<sup>a</sup> safra agrícola), em diferentes áreas de cultivo.

A fazenda está localizada na zona rural, distante 20 km do município de Mossoró-RN (5°03'37'' de latitude Sul, 37°23'50'' de longitude Oeste e 72 m de altitude). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

De acordo com Thornthwaite, o clima local é DdAa, ou seja, semiárido, megatérmico e com poucas precipitações pluviométricas durante a maior parte do ano, Köppen BSw<sup>h</sup> descreve como seco e quente, com duas estações climáticas: uma seca, que geralmente compreende os meses de junho a janeiro e outra chuvosa, entre os meses de fevereiro a maio, com temperatura média de 27,4 °C e precipitações com média de 673,9 mm (ESPÍNOLA SOBRINHO et al., 2011).

O período em que há maior necessidade de água e nutrientes coincide com a fase fenológica da cultura do girassol, que se inicia a partir dos 30 até 56 dias após sua emergência, e pode variar de acordo com as condições climáticas do ano, especificamente quando ocorre maior variação na distribuição de chuvas durante seu cultivo. Com isso, seu ciclo pode ser alterado e prolongado. A maior quantidade de radiação solar global e o comprimento de luz diário para obtenção de bons resultados produtivos deverão ocorrer com maior intensidade na fase de enchimento de aquênios, no período de 56 a 83 dias, durante as fases fenológicas R7 e R8.

Os dados meteorológicos médios dos períodos de realização dos experimentos estão ilustrados na Figura 1.



**Figura 1** – Valores médios diários de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) e fases fenológicas (emergência – VE, estágio reprodutivo – R1 e colheita R9), correspondentes aos meses de março a junho das safras agrícolas de 2016 e 2017. Mossoró, RN, Brasil.

## 2.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, utilizando parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram distribuídas as doses de potássio (0, 30, 60, 90 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ ); nas subparcelas, os quatro cultivares de girassol (Aguará 06, Multissol, Altis 99 e BRS122). As subparcelas experimentais foram constituídas de quatro fileiras de 4,5 metros de comprimento cada, espaçadas a 0,7 m, com uma área de  $12,6 \text{ m}^2$  ( $2,8 \times 4,5 \text{ m}$ ). A área útil da parcela com  $2,73 \text{ m}^2$  foi composta por duas fileiras centrais, retirando uma planta ao final de cada extremidade. O espaçamento entre linhas de 0,7 m x 0,3 m entre plantas, totalizando aproximadamente 47.600 mil plantas por hectare.

### 2.3 Implantação e condução dos experimentos

O preparo do solo constituiu-se de aração e gradagem. Em ambos os experimentos, foram coletadas amostras de solo para análise química. Estas coletas foram realizadas nas duas áreas experimentais, utilizando trado, onde foram coletadas 15 amostras, na profundidade de 0-20 cm, compondo uma amostra composta e homogênea. Em seguida, foi retirada uma amostra simples para ser analisada no laboratório de rotina de solos da UFERSA. Antes de instalar os experimentos, a coleta de solo constatou que o valor do pH do solo estava baixo, apresentando valores de 3,54 e 3,25 de cada área. Logo após o resultado de cada análise, realizou-se uma calagem nas áreas experimentais para corrigir sua acidez. A partir daí, realizaram-se novas coletas de solo após a calagem em ambas as áreas experimentais, para identificar as condições de acidez e fertilidade do solo (Tabela 1). Com 45 dias depois de realizar a calagem nas áreas experimentais durante as safras agrícolas de 2016 e 2017, foram feitas as adubações de fundação recomendadas para cultura do girassol e, em seguida, o plantio.

Tabela 1- Caracterização química do solo das áreas experimentais. Mossoró-RN. UFERSA, 2018.

	pH	MO*	N	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>
Safra	H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	-----	mg dm <sup>-3</sup>	-----	Cmol <sub>c</sub>	dm <sup>-3</sup>
2016	5,9	7,52	0,42	2,21	27,1	0,40	0,57	0,0
2017	5,8	4,38	0,32	1,9	32,4	1,40	0,70	0,0

Nas duas safras agrícolas, a aplicação dos adubos foi realizada via fertirrigação, de acordo com as análises do solo, e as recomendações de adubação utilizada para cultura do girassol seguiram a metodologia utilizada por Ribeiro (1999), exceto para potássio, aplicado de acordo com tratamentos utilizados, que foram as doses de 0; 30; 60; 90 e 120 kg de K<sub>2</sub>O. Na adubação nitrogenada com 70 kg ha<sup>-1</sup>, utilizou-se 20% da dose no plantio e o restante foi dividido em duas adubações de cobertura, aplicando-se 40% da dose de N aos 30 dias após a emergência (DAE) e os outros 40% da dose aos 50 DAE. A fonte de N utilizada foi a ureia. Para adubação fosfatada, utilizou-se MAP com 70 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados apenas em fundação. Para o boro, foi utilizado 1 kg ha<sup>-1</sup> de ácido bórico aos 30 dias após o plantio (DAP). Sua aplicação foi realizada via foliar com auxílio de um pulverizador costal.

