



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

MARIA DA CONCEIÇÃO FREITAS MOURA

RESÍDUO DA TORREFAÇÃO DO CAFÉ COMO FONTE DE POTÁSSIO NO
CULTIVO DO GIRASSOL

FORTALEZA-CE

2016

MARIA DA CONCEIÇÃO FREITAS MOURA

**RESÍDUO DA TORREFAÇÃO DO CAFÉ COMO FONTE DE POTÁSSIO NO
CULTIVO DO GIRASSOL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia com área de concentração em Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra

FORTALEZA-CE

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M888r Moura, Maria da Conceição Freitas.
Resíduo da torrefação do café como fonte de potássio no cultivo do girassol / Maria da Conceição Freitas Moura. – 2016.
79 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra.
1. Helianthus annuus L. 2. adubação orgânica. 3. cloreto de potássio. I. Título.

CDD 630

MARIA DA CONCEIÇÃO FREITAS MOURA

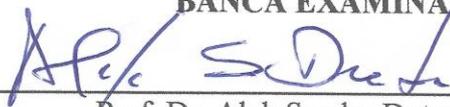
**RESÍDUO DA TORREFAÇÃO DO CAFÉ COMO FONTE DE POTÁSSIO NO
CULTIVO DO GIRASSOL**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia com área de concentração em Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alek Sandro Dutra

Aprovada em: 21 / 07 / 2016

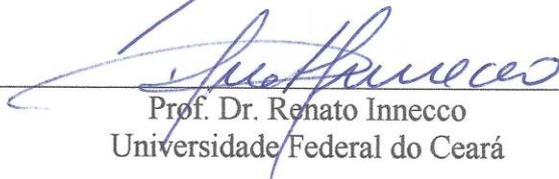
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alek Sandro Dutra (Orientador)
Universidade Federal do Ceará



Prof. Dr. Sebastião Medeiros Filho
Universidade Federal do Ceará



Prof. Dr. Renato Innecco
Universidade Federal do Ceará



Prof. Dr. Ciro de Miranda Pinto
Universidade de Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira



Dra. Marilena de Melo Braga
Universidade Federal do Ceará

A Deus.

A meu pai *in memoria* (**Cícero Leandro Moura Filho**), a minha mãe, **Maria do Céu Freitas Moura**, e ao meu noivo, **Roniedson Carlos Oliveira**.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora de Fátima pela proteção ao longo da trajetória;

A toda minha família (Maria do Céu, Roniedson Carlos, Jamille Raylane e Jaques Raylon) pela compreensão, incentivo e confiança;

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo auxílio financeiro pela concessão da bolsa;

Ao meu orientador prof. Dr. Alek Sandro Dutra pela orientação e compreensão;

A professora Dr. Rosilene Oliveira Mesquita, pela ajuda e orientação nos trabalhos bioquímicos e fisiológicos;

A Universidade Federal do Ceará, em especial ao programa de pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia;

Ao Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia e ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da UFC, pela liberação do ambiente e equipamentos de trabalho;

Aos colegas: Lucas Kennedy, Camila Castro, Bruno França, Wesley Souza, Darlene Granjeiro, Francelino Filho, Ronimeire Torres, Hernandes Rufino, Maria Lucilania, Wallace Edelky, Frederico Yan, Gabriele Costa, Eveline Lima, Lilian Santos, pela ajuda na condução dos trabalhos.

Aos componentes da banca examinadora pelas contribuições dadas ao trabalho.

As professoras: Ioná Santos de Araújo Holanda e Ludimilla Carvalho Serafim de Oliveira, pela amizade, confiança e carinho.

As amigas: Edilma Barbosa, Lindacir Fernandes, Ivonete Rosa e Marilene Andrade, pela confiança e apoio.

A Cristiane Coutinho, Maria Lucilania, Graziela Barbosa, Jordânia Gabriel e Cleudivan Freire, pelo companheirismo e convivência ao longo da minha estadia em Fortaleza;

A seu Dodô pela ajuda na condução dos experimentos em campo.

"No momento que você pensar em desistir,
lembre-se de todos os motivos que levaram
você aguentar firme por tanto tempo."

Autor: Desconhecido

RESUMO

Tendo em vista as múltiplas utilidades da cultura do girassol, tais como matéria-prima para a produção de biocombustíveis, torta e farelo para alimentação animal, produtos para estética e saúde, como também a utilização no sistema de rotação de cultura e a interferência desta na fertilidade e ciclagem de nutrientes do solo, observa-se a sua importância como uma cultura que merece ser cultivada pelos produtores. O uso atrelado de matérias orgânicas no solo, somado com as características positivas do cultivo do girassol, possibilita minimizar custos de produção pela redução na compra de fertilizantes químicos e agregação de características benéficas ao solo, assim, a adubação orgânica pelo aproveitamento de resíduos agroindústrias merece ser estudado, principalmente na atualidade, pois é crescente os problemas ambientais em razão do manejo e uso exagerado de produtos químicos depositados no solo. Pesquisas devem ser realizadas com alternativas agroindustriais para analisar sua eficiência sobre as culturas e as condições oferecidas ao solo bem como ao meio ambiente, pela redução dos adubos químicos e o descarte inadequado desses resíduos na natureza, minimizando dessa forma a poluição do solo. A presente pesquisa objetivou avaliar as características fisiológicas e bioquímicas dos cultivares de girassol, bem como as características agrônômicas e os componentes de produção como também a influência do resíduo orgânico sobre a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol. Os tratamentos constaram de um fatorial com tratamento adicional (2x4+2), em que 2 constitui os cultivares (BRS 122 e BRS 323), 4 as doses de K do resíduo orgânico ($T_1=0$, $T_2=40$, $T_3=80$ e $T_4=120$ kg ha⁻¹) mais a testemunha adicional que foi o cloreto de potássio na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de K para ambos os cultivares. Os dados mostraram que para os aspectos fisiológicos e bioquímicos o resíduo orgânico não influenciou a fisiologia das plantas de girassol. Quanto as características e os componentes de produção observou que o cultivar BRS 323 obteve o maior número de folhas, diâmetro do capítulo e produtividade, enquanto que o cultivar BRS 122 apresentou a maior altura de planta, já para a análise da fisiologia dos aquênios os resultados evidenciaram que o resíduo orgânico na dose 0 kg K ha⁻¹ para a primeira contagem de germinação e na dose de 120 kg K ha⁻¹ na emergência de plântulas referente ao cultivar BRS 122 apresentou desempenho inferior ao cloreto de potássio, bem como no índice de velocidade de emergência nas doses 0 e 40 kg K ha⁻¹ para o cultivar BRS 122 e nas doses 0 e 120 kg K ha⁻¹ do cultivar BRS 323. Conclui-se que o resíduo orgânico, pode ser substituído ao cloreto de potássio, sem efeito negativo para com a cultura do girassol.

Palavras-chaves: *Helianthus annuus* L, adubação orgânica, cloreto de potássio.

ABSTRACT

In view of the sunflower crop multiple utilities, such as raw material for production of biofuels, feed animal, products for aesthetic and health, as well as use in the crop rotation system and the interference of this fertility and cycling of soil nutrients, observed its importance as a culture that deserves to be cultivated by farmers. The coupled use of organic materials in the soil, combined with the positive characteristics of the sunflower crop, enables minimize production costs by reducing the purchase of chemical fertilizers and adding beneficial features to the soil, thus, the organic fertilizer by use of agroindustrial residue deserves to be studied, especially in the currentness, because is growing environmental problems due to the management and overuse of chemicals deposited on the soil. Research should be conducted with agroindustrial alternatives to analyze its efficiency on crops and conditions offered to the soil and the environment, by the reduction of chemical fertilizers and the inappropriate disposal of this residue in nature, minimizing soil pollution. This research aimed to evaluate the physiological and biochemical characteristics of sunflower cultivars, and the agronomic characteristics and production components as also influence of organic residue on the physiological quality of sunflower achenes. The treatments are contained in a factorial with additional control ($2 \times 4 + 2$), where 2 are the cultivars (BRS 122 e BRS 323), 4 doses K of the organic residue ($T_1=0$, $T_2=40$, $T_3=80$ e $T_4=120$ kg ha⁻¹) plus additional control that was the potassium chloride in the dosage of 60 kg K ha⁻¹ for both cultivars. The data showed that for the physiological and biochemical aspects the organic residue did not affected the physiology of sunflower plants and to characteristics and production components observed that the cultivar BRS 323 had the highest number of leaves, diameter of the capitulum and productivity, while the cultivar BRS 122 showed the highest plant height and to analyze the physiology of achenes the results showed that the organic residue in the dose 0 kg K ha⁻¹ for the first germination count and the dose 120 kg K ha⁻¹ on the emergence of seedling relative the cultivar BRS 122 presented underperformed potassium chloride, and the emergency speed index in doses 0 and 40 kg K ha⁻¹ for cultivar BRS 122 and the doses 0 and 120 kg K ha⁻¹ from cultivar BRS 323. We conclude that the organic waste can be replaced by potassium chloride without negative effect on the sunflower crop.