Para adubação potássica, utilizou-se como fonte o cloreto de potássio (KCL), parcelado em

duas vezes, com a primeira parte contendo 50% das doses, aplicadas durante o plantio, e os 50% restantes aos 30 dias após a emergência (DAE). O fornecimento deste fertilizante químico deve ser distribuído de maneira adequada, para evitar que sua deficiência no solo possa ocasionar vários problemas para a planta e que não haja alteração em seu metabolismo, pois este macronutriente possui grande mobilidade graças aos íons na solução do solo e também na planta (GIRACCA; NUNES, 2012).

Todas as doses e adubações que foram realizadas durante as duas safras agrícolas, foram distribuídos via fertirrigação. Com as aplicações dos fertilizantes químicos distribuídos na própria água da irrigação, após a diluição em água, utilizando um tanque de derivação. Apenas a adubação bórica não foi utilizada a mesma técnica, pois foi realizada via foliar, com auxílio de um pulverizador costal.

O sistema de irrigação utilizado foi localizado por gotejamento, com espaços entre fita de 0,70 m e emissores de 0,30 m. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na  $ET_c$  da cultura estimada ( $ET_c = ET_o \times K_c$ ), em que os valores de  $K_c$  foram correspondentes ao desenvolvimento da cultura (mm), e de acordo com as fases fenológicas (ALLEN, 1998).

Os cultivares de girassol apresentam as seguintes características agrônômicas: o Multissol possui aquênios de coloração preta e rajados com branco, ciclo de 115 a 120 dias, teor de óleo variando de 39 a 50%, testada pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). O cultivar Altis 99 tem ciclo de 110 a 125 dias, aquênios com alto teor de óleo, entre 43 a 50% e alta capacidade produtiva. O Aguará 6 possui o ciclo de 110 a 120 dias, com aquênios estriados e alto teor de óleo que varia entre 44 a 49%. Ambos foram cedidos pela empresa Atlântica Sementes<sup>®</sup>. O cultivar Embrapa BRS 122 possui porte baixo e bastante rústico, conseguindo chegar à sua fase final aos 100 dias. Os aquênios possuem coloração preta e teor de óleo variando de 40 a 44% (CASTIGLIONI et al., 1997).

O plantio da primeira safra agrícola ocorreu no dia 09 de março de 2016 e a segunda safra agrícola, no dia 09 de março de 2017. A semeadura foi manual, utilizando três sementes em cada cova na profundidade de quatro centímetros. O desbaste foi realizado deixando apenas uma planta por cova, com dez dias após o plantio.

As colheitas do girassol, durante as duas safras agrícolas entre cultivares, ocorreram após a planta atingir a fase fenológica R9. Na safra de 2016, aos 84 dias após a semeadura (DAS) foram colhidos os cultivares Multissol e BRS 122, ao passo que a colheita de Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 90 dias. Na safra de 2017, com 90 dias

após a semeadura (DAS) foram colhidos o Multissol e Embrapa 122, ao passo que a colheita de Aguará 6 e Altis 99 foi realizada aos 98 dias.

## 2.4 Uso eficiente de nutrientes

O manejo com os nutrientes exige que algumas práticas estejam interagindo em conjunto, como fertilizante utilizado, a época de maior necessidade para cultura, taxa de aplicação e a localização destes nutrientes em relação ao crescimento da planta.

O desempenho de sustentabilidade em relação ao manejo dos nutrientes não pode levar em consideração apenas o UEN, na medida em que esta eficiência reflete uma série de indicadores complementares. A partir daí, existem alguns métodos para quantificá-lo, dependendo do sistema de produção utilizado e da comparação entre os resultados obtidos.

O método utilizado por Snyder e Bruulsema (2007) possibilitou selecionar quatro definições sobre o UEN. De acordo com os autores, existem dois diferentes tipos de cálculos, onde as eficiências de produção são usadas, quando o produto colhido torna-se fator de interesse, e nas eficiências recuperadas, o interesse está voltado para os nutrientes recuperados na cultura.