Keyword: *Helianthus annuus* L, organic fertilizer, potassium chloride.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1 - RESPOSTAS FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICAS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO COM RESÍDUO ORGÂNICO

- Figura 1** - Valores da condutância estomática (*gs*) de folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha⁻¹ de K); (▒) 0 kg ha⁻¹ de K; (■) 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (■) 120 kg ha⁻¹ do resíduo orgânico..... 38
- Figura 2** - Concentração de N-aminosolúveis e proteínas em folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha⁻¹ de K); (▒) 0 kg ha⁻¹ de K; (■) 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (■) 120 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico..... 41
- Figura 3** - Concentração de carboidratos solúveis em folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha⁻¹ de K); (▒) 0 kg ha⁻¹ de K; (■) 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (■) 120 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico..... 42

CAPÍTULO 2 - RESÍDUO ORGÂNICO DE ALTO TEOR DE POTÁSSIO SOBRE CULTIVARES DE GIRASSOL

- Figura 1** - Médias mensais das variáveis climáticas em Fortaleza/CE durante o período experimental. 2014 e 2015..... 51
- Figura 2** - Número de folhas dos cultivares de girassol no primeiro ciclo de produção aos 75 dias após a semeadura..... 54
- Figura 3** - Número de folhas das plantas adubadas com o cloreto de potássio aos 60 dias após a semeadura no segundo ciclo de produção..... 55
- Figura 4** - Número de folhas aos 60 DAS em função das doses do resíduo orgânico no segundo ciclo de produção..... 56
- Figura 5** - Altura de plantas aos 30 DAS (A), aos 45 DAS (B), 60 DAS (C) e altura das plantas adubados com KCl aos 30 DAS (D) no segundo ciclo de produção..... 58
- Figura 6** - Diâmetro do capítulo (A) e produtividade dos cultivares (B) no segundo ciclo de plantio..... 60
- Figura 7** - Doses do resíduo orgânico sobre o peso de 1000 aquênios no segundo ciclo

de produção..... 62

CAPÍTULO 3 - EFEITO DO RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Figura 1 - Primeira contagem de germinação (A) e emergência de plântulas (B) do cultivar BRS 122 para fontes de potássio do primeiro ciclo de produção..... 72

Figura 2 - Índice de velocidade de emergência do cultivar BRS 122 nas doses de 0 kg ha⁻¹ de K (A) e 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico (B), do cultivar BRS 323 na dose 0 kg ha⁻¹ de K (C) e 120 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico (D) em comparação ao cloreto de potássio..... 73

Figura 3 - Índice de velocidade de emergência dos cultivares de girassol submetidos a diferentes doses do resíduo orgânico no primeiro ciclo de produção..... 74

Figura 4 - Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) dos cultivares em função das diferentes doses do resíduo orgânico, primeiro ciclo de produção (A) e segundo ciclo de produção (B)..... 75

Figura 5 - Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em plântulas de girassol..... 76

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - RESPOSTAS FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICAS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO COM RESÍDUO ORGÂNICO

Tabela 1 - Análise química e granulométrica do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. Fortaleza, Ceará. 2015.....	34
Tabela 2 - Análise química do resíduo orgânico utilizado nos tratamentos.....	35
Tabela 3 - Resumo da análise de variância do experimento realizado em Fortaleza/CE. 2015.....	37
Tabela 4 - Fotossíntese líquida (A) de plantas de girassol em função da adubação orgânica e mineral.....	39
Tabela 5 - Taxa transpiratória de plantas de girassol adubadas com resíduo orgânico e adubo mineral.....	40

CAPÍTULO 2 - RESÍDUO ORGÂNICO DE ALTO TEOR DE POTÁSSIO SOBRE CULTIVARES DE GIRASSOL

Tabela 1 - Análise química e granulométrica do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. Fortaleza, Ceará. 2014 e 2015.....	50
Tabela 2 - Constituintes químicos do resíduo orgânico utilizado nos tratamentos.....	51
Tabela 3 - Resumo da análise das variáveis do primeiro ciclo de produção aos 75 dias após a semeadura.....	53
Tabela 4 - Análise de variância para o número de folhas (NF) em dias após a semeadura no segundo ciclo de produção.....	54
Tabela 5 - Valor médio do número de folhas de cultivares de girassol no segundo ciclo de produção.....	56
Tabela 6 - Análise de variância para altura de planta aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura no segundo ciclo de produção.....	57
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do capítulo (DC), produtividade e peso de 1000 aquênios no segundo ciclo de produção.....	59
Tabela 8 - Produtividade dos cultivares de girassol adubados com KCl no primeiro e	

segundo ciclo de produção. 2014 e 2015.....	61
Tabela 9 - Peso de 1000 aquênios em função das doses do resíduo orgânico no segundo ciclo de produção.....	62

CAPÍTULO 3 - EFEITO DO RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) no primeiro ciclo de produção.....	70
Tabela 2 - Diferenças do comprimento da parte aérea das plântulas de girassol em função das doses do resíduo orgânico.....	75
Tabela 3 - Comprimento da parte aérea de plântulas de girassol provenientes da adubação com cloreto de potássio nos dois ciclos de produção.....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivo específico.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	A cultura do girassol.....	19
3.2	Produção do girassol no mundo e no Brasil.....	20
3.3	Adubação com resíduo orgânico.....	21
3.4	Fonte de potássio na cultura do girassol.....	23
	REFERÊNCIAS	25

CAPÍTULO 1 - RESPOSTAS FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICAS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO COM RESÍDUO ORGÂNICO

	Resumo.....	31
	Abstract.....	32
	Introdução.....	33
	Material e métodos.....	34
	Resultados e discussão.....	37
	Conclusão.....	43
	Agradecimentos.....	43
	Referências.....	43

CAPÍTULO 2 - RESÍDUO ORGÂNICO DE ALTO TEOR DE POTÁSSIO SOBRE CULTIVARES DE GIRASSOL

	Resumo.....	47
	Abstract.....	48
	Introdução.....	49
	Material e métodos.....	50
	Resultados e discussão.....	53
	Conclusão.....	62
	Agradecimentos.....	63

Referências.....	63
------------------	----

CAPÍTULO 3 - EFEITO DO RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL

Resumo.....	66
Abstract.....	67
Introdução.....	68
Material e métodos.....	69
Resultados e discussão.....	70
Conclusão.....	77
Agradecimentos.....	77
Referências.....	77

1 INTRODUÇÃO

A partir dos anos 80 a agricultura brasileira vem se desenvolvendo em termos de produção e a possível resposta para esse avanço na produtividade é a incorporação e disponibilidade das tecnologias existentes que proporcionam aumento nessa produtividade.

De acordo com Gualberto et al. (2003) a atividade agrícola é essencial para toda e qualquer sociedade, independentemente do nível de desenvolvimento, pois a grande questão contemporânea é saber como manter as áreas produtivas sem afetar drasticamente os diferentes ecossistemas terrestres.

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa de ciclo anual e que apresenta um potencial para a produção e geração de energia renovável no Brasil, fornecendo a matéria-prima para a produção do biocombustível (PAES et al., 2009). Apresenta também importância no uso da culinária, estética e medicinal, pela qualidade dos constituintes presentes no óleo. Sendo considerada uma espécie produtora de grãos e forragem e que apresenta uma fácil adaptação aos diversos ambientes (LIRA et al., 2011). Também é uma cultura que se destaca como opção para os produtores no sistema de rotação de culturas. Apresenta um grande potencial de cultivos em diversas épocas do ano na maioria das regiões brasileiras, podendo se constituir numa alternativa adicional de produção e compor principalmente um sistema de produção de grãos (PEREIRA et al., 2014).

O Brasil apresenta uma pequena produção interna de potássio fertilizante, quando comparado a sua demanda pelo produto, assim, é considerado um grande importador desse fertilizante. A produção do potássio fertilizante no Brasil, conforme dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (2016) a capacidade de produção do cloreto de potássio é da ordem de 500 mil toneladas por ano, correspondendo a 300 mil toneladas por ano de K_2O equivalente. As reservas oficiais de sais de potássio no Brasil ainda conforme o Departamento Nacional de Produção Mineral (2016) está restrito aos estados de Sergipe e do Amazonas, as reservas oficiais de silvinita ($KCl + NaCl$) nas regiões de Taquari/Vassouras e Santa Rosa de Lima em Sergipe, juntas apresentam teor médio de 9,3% de K_2O equivalente. No estado do Amazonas, as reservas oficiais de silvinita apresentam-se com teor médio da ordem de 20,01 % de K_2O equivalente. É importante ressaltar que a vida útil da reserva Taquari/Vassouras, está estimada até 2018.

Estudos envolvendo fontes alternativas de potássio oriundo de resíduos agroindustriais são apropriados, pois os benefícios ocasionados ao meio ambiente pela redução do descarte desse resíduo, e os resultados benéficos promovidos ao solo, como fertilizante e matéria orgânica, minimizará custos de produção pela redução na compra dos fertilizantes, por possuir uma alternativa orgânica de adubação que contém teores elevados de potássio.

Uma das alternativas de fontes orgânicas utilizados como adubo, seria o uso do resíduo da indústria de torrefação do café, que através de análises químicas constatou-se que esse subproduto possui elevados índices minerais principalmente do potássio, que é um nutriente essencial para o desenvolvimento do girassol, visto que o mesmo atua principalmente na produção de aquênios.

As pesquisas visam principalmente à redução nos gastos de produção e destino adequado a esse subproduto. No processo de torrefação do café, além do pó que é largamente utilizado, sendo uma das bebidas mais consumida no mundo, existe também a geração de subprodutos que na maioria dos casos não são aproveitados para outras atividades, desse modo, a indústria requer gasto para descarte desses materiais, além de tornar um poluente para o meio ambiente.

A utilização desse subproduto como fonte de potássio, proporcionará diminuição nos gastos com aquisição de adubos químicos, aumentando a margem de lucro e dando um destino adequado a esse resíduo, e dessa forma, minimizando as interferências ambientais com o descarte desse subproduto no meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o resíduo gerado do processamento da torrefação do café como fonte orgânica de potássio na adubação de dois cultivares de girassol.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Analisar as características fisiológicas e bioquímicas;

2.2.2 Avaliar as características agronômicas e os componentes de produção;

2.2.3 Verificar a influência do resíduo orgânico sobre a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A CULTURA DO GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal originária das Américas, de ciclo anual, dicotiledônea e pertencente à família Asteraceae (MAIA JÚNIOR et al., 2013). Essa cultura teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, as pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte-americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C. (SELMECZI-KOVACS, 1975).

Na Rússia, conforme Dall Agnol et al. (2005) a introdução ocorreu no século XVIII como planta ornamental. No continente sul-americano chegou primeiro à Argentina, por volta do século XIX, depois difundiu-se para outros países, como o Brasil, estabelecendo-se a produção na região Sul, provavelmente trazida por colonizadores europeus que de início consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985).

Na atualidade, o girassol é uma das culturas que apresentam um potencial máximo de produção, em que suas sementes podem apresentar diversas finalidades, como por exemplo, utilização na fabricação da ração animal, extração de óleo de alta qualidade para consumo humano ou como matéria-prima para a produção de biodiesel (LEITE et al., 2005). Dentre as suas diversas utilidades conforme Nobre et al. (2010) também se destaca na produção de forragem alternativa, planta melífera e ornamental. Porém, as sementes do girassol ultimamente tem sido destaque também no uso medicinal, pelas propriedades conferidas e vitaminas presente nestas.

De acordo com Castiglioni e Oliveira (2005) o óleo extraído dos aquênios possui características culinárias e nutricionais valiosas, sendo uma excelente fonte de ácido linoleico. A planta do girassol é uma oleaginosa que apresenta importantes características agrônômicas, tais como: maior resistência à seca, ao frio e a pragas do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil (FEITOSA et al., 2013).

Conforme Lopes et al. (2009) o girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas.

O girassol segundo Freitas (2012) é uma cultura que apresenta viabilidade para a região Nordeste, pois a sua adaptabilidade, como o aproveitamento de suas sementes e a massa seca, como também o teor de óleo em torno de 40%, aliado com a sua crescente valorização no mercado, são o cenário ideal para a geração de retornos financeiros. Além do mais, essa cultura apresenta um sistema radicular do tipo pivotante, constituída por um eixo principal e raízes secundárias, que são capazes de captar água em profundidade, por esse motivo o girassol apresenta um bom desenvolvimento radicular tornando a planta mais resistente à seca quando comparado com outras culturas (GAZZOLA et al., 2012).

3.2 PRODUÇÃO DO GIRASSOL NO MUNDO E NO BRASIL

A produção do girassol abrange quase todos os continentes, atingindo uma área superior a 24 milhões de hectares e uma produção acima de 32 milhões de toneladas (LIRA et al., 2011). Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2015), a produção mundial de grãos de girassol para a safra 2015/16 deverá ter uma redução de 1,5 %, a produção se concentrará em torno de 39,5 milhões de toneladas, destacando a Ucrânia como maior produtor de grão de girassol com uma produção para a safra 2015/16 em torno de 11,0 milhões de toneladas, seguida pela Rússia com uma produção de 9,7 milhões de toneladas, com aumento em torno de 8,1% em comparação a safra anterior.

Com relação a produção mundial do óleo de girassol para a safra 2015/16 deverão ser da ordem de 15,2 milhões de toneladas, um aumento de 0,5% quando comparado a safra 2014/2015. Sendo a Ucrânia considerada o maior produtor com uma produção estimada de 4,6 milhões de toneladas, já o segundo maior produtor destaca-se a Rússia, com 25% da produção mundial, conforme dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (2015).

Em termos de produção mundial de farelo de girassol, para a safra 2015/16, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos informa que deverá ser da ordem de 15,9 milhões de toneladas, aumento de 0,3% em relação à safra anterior, destacando a Ucrânia como maior produtor mundial com uma produção prevista para a safra 2015/16 em torno de 4,5 milhões de toneladas.

Com relação as estimativas de produção no Brasil, este ainda é considerado um pequeno produtor com uma área cultivada de aproximadamente 111,5 mil hectares, correspondendo a uma produção em torno de 179,8 mil toneladas e uma produtividade média de 1.613 kg/ha (CONAB, 2016). Dentre às regiões produtoras do girassol no Brasil,

destacam-se a região do Centro-Oeste com percentuais de aproximadamente 84,5% e 84,4% para a área explorada e produção de grãos, respectivamente, nessa região destaca-se os Estados Mato Grosso e Goiás como os maiores produtores nacional de girassol (CONAB, 2016).

Na região Sul, o Estado do Rio Grande do Sul deverá na safra de 2016 apresentar aumento na produtividade e na produção, esse acréscimo deverá ser em torno de 29,9% e 30,2%, respectivamente. E com relação à produção do Nordeste brasileiro verifica-se que essa região não haverá plantação de girassol na safra atual (CONAB, 2016).

3.3 ADUBAÇÃO COM RESÍDUOS ORGÂNICOS

A matéria orgânica é um importante constituinte do solo sendo uma componente chave na qualidade dos sistemas agrícolas, pois o seu conteúdo e sua qualidade são os importantes fatores que mantêm a fertilidade dos solos e a sustentabilidade dos agroecossistemas (REEVES, 1997).

De acordo com Prado (2008) o acúmulo de nutrientes nas plantas reflete a exigência nutricional que varia em função de alguns fatores, como: o nível de produção, a espécie, a fertilidade do solo, as condições climáticas e os tratos culturais.

Trabalhos realizados por Nobre et al. (2010) com adubação orgânica (esterco bovino curtido) na cultura do girassol verificaram que a dosagem de 1,5% proporcionou a maior altura, assim como até a dosagem de 1,4%, houve ligeira redução no número de dias necessários para iniciar a floração do girassol.

Maia Júnior et al. (2013) ao estudar o crescimento e a fitomassa do girassol adubado com esterco bovino, observaram que a adubação orgânica com o esterco bovino influenciou positivamente o crescimento em altura, diâmetro, fitomassa seca da parte aérea e raiz das plantas de girassol, eles ainda concluíram que a adubação orgânica com esterco bovino parece ser uma adequada alternativa para substituir a adubação química no girassol variedade Embrapa 122.

Segundo Canellas et al. (2000) a matéria orgânica através das trocas iônicas, tem importância fundamental no suprimento de nutrientes às plantas, na ciclagem de nutrientes e na fertilidade do solo.

Ferreira (2011) realizou um estudo para avaliar os efeitos da aplicação da borra de café, compostada e não compostada e da sua concentração no crescimento, composição química e propriedades biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.), sendo observado

que a borra de café (compostada ou não compostada) bem como a sua concentração influenciam significativamente o crescimento das plantas de alface quer em altura como em produção de biomassa. Também verificaram que a aplicação da borra de café, independentemente do seu estado de decomposição, pode favorecer significativamente a produção de biomassa foliar e o crescimento em altura das plantas, sendo em média duas vezes maior que às plantas utilizadas no controle.

Em estudos realizados por May et al. (2011) com extrato de casca de café (*Coffea arabica*) sobre a germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus*), observaram que a germinação do pepino foi afetada significativamente pelo aumento da concentração desse extrato. Esses autores verificaram uma redução na formação de plântulas normais e maior sensibilidade na raiz, observando necroses e anomalias como engrossamento e encurvamento.

Yuri et al. (2004) ao trabalharem com a mistura de camadas alternadas de casca do grão de café, esterco de curral e palha triturada de crotalaria, concluíram que o uso de 56,0 t ha⁻¹ desse composto aplicado em pré-plantio, proporcionou um melhor rendimento e qualidade comercial da alface americana.

Estudos realizados por Bernardo et al. (2011) com a cultura do tomate utilizando vários compostos orgânicos, dentre eles a casca de café que é rica em potássio, verificaram que esse composto aumentou significativamente a massa de raízes, além de atuar como potencial nematicida para o controle de *Meloidogyne javanica* no tomateiro.

A palha de café vem sendo utilizadas ao longo do tempo e possui diversas finalidades. Alguns trabalhos vêm utilizando a casca e a polpa do café como substrato para o crescimento de microrganismos, ração para animais e adubo orgânico (GOUVEA et al., 2009).

Santinato et al. (2008) ao estudar a adubação orgânica com palha de café curtida associada com a adubação química (N-P-K-S) em estágios iniciais na lavoura de café, observaram que os tratamentos com a palha de café nas doses entre 2,5 e 20 t ha⁻¹ foram superiores a adubação química. Ainda verificaram que os tratamentos com palha de café nas doses de 5, 10 e 20 t ha⁻¹, foram as que se destacaram com aumentos de 25 a 33% em relação ao químico.

Ao trabalharem com diversos compostos orgânicos, dentre eles a palha de café, Sediya et al. (2000) observaram que os compostos orgânicos produzidos com palha de café apresentaram valores de K e pH mais elevados que a combinação de bagaço de cana-de-açúcar com outros materiais analisados. Já Garcia et al. (1983) mostram que a adubação orgânica com palha de café, fornecendo o K e quando suplementada com P e N aumentou em

20% a produção do cafeeiro em relação à adubação mineral. Assis et al. (2011) em estudos realizados com espécies de orquídeas cultivadas em substratos a base de casca de café, verificaram que para matéria seca da raiz os substratos utilizados que continham os extratos da casca do café não diferiam da testemunha, ou seja, não houve nenhum efeito adverso nessa variável.

Adicionando resíduos orgânicos ao solo, as cargas negativas do mesmo aumentam, e com isso, há uma maior disponibilidade dos nutrientes às plantas. Além de minimizar os efeitos adversos ao solo e ao meio ambiente em razão do uso dos fertilizantes químicos, pois segundo Salcedo (2004) apesar dos custos serem elevados desses fertilizantes, a fertilidade desses solos depende do manejo e da matéria orgânica no solo.