A eficiência agrônômica e a eficiência de recuperação tornam-se formas diferentes para expressar o UEN. Pois a eficiência de recuperação transforma-se na medida mais lógica para se calcular o UEN, com relação aos aspectos ambientais, onde esta eficiência considera a importância na absorção de nutrientes pela cultura (REETZ, 2017).

## 2.5 Características avaliadas

### 2.5.1 Índices de eficiência nutricional

Os índices de eficiência nutricional do potássio para a cultura do girassol foram calculados conforme proposto por Fageria (2008), para as doses de potássio aplicadas via fertirrigação:

- Eficiência agrônômica ( $\text{kg kg}^{-1}$ ): caracteriza-se pelo aumento na produtividade da cultura por unidade do nutriente aplicado.

$EA = (PG_{cf} - PG_{sf}) / (QKa)$ , expressa em  $\text{kg kg}^{-1}$ .

Em que PGcf é a produção de grãos com fertilizante; PGsf é a produção de grãos sem fertilizante e QKa é a quantidade de potássio aplicado em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

- Eficiência fisiológica ( $\text{kg kg}^{-1}$ ): considera o aumento na produtividade da cultura por unidade de nutriente do fertilizante absorvido.

$$EF = (\text{MSTcf} - \text{MSTsf}) / (\text{AKcf} - \text{AKsf}), \text{ expressa em } \text{kg kg}^{-1}.$$

Em que MSTcf é a produção de massa seca total com fertilizante (kg); MSTsf é a produção de massa seca total sem fertilizante (kg); AKcf é o acúmulo de potássio total com fertilizante (kg) e AKsf é o acúmulo de potássio total sem fertilizante (kg).

- Eficiência de recuperação (%): esta eficiência caracteriza-se pelo o aumento na absorção de nutriente pela cultura por unidade de nutriente aplicado.

$$ER = (\text{AKcf} - \text{AKsf}) / (\text{QKa}), \text{ expressa em } \text{kg kg}^{-1}.$$

Em que AKcf é o acúmulo de potássio com fertilizante (kg); e AKsf é o acúmulo de potássio sem fertilizante (kg) e QKa é a quantidade de potássio aplicado em  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ .

- Eficiência de utilização ( $\text{kg kg}^{-1}$ ): considera o aumento na produtividade da cultura, por unidade de nutriente fornecido através dos fertilizantes utilizados.

$$EU = EF \times ER, \text{ expressa em } \text{kg kg}^{-1}.$$

Em que EF é a eficiência fisiológica multiplicada pela eficiência de recuperação ER.

### 2.5.2 Massa seca

A massa seca foi quantificada a partir da coleta de duas plantas cortadas rente ao solo, dentro da área útil em todas as parcelas nos experimentos durante a época de colheita das duas safras agrícolas. As plantas foram separadas em três partes: folhas, caules e aquênios. Após os procedimentos de limpeza, esses materiais foram guardados em sacos de papel e colocados em estufa com circulação forçada de ar, e submetidos a uma temperatura de  $65^\circ\text{C}$  até atingir sua secagem total, mantendo o peso seco constante destas amostras, com a finalidade de obter os valores da massa seca de folha, caule, aquênios. Por fim, a massa seca total foi somada. Para determinar o acúmulo de potássio presente em cada fração da planta, foi necessária a realização de digestões sulfúricas nas

amostras da matéria seca, para extração e determinação do potássio total acumulado, em função das doses utilizadas. Todas as amostras foram quantificadas em laboratório, pelo equipamento de fotometria de chama.

Logo após estas análises, com a leitura dos resultados obtidos, a partir das concentrações deste nutriente, presente em cada parte da planta, realizou-se uma multiplicação entre os valores obtidos com o peso da matéria seca encontrada para cada tratamento separadamente. Em seguida, foram somados todos os valores para que o acúmulo de potássio total na planta fosse determinado, através da quantidade absorvida, em função das doses de  $K_2O$  aplicada em todos os tratamentos.

## **2.6 Análise estatística**

Foram realizadas análises de variância das safras agrícolas isoladamente para todas as características avaliadas, através do aplicativo SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2003). Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, obtidas nas análises individuais de ambiente sempre que a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual foi inferior a sete (PIMENTEL-GOMES, 2009), aplicou-se uma análise conjunta (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi realizado com gráficos elaborados no programa 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.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas para todas as variáveis de eficiência nutricional avaliada, conseqüentemente, aplicou-se análise conjunta. Através da análise conjunta nas variáveis de eficiência nutricional dos experimentos, observou-se efeito significativo da interação dose x safra e dose x cultivar para eficiência agrônômica (EA), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU). Ocorreram efeitos isolados entre doses e cultivares na eficiência fisiológica (EF), e no acúmulo de potássio total na planta houve apenas um efeito significativo entre doses. Para os demais fatores, não houve diferenças significativas (Tabela 2).