Os agrossistemas necessitam da conservação do solo para poder produzir a longo prazo e em grande escala, para isso a manutenção da matéria orgânica em regiões semiáridas é um dos fatores principais para o desenvolvimento da produção sustentável. De acordo com Stewart e Robinson (1997) a matéria orgânica no solo é extremamente importante em todos os processos biológicos, físicos e químicos, pois a redução da matéria orgânica no solo indica redução de sua qualidade.

3.4 FONTE DE POTÁSSIO NA CULTURA DO GIRASSOL

O potássio (K) é o sétimo elemento mais comum que ocorre na crosta terrestre estando largamente distribuído, mas devido à sua alta reatividade e afinidade com outros elementos nunca ocorre em sua forma elementar. Ocorre em rochas, solos, oceanos, lagos e salinas residuais de lagos salgados. Teores mais elevados são observados nos minerais evaporíticos e nos silicatos de potássio (OLIVEIRA e SOUZA, 2001).

O território brasileiro é constituído, na sua maior parte, por solos ácidos e pobres em nutrientes, como o potássio (K). Para torná-los produtivos, são utilizadas quantidades elevadas de fertilizantes, que englobam cerca de 40% dos custos variáveis de produção. Segundo Martins et al. (2008) existe a necessidade de se buscar alternativas econômicas aos fertilizantes tradicionais, visto que a demanda pelo potássio fertilizante é crescente quando comparado a sua produção interna.

A quantidade de potássio fertilizante importada em 2014 esteve em torno de 11,25% acima do que foi verificado no ano anterior, já o valor de importação do produto apresentou uma redução de 12,85% quando comparado ao ano de 2013, assim, para o ano de 2014, o Brasil manteve-se no contexto mundial como grande importador do potássio

fertilizante, ou seja, a produção brasileira do potássio fertilizante encontra-se muito abaixo da demanda interna pelo produto (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, 2016).

O Brasil tem importado a maior parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura, especialmente, na forma de cloreto de potássio (KCl). Conforme dados do Departamento Nacional de Produção Mineral (2016) em virtude da pequena produção interna, comparada à grande demanda interna pelo potássio, o Brasil situa-se no contexto mundial como grande importador desse fertilizante tendo importado em 2013, 4,9 mil toneladas de K_2O equivalente.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009) o potássio é considerado um nutriente essencial para o desenvolvimento dos vegetais, o suprimento inadequado de um elemento essencial, resulta em um distúrbio nutricional manifestando-se por sintomas. Também é considerado o primeiro nutriente em ordem de extração nas culturas, pela sua contribuição na formação e translocação de carboidratos, uso eficiente da água pela planta, equilibra a aplicação de nitrogênio, além disso, facilita a absorção de outros nutrientes como o cálcio (CIANCIO, 2010).

Conforme Sfredo et al. (1984) o girassol quando comparado com as culturas da soja e do milho, extrai 40% a mais do potássio. Segundo Castro e Farias (2005) o girassol apresenta teores de 10 g kg^{-1} de K nas sementes e de 132 g kg^{-1} de K na palha dos restos culturais, exportando apenas 7% do potássio acumulado.

Com relação ao nível crítico de potássio no solo, Villalba (2008) trabalhando com girassol em dois tipos de solos com 60% e 20% de argila, obteve valores de 0,41 e 0,23 cmolc dm^{-3} , respectivamente, demonstrando assim uma variação do nível crítico de K em função do teor de argila no solo.

Estudos realizados por Uchôa et al. (2011) utilizando o potássio em cobertura e avaliando cultivares de girassol, puderam observar que a dose de máxima eficiência econômica para produtividade de aquênios e para a produtividade de óleo foi de 74,5 e 80,1 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura, respectivamente; e também verificaram que as produções máximas alcançadas pela adição de doses crescentes de K_2O foram de 2.038,3 kg ha^{-1} de aquênios, 52,5% de óleo na semente, com produção estimada de óleo de 1.079,3 kg ha^{-1} .

A deficiência de potássio conforme Cecílio Filho e Grangeiro (2004) ocasiona o funcionamento irregular dos estômatos o que pode diminuir a assimilação de CO_2 e a taxa fotossintética, afetando assim negativamente a produção. O potássio atua na ativação de aproximadamente 50 enzimas, dentre elas, destacam-se as sintetases, oxiredutases,

desidrogenases, transferases, quinases, aldolases e a rubisco uma enzima considerada chave no processo fotossintético (TAVARES et al., 2013).

De acordo com Crisóstomo et al. (2003) o potássio é de grande mobilidade no interior das plantas e o seu movimento é na direção dos tecidos meristemáticos, esse elemento está envolvido nos processos de translocação dos assimilados, dos compostos fotossintetizantes, na ativação de enzimas e exerce influência sobre a qualidade dos frutos, tamanho, sólidos solúveis, espessura e coloração da casca. O primeiro sintoma visível de deficiência de potássio é clorose em manchas ou marginal, que, então, evolui para necrose, principalmente nos ápices foliares, nas margens e entre nervuras (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Plantas deficientes caracterizam-se por crescimento lento, raízes pouco desenvolvidas, caules fracos e muito flexíveis e mais suscetíveis a ataques de doenças, além de prejudicarem a formação de sementes e frutos com menor tamanho e com menor intensidade de cor (ERNANI et al., 2007).

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. M.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L.Y.; LONE, A.B.; SOUZA, G. R. B.; FARIA, R.T.; ROBERTO, S.R.; TAKAHASHI, L. S. A. Cultivo de orquídea em substratos à base de casca de café. **Bragantia**, v.70, n.3, p.544-549, 2011.
- BERNARDO, J. T.; FREITAS, L. G.; YAMADA, J. K.; ALMEIDA, V. S.; DALLEMOLE-GIARETTA, R.; FERRAZ, S. Efeito de Adubos Orgânicos sobre *Meloidogyne javanica* em Tomateiro. **Nematologia Brasileira**, v.35, n. 2, p.10-19, 2011.
- CANELLAS, L. P.; BERNER, P. G.; SILVA, S. G. DA; SILVA, M. B.; SANTOS, G. DE A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.1, p.133-143, 2000.
- CASTIGLIONI, V. B. R. E OLIVEIRA, M. F. Melhoramento do girassol. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005, p.393-427.
- CASTRO, C. de; FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 163-210.

CECÍLIO FILHO, A. B.; GRANGEIRO, L. C. Produtividade da cultura da melancia em função de fontes e doses de potássio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.3, p.561- 569, 2004.

CIANCIO, N. H. R. **Produção de Grãos, Matéria Seca e Acúmulo de Nutrientes em Culturas Submetidas à Adubação Orgânica e Mineral**. 2010. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: conjuntura mensal**. Brasília: Conab, 2016.

CRISOSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; VAN RAIJ, B.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISOSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2003. 20p.

DALL AGNOL, A.; VIEIRA, O. V.; LEITE, R. M. V. B. C. Origem e História do Girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Eds). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 1-14.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **Relatórios**. 2016. Disponível em:< <http://www.usdabrazil.org.br/portugues/reports.asp>>. Acesso em 15 maio 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Sumário mineral**. 2016. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/colecoes/colecao-de-sumarios-sumario-mineral>>. Acesso em 24 de julho 2016.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017 p.

FEITOSA, H. O.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, A. F. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.3, p.302-307, 2013.

FERREIRA, A.D. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface** (*Lactuca sativa* L.). 2011. 95f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) – Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2011.

FREITAS, G. A. Análise econômica da cultura do girassol no Nordeste. **Informe Rural ETENE**, Ano VI, n.2, 2012.

GARCIA, A. W. R.; MARTINS, M.; SALGADO, A. R.; FREIRE, A. A. F. Efeito da adubação química isoladamente, bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção do cafeeiro Mundo Novo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10, 1983, Poços de Caldas. 1983. *Resumos...* Poços de Caldas, 1983. p. 282-284.

GAZZOLA, A.; FERREIRA JR. C.T.G.; CUNHA, D.A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G.D.; PESTANA, J.; D'ANDRÉA, M.S.C.; OLIVEIRA, M.S. **A cultura do girassol**. Piracicaba: USP, 2012. 69p.

GOUVEA, B. M. et al. Feasibility of ethanol production from coffee husks. **Biotechnology Letters**, Drodrecht, v.31, n. 9, p.1315-1319, 2009.

GUALBERTO, V.; MELLO, C. R.; NÓBREGA, J. C. A. O uso do solo no contexto agroecológico: uma pausa para reflexão. **Informe Agropecuário**, v.24, n.220, p.18-28, 2003.

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

LOPES, P. V. L. et al. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 208.

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

MAIA JÚNIOR, F. C. F.; PEREIRA, R. F.; ALVES, F. I. S.; CAVALCANTE, S. N.; MESQUITA, E. F.; SUASSUNA, T. C. Crescimento e fitomassa do girassol variedade ‘Embrapa 122/V-2000’ adubado com esterco bovino em dois solos. **ACSA**, v.9, n.4, p. 67-75, 2013.

MAY, D.; OLIVEIRA, C.M. R.; ROCHA, L.D.; MARANHO, L.T. Efeito de extratos de casca de café (*Coffea arábica* L.) na germinação e crescimento de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociência**, v.9, n.2, p.180-186, 2011.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.7, p.747-754, 2010.

NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; ANDRADE, L. O. de. Crescimento e floração do girassol sobestresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.3, p.358- 365, 2010.

OLIVEIRA, L.A.M.; SOUZA, A.E. **Potássio** – boletim mineral brasileiro. 2001. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/potassio.pdf>>. Acesso em: 22 abril 2016.

PAES, J. M. V; ZITO, R.K.; LUCAS, F.T.; BORGES, B. M. N.; OLIVEIRA JR. A. B.; NUNES, M. C. de O. Avaliação de Cultivares de Girassol em Uberaba/MG. In: **Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol 2009**, Pelotas-RS. Resumos. Embrapa Clima Temperado, p.18, 2009.

PELEGRINI, B. **Girassol**: uma planta solar que das américas conquistou o Mundo. São Paulo: Ícone, 1985. 117p.

PEREIRA, T.A; SOUTO, L.S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E.P.; SOUZA, D.L.; SILVA, V.N.; SOUZA, F.M. Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.10, n.1, p.59- 64, 2014.

PRADO, R.M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: editora UNESP, 2008. 407p.

REEVES, D.W. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. **Soil e Tillage Research**, v.43, n.2. p.131-167, 1997.

SALCEDO, I. H. Fertilidade do solo e agricultura de subsistência: Desafios para o Semi-arido Nordeste. In: Fertibio, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC, 2004.

SANTINATO, R.; TICLE, R. F.; ALMEIDA, L. S. SILVA, V. A.; D'ANTÔNIO, G. A. C. Adubação orgânica com palha de café curtida associada com a adubação química N-P-K-S na forma compensada durante a formação da lavoura de café em solo de cerrado – LVE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34, 2008, Caxambú. **Anais...** Varginha: PROCAFÉ, 2008. p. 321-323.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, v.57, n.1, p.185-189, 2000.

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

STEWART, B.A., ROBINSON, C.A. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? **Advances in Agronomy**, v.60, p.191-228, 1997.

TAIZ e ZAIGER, **Fisiologia Vegetal**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.848p.

TAVARES, L.C.; TUNES, L.M.; BRUNES, A.P.; FONSECA, D. A.R.; RUFINO, C.A.; BARROS, A.C.S.A. Potássio via recobrimento de sementes de soja: efeitos na qualidade fisiológica e no rendimento. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1196-1202, 2013.

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**, v.42, n.1, p.8-15, 2011.

UNGARO, M. R. G. Potencial da cultura do girassol como fonte de matéria-prima para o programa nacional de produção e uso de biodiesel. In: CAMARA, G. M.; HEIFFIG, L. S. (Eds.) **Agronegócio de plantas oleaginosas: matérias-primas para o biodiesel**. Piracicaba, ESALQ. p.57-80, 2006.

VILLALBA, E. O. **Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema de plantio direto no Paraguai/ 2008**. 82f. (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Ciências do Solo - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

YURI, J.E. RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.127-130, 2004.

CAPÍTULO 1

RESPOSTAS FISIOLÓGICA E BIOQUÍMICAS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDAS A ADUBAÇÃO COM RESÍDUO ORGÂNICO

RESUMO

A adubação orgânica tem proporcionado melhor aproveitamento do solo e menos impacto ambiental, utilização de fontes orgânicas alternativas de K_2O , possibilitará melhores resultados no solo, menos agressividade ao meio ambiente, e uma forma mais barato e acessível aos produtores. O potássio é um nutriente que tem grande influência sobre o desenvolvimento das plantas e para a cultura do girassol, este atua sobre a produção de aquênios. Dessa forma, a pesquisa teve como objetivo avaliar as características fisiológicas e bioquímicas de dois cultivares de girassol submetidos a adubação com resíduo orgânico de elevado teor potássico. O experimento empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 4 + 2$ sendo dois cultivares de girassol (BRS 122 e BRS 323), quatro doses do resíduo orgânico (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de K) mais o cloreto de potássio na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de K para os dois cultivares. Realizou-se medições da temperatura foliar e das taxas de fotossíntese, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO₂ e a relação entre a concentração interna e externa de CO₂, também determinou a concentração dos N-aminosolúveis, das proteínas e dos carboidratos solúveis. Os resultados evidenciaram que não houve diferença significativa quanto aos tratamentos (resíduo orgânico e o cloreto de potássio), ou seja, o resíduo orgânico não influenciou na fisiologia dos cultivares de girassol podendo ser utilizado em substituição ao potássio inorgânico.

Palavras-chaves: *Helianthus annuus* L.; potássio; trocas gasosas; solutos orgânicos.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL RESPONSES OF SUNFLOWER CULTIVARS SUBMITTED THE FERTILIZATION WITH ORGANIC RESIDUE

ABSTRACT

The organic fertilizer has provided better soil use and less environmental impact, use of organic sources alternative of K_2O , provides better results in the soil, less aggression to the environment, and a cheap and affordable way to producers. Potassium is a nutrient that has great influence on the development of plants and the sunflower crop, this acts on the production of achenes. Thus, the research aimed to evaluate the physiological and biochemical characteristics of two sunflower cultivars submitted to fertilization with organic residue of high potassium content. The experiment was a randomized block in factorial scheme $2 \times 4 + 2$ with two sunflower cultivars (BRS 122 e BRS 323), four doses of organic residue (0, 40, 80 e 120 $kg\ ha^{-1}$ de K) more potassium chloride at a dose of 60 $kg\ ha^{-1}$ de K for both cultivars. Measurements was performed in the leaf temperature and of the photosynthetic rates, transpiration, stomatal conductance, internal CO_2 concentration and internal and external ratio of carbon, also determined the concentration of N-aminosolúveis, protein and soluble carbohydrate. The results showed that there was no significant difference between treatments (organic residue and potassium chloride), that is, the organic residue does not influence the physiology of sunflower cultivars, can be a substitute for inorganic potassium.

Keywords: *Helianthus annuus* L, potassium, gas exchange, organic solutes.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie vegetal de ciclo anual pertencente à família Asteraceae, sendo considerada uma oleaginosa com potencialidade para a geração de energia renovável, em razão da excelente qualidade do óleo extraído da semente para ser utilizado na produção do biocombustível (DICKMANN et al., 2005).

A cultura se destaca por ser uma espécie produtora de grãos e forragem e que apresenta uma fácil adaptação aos diversos ambientes (LIRA et al., 2011). Destacando-se ainda como opção para os produtores no sistema de rotação de culturas. Interfere na fertilidade do solo, proporcionando uma elevada capacidade de ciclagem de nutrientes e uma reduzida taxa de exportação destes (FEITOSA et al., 2013). Segundo Santos et al. (2012) a cultura do girassol tem despertado nos últimos anos um grande interesse a nível mundial, pelas características agronômicas, tais como tolerância ao frio, a seca e pelas características qualitativas.

Diversos estudos têm avaliado a melhoria das propriedades químicas do solo pelo uso de fontes orgânicas na agricultura, uma das alternativas de fontes orgânicas que merece ser analisada para observar sua eficiência sobre as culturas, seria o uso do resíduo gerado do processamento da torrefação do grão do café, que através de análises químicas constatou-se que esse material apresenta elevados índices minerais principalmente do potássio, que é um nutriente essencial para o desenvolvimento das plantas.

O uso de fertilizantes de origem orgânica pode disponibilizar nutrientes para plantas e micro-organismos (KRAY et al., 2011), melhorar os atributos químicos e físicos do solo (SAMPAIO et al., 2012), pela adição de matéria orgânica, além de proporcionar maior reciclagem de nutrientes no solo pelas culturas em relação ao uso da adubação mineral (MELO et al., 2011).

As alternativas orgânicas de nutrientes na agricultura, além de minimizar o impacto ambiental da deposição inadequada de resíduos no solo, reduz os custos de produção, igualando ou superando a produtividade dos grãos das culturas obtidas pelo uso de fertilizantes químicos (STROJAKI et al., 2013).

O girassol apresenta-se exigência quanto ao potássio, assim, a disponibilidade de potássio para a produção de girassol no solo deve ser de média a alta, já que, sua demanda é elevada. De acordo com Sfredo et al. (1984), o girassol extrai 40% mais K do que as culturas da soja e do milho. Conforme Hafsi et al. (2014) o potássio é um macronutriente que participa de muitos processos fisiológicos, tais como o ajustamento osmótico, fotossíntese, transporte e

ativação enzimática nas plantas. O potássio é importante para o movimento de solutos via floema, tendo atuação indiretamente sobre o aumento da taxa de fotossíntese (KARLEY e WHITE, 2009).

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar características fisiológicas e bioquímicas de dois cultivares de girassol submetidos a adubação com resíduo orgânico de elevado teor potássico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Agricultura do Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no Campus do Pici em Fortaleza/CE, durante o período de abril a agosto de 2015.

As características químicas do solo retiradas das camadas de 0-20 e 20-40 cm, antes da instalação do experimento estão apresentadas na Tabela 1. Foram amostrados 20 pontos aleatórios da área, misturando-os e obtendo-se uma amostra composta do solo.

Tabela 1- Análise química e granulométrica do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. Fortaleza, Ceará. 2015.

	pH	P	K	Na	Mg	Al	Ca	M.O	Areia	Silte	Argila
Camada (cm)		(mg/kg)	-----	(cmol/kg)-----				(g/kg)	-----	(g/kg)-----	
0 – 20 (2015)	6,8	6	0,17	0,13	0,70	0,15	1,00	7,45	416	78	64
20- 40	6,7	6	0,17	0,20	0,60	0,20	0,60	5,79	508	81	90

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Planta do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

O resíduo utilizado nos tratamentos, cujas características químicas estão apresentadas na Tabela 2, foi produzido pela empresa Três Corações no município de Eusébio localizado na região metropolitana de Fortaleza - CE. Este resíduo é obtido após o processo de beneficiamento e torrefação do grão de café a uma temperatura de 270°C, gerando um volume crescente de cinzas, que foi o material usado nas análises.

Tabela 2 - Análise química do resíduo orgânico utilizado nos tratamentos.