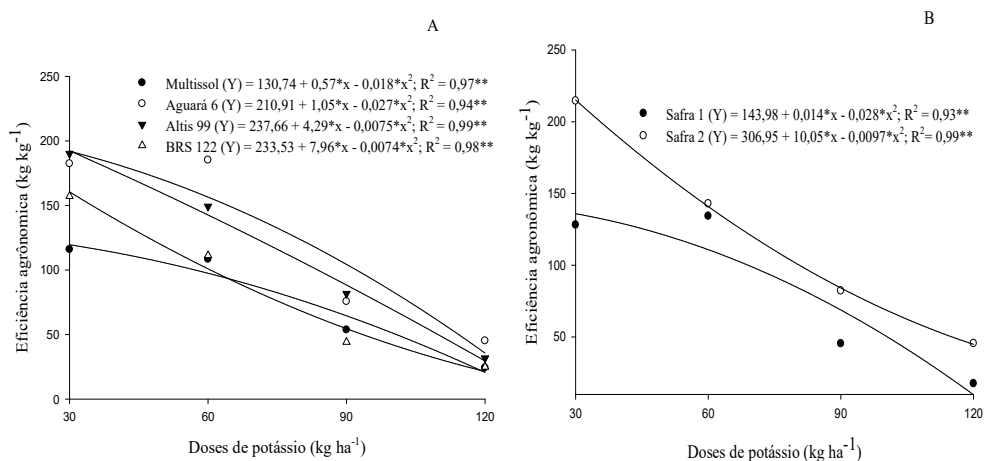
**Tabela 2** – Valores de F da análise conjunta de variância para eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF), eficiência de recuperação (ER) e eficiência de utilização (EU) na produção de cultivares de girassol fertirrigado com doses de potássio em duas safras agrícolas no município de Mossoró, semiárido brasileiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Causas de Variação	GL	EA	EF	ER	EU	AckT
Blocos (Safras)	6	1,06 <sup>ns</sup>	1,82 <sup>ns</sup>	3,36*	1,68 <sup>ns</sup>	8,45**
Safras	1	244,69*	3,90 <sup>ns</sup>	1,37 <sup>ns</sup>	22,09**	0,94 <sup>ns</sup>
Dose	4	642,25*	4,95**	37,32*	64,16*	37,23*
Cultivar	3	23,48*	8,29*	2,92**	16,29**	2,50 <sup>ns</sup>
Dose x Safra	4	42,11*	0,50 <sup>ns</sup>	3,62**	7,92**	1,35 <sup>ns</sup>
Safra x Cultivares	3	2,04 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>
Doses x Cultivares	12	3,10**	0,60 <sup>ns</sup>	0,91**	3,88*	1,67 <sup>ns</sup>
Safras x Doses x Cultivares	12	1,77 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1,57 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>
C.V. 1 (%)		14,26	48,54	37,85	32,74	18,58
C.V. 2 (%)		30,02	58,20	50,73	51,55	27,19
Média geral		101,30	39,84	11,12	38,24	112,72

ns: não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; \*\*: significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F e \*: significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação.

Ocorreu interação significativa entre doses x cultivares, onde os cultivares Aguará 6 e o Altis 99 obtiveram os melhores resultados com a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com os respectivos valores de 185,24 e 149,30 kg kg<sup>-1</sup>, ao passo que os cultivares Multissol e BRS 122, com a mesma dose, obtiveram as menores médias em eficiência agrônômica nos valores de 108,41 e 111,31 kg kg<sup>-1</sup> (Figura 2A).

As maiores eficiências agrônômicas (EA) entre as doses x safras puderam ser confirmadas por meio das melhores respostas produtivas entre cultivares nessa interação, ocorridas na safra 2 em comparação com a safra 1 (Figura 2B).



**Figura 2-** Eficiência agrônômica (EA) de cultivares de girassol em função do desdobramento das interações doses x cultivares (A), e doses x safras (B) na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

A partir destes resultados, verificamos que a eficiência agrônômica obtida pelos cultivares de girassol indicou quais cultivares produziram mais aquênios por cada unidade de potássio aplicado na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, estimando todo o seu potencial produtivo e de sua eficiência em aproveitamento do potássio disponibilizado com esta dose.