Características químicas do resíduo orgânico											
----- (g/kg) -----						----- (mg/kg) -----					
N	M.O	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
12,9	331,2	7,1	16,3	83,3	101,6	48,6	28,7	4632,9	216,9	71,9	219,5

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Planta do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

O resíduo apresentava-se com altos teores de umidade, sendo assim, antes da utilização nos tratamentos, estes foram dispostos em bancadas para secagem por um período de uma semana em casa de vegetação a uma temperatura variando de 28 a 30 °C, após esse período, estes foram guardados em sacos plásticos e lacrados para evitar contaminação e em seguida utilizados como adubo.

O preparo do solo da área experimental foi realizado de modo convencional, em que consistiu de aração e duas gradagens cruzadas; a semeadura foi feita com sementes de girassol dos cultivares BRS 122 e BRS 323, sendo a adubação realizada com base na análise do solo e seguindo a recomendação de Lira et al. (2011), usando como fonte de nitrogênio a ureia (60 kg ha⁻¹ de N) parcelado em duas doses, a primeira em fundação no momento do plantio e a segunda aos 35 dias após o plantio em cobertura, juntamente com o ácido bórico (2 kg ha⁻¹ de B). Como fonte de fósforo usou-se o superfosfato simples na dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado de uma única vez no momento do plantio; o plantio foi realizado em fileiras simples com espaçamento de 0,7 m entre linhas x 0,3 m entre plantas. A área experimental foi constituída de 40 parcelas, com tamanho de 11,2 m², cada parcela experimental foi constituída de 4 linhas totalizando 48 plantas, sendo considerada a área útil (áreas das avaliações) as fileiras centrais. Ambos os tratamentos tiveram quatro repetições que correspondem a quatro blocos.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4+2, em que dois são os cultivares, quatro as doses do resíduo orgânico (T₁=0, T₂=40, T₃=80 e T₄=120 kg ha⁻¹ de K) mais a testemunha adicional que foi o cloreto de potássio na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de K para ambos os cultivares.

Foram realizadas medições da temperatura foliar e das taxas de fotossíntese (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO₂ (*C_i*) e relação entre a concentração interna e externa de CO₂ (razão *C_i/C_a*), em duas folhas totalmente

expandidas do terço médio das plantas na área útil aos 45 dias após a semeadura, utilizando-se o analisador de gases infravermelho portátil (IRGA), modelo Li – 6400XT (*Portable Photosynthesis System - LI*) da LICOR. Coletou-se aos 50 dias após a semeadura duas folhas do terço médio das plantas que estavam localizadas na área útil e em seguida estas foram liofilizadas e maceradas para a obtenção do extrato que foi usado na determinação do N-aminosolúveis, da concentração de proteínas e dos carboidratos solúveis.

A determinação do N-aminosolúveis foi realizada de acordo com o método de Yemm e Cocking (1955). Em tubos de ensaio foram adicionados 500µL do extrato foliar, 250 µL do tampão citrato (0,2M, pH 5,0), 500 µL do KCN (0,2 Mm) e 100 µL de ninhidrina 5%, em seguida os tubos foram fechados, agitados e colocados em banho-maria por 20 minutos a 100 °C, decorrido esse período a reação foi interrompida, colocando-se os tubos em banho de gelo, após o resfriamento foram adicionados 650 µL de etanol a 60%. Os teores de N-aminosolúveis foram estimados através de leituras de absorvância em 570 nm com base a uma curva padrão ajustada a partir de concentrações crescentes de glicina.

Os teores de proteínas solúveis foram determinados de acordo com a metodologia de Bradford (1976). Adicionou-se 100 µL do extrato diluído, 1,0 mL do reagente do Coomassie. Este reagente foi preparado dissolvendo-se 100 mg de “Coomassie Brilliant Blue G-250” em 50 mL de etanol a 95%, acrescido de 100 mL de ácido fosfórico a 85%. O volume final da solução foi completado para 1 L com água deionizada. Após a mistura os tubos foram colocados em um agitador por 1 hora, decorrido esse período deixou os tubos em repouso por 15 minutos, sendo as proteínas solúveis estimadas pelas medidas de absorvância a 595 nm e expressas em mg g⁻¹ MS. Como padrão, foi utilizada a albumina de soro bovina.

Os carboidratos solúveis foram determinados de acordo com Dubois et al. (1956), a mistura da reação foi constituída por 200 µL do extrato, 200 µL de fenol 5% e 1,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. Em seguida a mistura foi agitada vigorosamente e deixada em repouso à temperatura ambiente (25°C) por 20 minutos para seu resfriamento, procedeu-se à quantificação dos carboidratos solúveis através das medidas de absorvância à 490 nm, utilizando-se como padrão uma curva feita com concentrações crescentes de D(+) glicose anidra.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação de médias, utilizando-se o software ESTAT (ESTAT, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos relacionados a condutância estomática (g_s), a fotossíntese líquida (A), taxa transpiratória (E), a concentração interna do carbono (C_i), a razão interna e externa de carbono (razão C_i/C_a) e temperatura foliar (T_F), não houve diferenças significativas em relação ao resíduo orgânico e cloreto de potássio (Tabela 3).

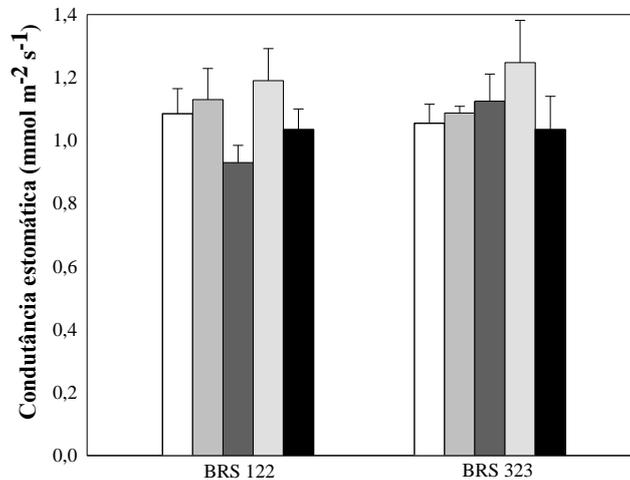
Tabela 3 - Resumo da análise de variância do experimento realizado em Fortaleza/CE. 2015.

FV	Gl	G_s	A	E	C_i	C_i/C_a	T_F
Valores do F							
Test. x fatores	1	0,18 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,40 ^{ns}
Testemunha	1	0,07 ^{ns}	0,74 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Cultivar	1	0,83 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Dose	3	2,36 ^{ns}	2,54 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,20 ^{ns}
C x D	3	0,80 ^{ns}	0,42 ^{ns}	2,10 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Tratamento	9	1,17 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,59 ^{ns}
Bloco	3	2,12 ^{ns}	7,20**	26,48**	8,43**	5,71**	29,17**
CV (%)	27	14,96	9,13	5,34	4,84	4,12	1,39

^{ns}, ** e - não significativo e significativo a 1%, respectivamente. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

A condutância estomática (g_s) é representada na Figura 1, que compara as doses do resíduo orgânico com a testemunha para os cultivares BRS 122 e BRS 323, em função da média e desvio padrão. Assim, no cultivar BRS 122 e BRS 323, na dose de 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico, estes apresentaram uma condutância de 1,19 mmol m⁻² s⁻¹ e 1,25 mmol m⁻² s⁻¹, respectivamente, enquanto a testemunha apresentou valores de 1,09 mmol m⁻² s⁻¹ no cultivar BRS 122 e 1,06 mmol m⁻² s⁻¹ para o cultivar BRS 323.

Figura 1 - Valores da condutância estomática (gs) de folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha^{-1} de K); (▒) 0 kg ha^{-1} K (■) 40 kg ha^{-1} de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha^{-1} de K do resíduo orgânico; (●) 120 kg ha^{-1} de K do resíduo orgânico.



Estudos realizados por Gondim et al. (2015) avaliando efeitos de doses de esterco na presença e ausência da adubação mineral, nas trocas gasosas em plantas de beterraba, verificaram superioridade na condutância estomática na presença da adubação mineral, fato este explicado pela presença do potássio. Assim, nesse estudo, constatou-se que a condutância estomática não foi alterada em função das doses do resíduo orgânico e do cloreto de potássio.

Prazeres et al. (2015) analisando o crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob salinidade e doses de potássio, verificaram que a condutância estomática das plantas de feijão-caupi foi crescente com o aumento das doses de potássio, fato este não observado no presente trabalho, pois a medida que a dose aumentou duas vezes a recomendada (120 kg ha^{-1}), a condutância estomática foi decrescente para os dois cultivares (Figura 1), porém não diferindo significativamente entre as demais doses e a testemunha.

Conforme Catuchi et al. (2012), a adubação potássica aumentou a condutância estomática em soja, pelo fato de que o K pode conferir uma dinâmica adequada da condutância estomática às plantas, além de ser um elemento extremamente importante na ativação da função carboxilase da Rubisco, o que contribui para uma maior atividade fotossintética (PRADO, 2008). Segundo Epstein e Bloom (2006) o potássio é um dos nutrientes importantes para a planta, pois participa de processos como abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e respiração.

Alguns estudos mostram que a deficiência de potássio interfere sobre as trocas gasosas das plantas, principalmente sobre a condutância estomática e a atividade da Rubisco

(JIA et al. 2008). De acordo com Paiva et al. (2005), a condutância estomática regula as trocas gasosas e, portanto, possui relação direta com o processo fotossintético e consequente crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

A taxa de assimilação líquida do CO₂, a transpiração, a condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ são parâmetros correlacionado e que servem para diagnosticar alterações fisiológicas nas plantas quando submetidas a condições adversas como a baixa e a elevada quantidade de nutrientes (GONDIM et al., 2015). De acordo com Taiz e Zeiger (2013) o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causam distúrbios nos processos metabólicos o que resulta em funcionamento anormal das plantas.

Quanto a taxa de fotossíntese líquida (A) observa-se na Tabela 4, a comparação da dose de 80 kg ha⁻¹ de K com a testemunha. As plantas adubadas com a dose de 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico, variou de 41,31 μmol m⁻² s⁻¹ no cultivar BRS 122 a 40,50 μmol m⁻² s⁻¹ para o cultivar BRS 323, enquanto a testemunha apresentou taxa fotossintética variando de 38,70 μmol m⁻² s⁻¹ a 36,46 μmol m⁻² s⁻¹ nos cultivares BRS 122 e BRS 323, respectivamente. Segundo Sultana et al. (1999) a redução da condutância estomática pode reduzir a taxa fotossintética por meio da diminuição na pressão parcial de CO₂ nos espaços intercelulares. Esta informação também é mencionada por Taiz e Zeiger (2013) ao afirmarem que a maior abertura estomática favorece a entrada de CO₂ no mesófilo foliar, em que aumenta a concentração interna e consequentemente a fotossíntese.

Tabela 4 - Fotossíntese líquida (A) de plantas de girassol em função da adubação orgânica e mineral.

Doses (kg ha ⁻¹)	Fotossíntese líquida (A) (μmol m ⁻² s ⁻¹)	
	Cultivares	
	BRS 122	BRS 323
80	41,31 A	40,50 A
Test. (60)	38,70 A	36,46 A

*Média seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Amaral et al. (2006) o monitoramento da dinâmica estomática permite compreender os processos fisiológicos, uma vez que os estômatos constituem a principal via de trocas gasosas entre a atmosfera e o interior do aparato fotossintético. Estudos realizados por Jia et al. (2008) com plantas de arroz, observaram que a taxa fotossintética aumentou com

o fornecimento adequado de potássio, em comparação às plantas sob deficiência desse nutriente, o que foi atribuído ao aumento da atividade de carboxilação da Rubisco. A redução da eficiência fotossintética pode ser atribuída a não abertura dos estômatos, pois o potássio tem um importante papel em manter a turgescência das células guardas, por outro lado a deficiência de potássio aumenta a concentração intracelular de CO₂ (CAVALCANTE et al., 2015).

Analisando a taxa transpiratória (*E*) entre os cultivares adubadas com o resíduo orgânico na dose de 80 kg ha⁻¹ de K em comparação as adubadas com o cloreto de potássio, verificou-se que a dose de 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico, para ambos os cultivares (BRS 122 e BRS 323), respectivamente, apresentaram uma transpiração de 19,41 a 14,86 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ (Tabela 5). Quanto as plantas adubadas com o cloreto de potássio, o comportamento destas variaram de 14,55 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ para o cultivar BRS 122 e de 14,40 mmol de H₂O m⁻² s⁻¹ no cultivar BRS 323.

Tabela 5 - Taxa transpiratória de plantas de girassol adubadas com resíduo orgânico e adubo mineral.

Doses (kg ha ⁻¹)	Taxa transpiratória (<i>E</i>) (mmol de H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	Cultivares	
	BRS 122	BRS 323
80	19,41 A	14,86 A
Test. (60)	14,55 A	14,40 A

*Média seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

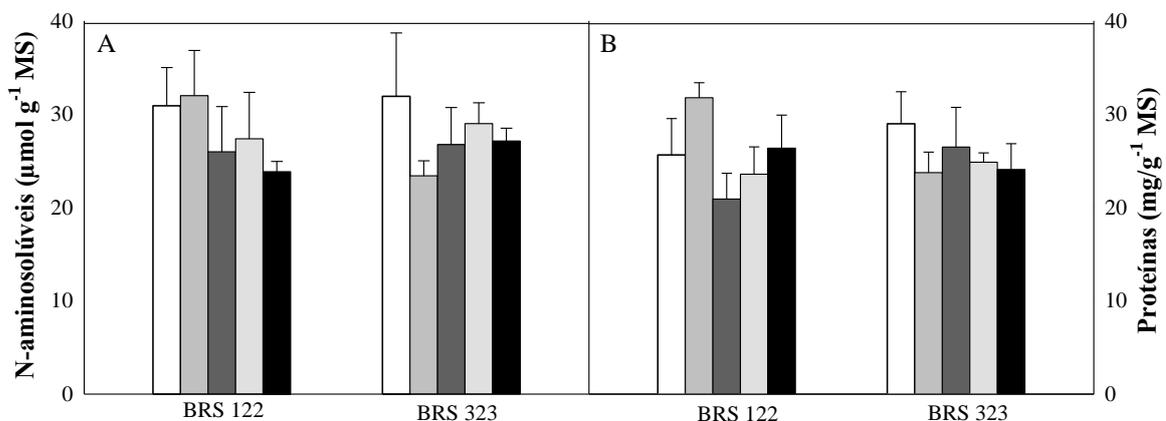
A redução na taxa transpiratória segundo Pinto et al. (2008), está também diretamente ligada à diminuição da condutância estomática. Conforme Machado et al. (2005) mesmo havendo menores aberturas estomáticas haverá a diminuição da transpiração, com consequente aumento da temperatura foliar. Este resultado também observado no presente estudo, pois as plantas testemunhas apresentaram menores valores de condutância estomática, transpiração, fotossíntese e um crescente aumento da temperatura foliar, quando comparada as plantas adubadas com resíduo orgânico na dose de 80 kg ha⁻¹ de K. Taiz e Zeiger (2013) ainda reforçam a informação acima, pois de acordo com esses autores o aumento de temperatura pode ser ocasionado pela redução da transpiração, consequência da redução na condutância estomática, demonstrando uma menor abertura dos estômatos, o que restringe a dissipação de calor juntamente com a perda de vapor d'água.

Hussain et al. (2015) ao estudarem as influências da adubação potássica no crescimento, fisiologia e absorção de nutrientes na cultura do milho, verificaram que a dose de 130 kg ha⁻¹ de K promoveu a máxima fotossíntese líquida, transpiração e condutância estomática.

Como as trocas gasosas são reguladas através do movimento estomático, a absorção de CO₂ externo promove uma maior transpiração, da mesma forma, a redução da transpiração limita a entrada de carbono na câmara subestomática (SHIMAZAKI et al., 2007), assim, é necessário que as plantas absorvam o máximo de CO₂ com o mínimo de perda de água (TAIZ e ZEIGER, 2013). Ainda segundo Taiz e Zeiger (2013), as variações significativas nas trocas gasosas dos vegetais são influenciadas pelas condições climáticas, entretanto, o suprimento nutricional possui estreita relação com variações nas trocas gasosas.

Quanto a quantificação de N-aminosolúveis não houve diferença significativa dos tratamentos em relação a testemunha (plantas adubadas com o KCl), a Figura 2A, compara as diferentes doses do resíduo orgânico com a testemunha em ambos os cultivares. Os N-aminosolúveis (solutos orgânicos) atuam na planta promovendo o ajustamento osmótico como também em processos relacionados a abertura estomática, crescimento e alongamento da célula.

Figura 2 - Concentração de N-aminosolúveis e proteínas em folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha⁻¹ de K); (▒) 0 kg ha⁻¹ K; (■) 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (●) 120 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico.

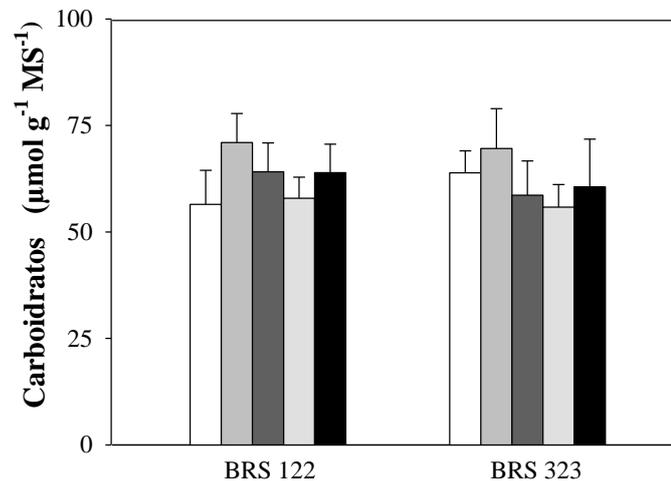


O mesmo padrão de comportamento foi verificado para os teores de proteínas solúveis totais (Figura 2B) que foram estatisticamente iguais entre os tratamentos e ao controle. Ao que se parece, todas as fontes de potássio aplicadas, são efetivamente absorvidas

e utilizadas para a produção de aminoácidos e posteriormente proteínas. A produção de proteínas corretamente estruturadas e sua manutenção, são importantes para uma função celular eficiente na planta (LAWLOR, 2002).

Em relação aos carboidratos solúveis não se observou significância entre os tratamentos comparando com a testemunha (Figura 3), segundo Prado (2008), o potássio é um nutriente importante para a formação de carboidratos das folhas e tem papel fundamental na translocação destes assimilados para as diversas partes da planta. Em estudos realizados por Nascimento et al. (2014), analisando os carboidratos solúveis totais em folhas e raízes de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) submetidas à supressão de N, P e K, observaram que não houve diferenças significativas entre os tratamentos com relação a análise das folhas, verificaram somente a diferença significativa para o teor de carboidratos nas raízes, os autores puderam verificar que com a ausência do potássio houve maior acúmulo de carboidratos no sistema radicular.