Entretanto, os cultivares Aguará 6 e Altis 99 foram os mais eficientes no uso do potássio quando comparado com os cultivares Multissol e BRS 122, que obtiveram as menores médias para esta eficiência, durante as duas safras agrícolas, e foram bastante semelhantes em suas produtividades em resposta à aplicação das doses de potássio. Houve também variações entre os valores obtidos de maneira decrescente em eficiência quando foram utilizadas doses maiores de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

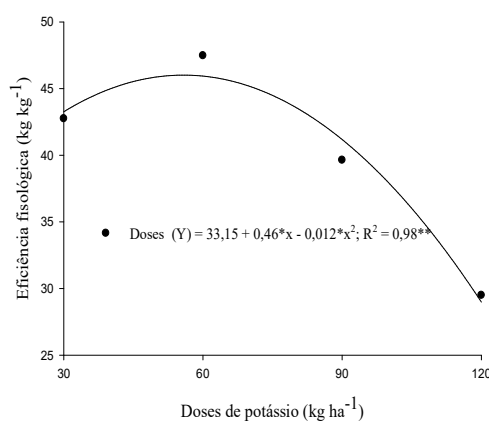
O efeito das doses de potássio na EA foi influenciado pela interação entre as condições edafoclimáticas da região, assim como a utilização de calcário para corrigir a acidez do solo nas duas safras agrícolas. Para compensar as extrações de nutrientes ocorridas durante a colheita ou mesmo em situações de perdas por lixiviação e erosão, torna-se necessário repor macronutrientes importantes para a cultura do girassol, como potássio, cálcio e magnésio periodicamente nos solos agrícolas.

Porém, as doses em excesso de K<sub>2</sub>O poderão ocasionar redução na produtividade e qualidade de aquênios em girassol, afetando a atuação do Ca e o Mg, devido à competição na CTC do solo, desbalanço nutricional, além da dificuldade da planta em absorver água (MARSCHNER, 1995). Além do potencial osmótico, a absorção de água

e nutrientes pela planta requer maior necessidade de gasto energético fornecido durante toda a sua produção (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Para que o manejo com as adubações ocorra de maneira eficiente, é necessário que algumas variáveis estejam interagindo em conjunto, como a dose certa, época de aplicação, fonte do nutriente e o fornecimento adequado destes fertilizantes. Estes fatores deverão ser observados com grande importância, levando em consideração a peculiaridade do sistema de produção utilizado (BRUULSEMA et al., 2009).

Na variável eficiência fisiológica (EF), ocorreu efeito isolado entre as doses de potássio, onde a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O proporcionou o melhor resultado na comparação com as demais doses fornecidas, pois através dessa dose foi confirmado o melhor aproveitamento para esta eficiência, em resposta obtida diante dos resultados entre os cultivares de girassol, e com o aumento aplicado nas doses de 90 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, houve decréscimo na EF (Figura 3).



**Figura 3-** Eficiência fisiológica (EF) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

A eficiência fisiológica leva em consideração o acúmulo total de toda a biomassa produzida pela planta, onde ocorreu o melhor resultado com a dose de 60 kg de K<sub>2</sub>O, comprovando fornecimento adequado deste nutriente na solução do solo, o que não ocorreu com aplicação das doses mais elevadas, onde o excesso de potássio no solo provocou redução em produção de biomassa nas plantas, em decorrência dos efeitos deletérios devido ao acúmulo de sais no solo.

Ainda foi possível constatar o efeito isolado entre cultivares para eficiência fisiológica, onde o cultivar Altis 99 registrou a maior média no valor de 56,38 kg kg<sup>-1</sup> e

os demais cultivares Aguará 6, Multissol e BRS 122 obtiveram os valores de 40,16; 32,45 e 30,38 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente na (Tabela 3).

**Tabela 3-** Eficiência fisiológica (EF) de cultivares de girassol em função das doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

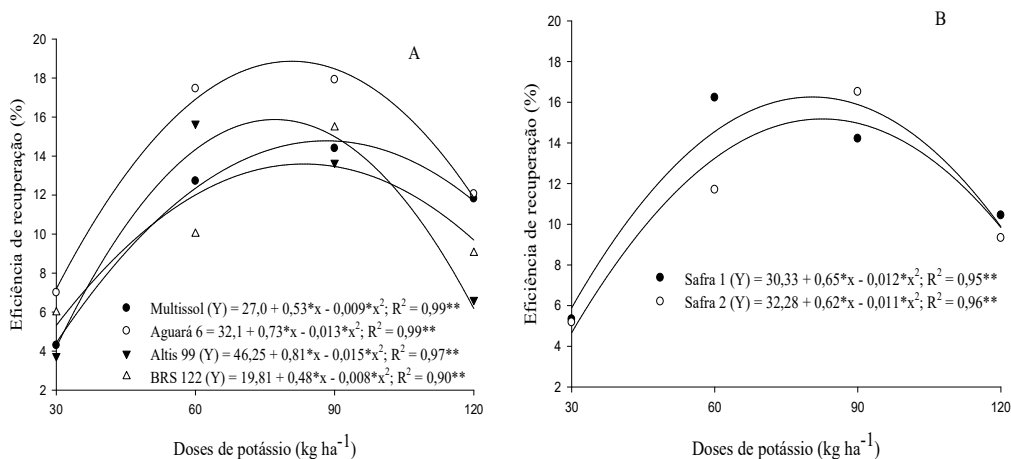
Cultivares de girassol	EF (kg kg <sup>-1</sup> )
Multissol	30,38b
Altis 99	56,38a
Aguará 6	40,16b
BRS 122	32,45b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O principal conceito sobre eficiência está relacionado à habilidade da planta em transformar os nutrientes obtidos por meio dos fertilizantes utilizados nas adubações, possibilitando ótimos retornos econômicos na produtividade em culturas agrícolas. Neste sentido, vários fatores influenciarão nos resultados, tais como: genótipos, ambiente e o manejo na cultura, assim como baixa eficiência fisiológica pode ocorrer por déficit nutricional, estresse hídrico ou toxidez mineral (REETZ, 2017).

A eficiência de recuperação (ER) pôde ser determinada através da quantidade de potássio recuperado pelos cultivares de girassol, em função das doses de potássio fornecidas. Diante dos resultados encontrados, podemos constatar interação significativa na eficiência de recuperação (ER) entre doses x cultivares, onde o cultivar Aguará 6 obteve o melhor resultado na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O com 17%; o cultivar Altis 99 conseguiu recuperar 15,0% e os demais cultivares conseguiram obter as maiores médias, com valores estatisticamente próximos em 10,0% (BRS 122) e 12,0% (Multissol), apresentados na Figura 4A.

Entretanto, quando observamos as interações entre as doses x safas, podemos comprovar que a safra 2 foi superior à safra 1 com aplicação da dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, onde o valor máximo na eficiência de recuperação foi de 16,23%, ao passo que na safra 2 o valor máximo obtido em eficiência de recuperação foi de 11,70% (Figura 4B).



**Figura 4-** Eficiência de recuperação (ER) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação doses x cultivares (A), e doses x safras (B) na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

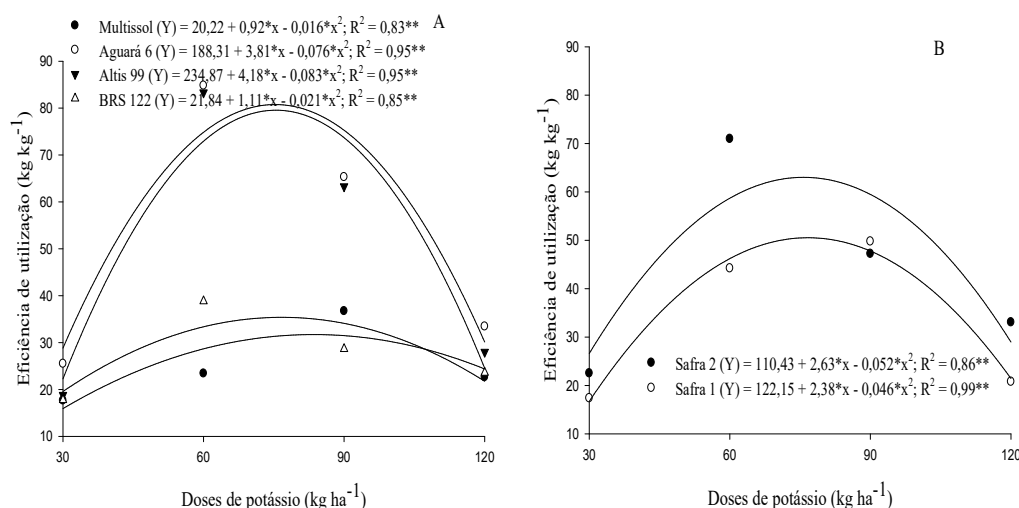
A eficiência de recuperação torna-se a medida mais lógica para se estabelecer o uso eficiente de nutrientes, sob o ponto de vista ambiental, pois a partir desta eficiência leva-se em consideração a quantidade de nutrientes que a cultura absorveu durante todo o seu ciclo (REETZ, 2017). Entretanto, essa eficiência confirmou a quantidade de potássio que cada cultivar recuperou em função das doses aplicadas, além de comprovar quimicamente, através da análise em laboratório, o acúmulo total de K<sub>2</sub>O concentrado em cada parte da planta.

Outro aspecto importante para o cultivo de girassol no nordeste está relacionado diretamente à influência do clima semiárido da região, que interfere nos resultados da ER, pois diante da exigência de K<sub>2</sub>O pela cultura, onde a utilização de fontes com alta solubilidade em água, o cloreto de potássio conseguiu fornecer adequadamente este nutriente com maior rapidez, considerando a época do ano e a fertilização através da água de irrigação, favorecendo as reações do solo e promovendo a liberação da solução do solo para a planta.

A importância do girassol como espécie recicladora de nutrientes, assim como o direcionamento das pesquisas com fertilizantes, nos últimos anos tem despertado crescente interesse pelo uso de tecnologias mais adaptadas, relacionado às condições climáticas, com a utilização de sistemas de produção que intercalam plantas de interesse comercial e recicladoras (GARCIA et al., 2008). Estas informações evidenciam o aumento na viabilidade do uso eficiente de fertilizantes, e na escolha por fontes de maior solubilidade, melhorando seu aproveitamento através das adubações.

Na eficiência de utilização (EU), ocorreu interação significativa entre doses x cultivares, onde os cultivares Aguará 6 e o Altis 99 obtiveram os melhores resultados na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com os maiores valores de 84,81 e 83,33 kg kg<sup>-1</sup>, ao passo que Multissol e BRS 122 obtiveram as menores médias em eficiência de utilização nos valores de 23,43 e 38,82 kg kg<sup>-1</sup>, mostrados na Figura 5A.

A eficiência de utilização (EU) foi descrita como a resposta da planta em produção de matéria seca por unidade de potássio fornecido. Através da interação significativa entre doses x safras, comprovou-se que a safra 2 foi superior à safra 1, mesmo que a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O tenha proporcionado os melhores resultados para as duas safras: nos valores máximos obtidos, foram de 70,97 kg kg<sup>-1</sup> na safra 2 e de 44,23 kg kg<sup>-1</sup> na safra 1 (Figura 5B).



**Figura 5-** Eficiência de utilização (EU) de cultivares de girassol em função do desdobramento da interação doses x safras agrícolas na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Através das maiores médias obtidas pelos cultivares de girassol na eficiência de utilização (EU) em função das doses de potássio, determinada pela relação entre a EF e a ER. Para que a cultura pudesse alcançar seu melhor resultado, foi necessário que alguns fatores estivessem interagindo em conjunto, onde o manejo com a adubação forneceu de maneira otimizada, e a interação entre os nutrientes esteve em perfeito equilíbrio, maximizando os resultados produtivos.

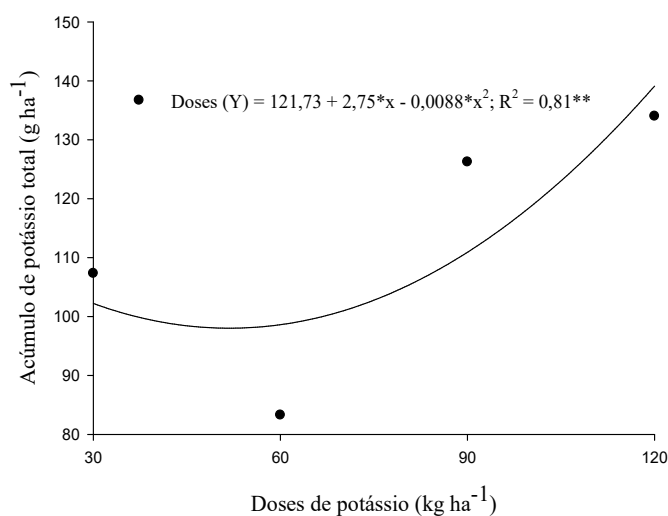
Existem fatores importantes a ser analisado na adubação potássica: a quantidade de adubo aplicado e o fertilizante usado como fonte deverão ser priorizados, pois

existem trabalhos realizados com cloreto de potássio nos quais as perdas deste fertilizando no solo chegaram até  $18 \text{ kg ha}^{-1}$  (ERNANI et al., 2007).

A produtividade esperada para o girassol, em função das doses de  $\text{K}_2\text{O}$ , requer o conhecimento sobre os gastos com fertilizantes, especificamente o cloreto de potássio (KCl), utilizado como fonte deste nutriente. Pois a eficiência de utilização (EU) torna-se um fator bastante importante em relação às doses utilizadas, onde o seu desperdício resultará tanto em impacto ambiental quanto econômico.

O cloreto de potássio (KCl) tornou-se o fertilizante mais comum no Brasil e no mundo devido à elevada concentração em  $\text{K}_2\text{O}$ , em torno de 58% a 62%, sendo considerada a fonte mais competitiva e disponível no mercado, destacando-se que 95% do atendimento à demanda da agropecuária no mercado brasileiro são oriundos de fornecedores internacionais (ANDA, 2018).

Por meio dos resultados das análises para o acúmulo de potássio total na planta (AcKT), observou-se efeito isolado apenas entre as doses de potássio para esta característica (Figura 10).



**Figura 10-** Acúmulo de potássio total (AcKT) em cultivares de girassol utilizando diferentes doses de potássio na região semiárida, Mossoró-RN, UFERSA, 2018.

Para o acúmulo total de potássio na planta (AcKT), ocorreu apenas um efeito isolado entre as doses de potássio, observando-se maior concentração deste nutriente em função das doses maiores de 90 e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Estes resultados indicaram que as maiores concentrações de potássio na planta não incrementaram em aumento produtivo

para cultura, onde sua assimilação excessiva foi bastante prejudicial para que a planta pudesse revertê-lo de maneira eficiente e conseguisse transformá-lo em aumento produtivo.



## CONCLUSÃO

Os cultivares de girassol apresentaram comportamento bastante satisfatório na EA, ER e EU em função das doses de potássio, bem como entre as safras.

A utilização da dose de  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  demonstrou bastante eficiência em aproveitamento, e no acúmulo deste nutriente durante as duas safras agrícolas.

As doses mais elevadas de  $90$  e  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , assim como o maior acúmulo de potássio na planta, ocasionaram redução no valor das eficiências avaliadas.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998. FAO Irrigation and Drainage Paper n.56.

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Mercado de fertilizantes – Brasil**, v. 13, n. 4, abril 2018. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)> Acesso em: 15 jun. 2018.

BRUULSEMA, T.; LEMUNYON, J.; HERZ, B. Fundamentos para utilização correta do seu fertilizante. **Informações Agronômicas**, v. 126, p. 15-18, 2009.

CÂMARA, G. M. S. Girassol: Tecnologia da Produção. In: \_\_\_\_\_. **LPV 0506: Plantas Oleaginosas**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. p. 153-180.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C.; SILVEIRA, J. M. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1997. 24p. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 59).

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 2013. 353 p.

ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; PEREIRA, C. V.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, W. O.; SILVA, N. K. C.; MANIÇOBA, R. N. **Climatologia da precipitação no município de Mossoró-RN. Período: 1900-2010**. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES, 2011.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. 2007. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Yield physiology of dry bean. **Journal of Plant Nutrition**, v. 31, p. 983-1004, 2008.

FAGERIA, N. K. **Manejo de nitrogênio na cultura produção**. CRC Press: Boca Raton, 2014.

FERREIRA, D. F. **Aplicativo estabilidade**. Lavras: UFLA, 2000. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 20 out. 2017.

FERREIRA, D.F. **SISVAR software**: versão 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA, Universidade Federal de Lavras, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/~danielff/software.htm>>. Acesso em: 15 out. 2016.

GARCIA, R. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. **Europ. J. Agron.**, v. 28, p. 579-585, 2008.

GIRACCA, E. M. N.; NUNES, J. L. S. Nutrientes. 2012. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/fertilizantes/Nutrientes.aspx>>. Acesso em: 30 jan. 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995.

NEVES, L. S.; ERNANI, P. R.; SIMONETE, M. A. Mobilidade de potássio em solos decorrente da adição de doses de cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Esalq, 2009.

REETZ JUNIOR, H. F. Fertilizantes e seu Uso Eficiente. Tradução de Alfredo Scheid Lopes. Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, São Paulo, Brasil, Setembro 2017.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa, MG, CFSEMG/UFV, 1999.

ROBERTS, T. L. Improving nutrient use efficiency. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 32, p. 177-182, 2008.

SNYDER, C. S.; BRUULSEMA, T. W. Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. 2007. Reference # 07076. Norcross, GA: International Plant Nutrition Institute.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artemed, 2013.

ZOBIOLE, L. H. S.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 425-433, 2010.