Figura 3 - Concentração de carboidratos solúveis em folhas de cultivares de girassol. (□) testemunha (60 kg ha⁻¹ de K); (▒) 0 kg ha⁻¹ de K; (■) 40 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (▓) 80 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico; (●) 120 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico.



Em plantas desprovidas de potássio, os carboidratos começam a acumular nos cloroplastos e isto leva a um declínio da fase bioquímica da fotossíntese (KARLEY e WHITE, 2009). De acordo com Epstein e Bloom (2006) o acúmulo de carboidratos nas folhas e o declínio na fotossíntese são indicativos de deficiência de potássio. Pois verificou-se neste

estudo que o tratamento que não houve adubação com fonte potássica apresentou os maiores valores de carboidratos quando comparado a testemunha e aos demais tratamentos (Figura 3).

CONCLUSÃO

A adubação com o resíduo orgânico não influenciou a fisiologia das plantas do girassol, o mesmo apresentou desempenho igual ao cloreto de potássio.

AGRADECIMENTOS

A empresa Três Corações pelo fornecimento do resíduo orgânico e a FUNCAP pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T. do; RENA, A. B.; AMARAL, J. F. T do. Crescimento vegetativo sazonal do cafeeiro e suas relações com fotoperíodo, frutificação, resistência estomática e fotossíntese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.377-384, 2006.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, n.1/2, p.248-254, 1976.

CATUCHI, T.A.; GUIDORIZZI, F.V.C.; GUIDORIZZI, K.A.; BARBOSA, A.M.; SOUZA, G.M. Respostas fisiológicas de cultivares de soja à adubação potássica sob diferentes regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4, p.519-527, 2012.

CAVALCANTE, V. S.; PRADO, R. M.; ALMEIDA, H. J.; CRUZ, F. J. R.; SANTOS, D. M. M. Gaseous exchanges, growth and foliar anatomy of sugarcane plants grown in potassium (K) deprived nutrient solution. **Australian Journal of Crop Science**, v.9, n.7, p.577-584, 2015.

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

DUBOIS, M., K. A. GILLES, J. K. HAMILTON, P. A. REBERS, F. SMITH. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2° ed. Londrina: Planta, 2006. 392p.

ESTAT. **Sistema para análises estatísticas** (v. 2.0). Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, FCAV-UNESP, 1994.

FEITOSA, H. O.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, A. F. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.3, p.302-307, 2013.

GONDIM, A. R. O.; SANTOS, J. L. G.; LIRA, R. P. L.; BRITO, M. E. B.; PEREIRA, F. H. Atividade fotossintética da beterraba submetida a adubação mineral e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.2, p.61-65, 2015.

HAFSI, C.; DEBEZ, A.; ABDELLY, C. Potassium deficiency in plants: effects and signaling cascades. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, n.5, p.1055-1070, 2014.

HUSSAIN, A.; ARSHAD, M.; AHMAD, Z.; AHMAD, H. T.; AFZAL, M.; AHMAD, M. Potassium fertilization influences growth, physiology and nutrients uptake of maize (*Zea mays* L.). **Cercetări Agronomice în Moldova**, v.68, n.1, p.37-50, 2015.

JIA, Y.; YANG, X.; ISLAM, E.; FENG, Y. Effects of potassium deficiency on chloroplast ultrastructure and chlorophyll fluorescence in inefficient and efficient genotypes of rice. **Journal of Plant Nutrition**, v.31, n.12, p.2105-2118, 2008.

KARLEY, A. J.; WHITE, P.J. Moving cationic minerals to edible tissues: potassium, magnesium, calcium. **Current Opinion in Plant Biology**, v.12, n.3, p. 291–298, 2009.

KRAY, C. H.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A.; BORTOLON, L.; ANDREAZZA, R.; GIANELLO, C. Avaliação da aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em dois solos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.17, n.2, p.119-125, 2011.

LAWLOR, D. W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.370, p.773- 787, 2002.

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

MACHADO, E. C.; SCHMIDT, P. T.; MEDINA, C. L.; RIBEIRO, R. V. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p.1161-1170, 2005.

MELO, A. V.; GALVÃO, J. C. C.; BRAUN, H.; SANTOS, M. M.; COIMBRA, R. R.; SILVA, R. R.; REIS, W. F. Extração de nutrientes e produção de biomassa de aveia-preta cultivada em solo submetido a dezoito anos de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.2, p.411-420, 2011.

NASCIMENTO, H. H. C.; PACHECO, C. M.; LIMA, D. R. M.; SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Aspectos ecofisiológicos de mudas de *Hymenaea courbaril* L. em resposta a supressão de N, P e K. **Scientia Forestalis**, v.42, n.103, p.315-328, 2014.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido à diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.161-169, 2005.

PINTO, C. de M.; TAVORA, F. J. F. A.; BEZERRA, M. A.; CORRÊA, M. C. de M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.3, p.429-436, 2008.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. Ed. UNESP. São Paulo, SP, 2008. 407p.

PRAZERES, S. da S.; LACERDA, C. F.; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C. da S.; CAVALCANTE, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente on-line**, v.9, n.2, p.111-118, 2015.

SAMPAIO, T. F. et al. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 5, p. 1637-1645, 2012.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; CAPONE, A.; FERRAZ, E. C.; FIDELIS, R. R. Efeito de épocas de semeadura sobre cultivares de girassol, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n. 1, p. 199-206, 2012.

SULTANA, N.; IKEDA, T.; ITOH, R. Effect of salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Environmental and Experimental Botany**, v. 42, n. 3, p. 211-20, 1999.

SFREDO, G.J., CAMPO, R.J., SARRUGE, J.R. **Girassol: nutrição mineral e adubação**. (Circular técnica, 8) Embrapa-CNPSO, Londrina, Brasil. 36p. 1984.

SHIMAZAKI, K. I.; DOI, M.; ASSMANN, S. M.; KINOSHITA, T. Light regulation of stomatal movement. **Annual Review of Plant Biology**, v.58, n.6, p.219-247, 2007.

STROJAKI, T. V.; SILVA, V. R.; SOMAVILLA, A.; DA ROS, C. O.; MORAIS, M.T. Atributos químicos do solo e produtividade de girassol e milho em função da aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n.3, p.278-285, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of aminoacids with ninhydrin. **Analyst**, v.80, n.948, p.209-214, 1955.

CAPÍTULO 2

RESÍDUO ORGÂNICO DE ALTO TEOR DE POTÁSSIO SOBRE CULTIVARES DE GIRASSOL

RESUMO

O potássio é um nutriente importante para a cultura do girassol por atuar positivamente na produção de aquênios. A utilização de fontes orgânicas que possua em sua constituição teores de potássio, além de exercer influência nos aquênios e desenvolvimento da planta, reduz os custos de produção e os impactos sobre o meio ambiente, pela redução do uso dos adubos químicos. Dessa forma, objetivou-se avaliar a eficiência da adubação com resíduo orgânico de elevado teor de potássio sobre as características agronômicas e os componentes de produção de dois cultivares de girassol. O experimento empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial (2x4+2) sendo dois cultivares de girassol (BRS 122 e BRS 323), quatro doses do resíduo orgânico (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de K) e um tratamento adicional (cloreto de potássio - 60 kg ha⁻¹ de K) para os dois cultivares. As variáveis analisadas foram: altura da planta, diâmetro do caule ao nível do solo, diâmetro do capítulo, número de folhas, área foliar, índice de área foliar, massa de 1000 aquênios, produtividade e teor de óleo. Os resultados mostraram que o resíduo orgânico não diferiu do cloreto de potássio nas variáveis analisadas, e que o cultivar BRS 323 obteve o maior número de folhas, diâmetro do capítulo e produtividade, enquanto que o cultivar BRS 122 apresentou a maior altura de planta. Assim, o resíduo orgânico pode substituir o cloreto de potássio sem efeito negativo sobre a cultura do girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., adubação orgânica, adubação mineral.

ORGANIC RESIDUE OF HIGH CONTENT OF POTASSIUM ON SUNFLOWER CULTIVARS

ABSTRACT

The potassium is a very important nutrient for sunflower cultivation therefore act positively in the production of achenes, the use of organic sources, which has in its constitution potassium levels, as well as influence of achenes and plant development, reduces production costs and impacts on the environment, by reducing the use of chemical fertilizers. Thus, this study aimed to evaluate the efficiency of fertilizer with organic residue of high potassium content on agronomic characteristics and production components two sunflower cultivars. The experiment was a randomized block in factorial schema (2x4+2), two are sunflower cultivars (BRS 122 and BRS 323), four doses of the organic residue (0, 40, 80 and 120 kg K ha⁻¹) and an additional treatment (potassium chloride - 60 kg K ha⁻¹) for two cultivars. The variables analyzed were: plant height, stem diameter at ground level, diameter of the capitulum, number of leaves, leaf area, leaf area index, mass of 1000 achenes, productivity and oil content. The results showed that the organic residue does not differ of potassium chloride to the variables analyzed, and the cultivate BRS 323 had the highest number of leaves, diameter of the capitulum and the productivity, while the cultivar BRS 122 showed the highest plant height. Thus, the organic residue may be replaced by potassium chloride without negative effect on the sunflower crop.

Keywords: *Helianthus annuus* L., organic fertilizer, mineral fertilizer.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa pertencente à família Asteraceae, tendo sua origem na América do Norte e cultivada em todos os continentes (SILVA et al., 2014). Nos últimos anos esta cultura tem despertado um grande interesse a nível mundial, pela multiplicidade dos produtos derivados e de sua ampla adaptabilidade às diferentes regiões edafoclimáticas (PEREIRA et al., 2014).

A grande importância a nível econômico deve-se à excelente qualidade do óleo extraído dos aquênios, para a produção de matéria-prima destinada a indústria alimentícia, como também utilizado na produção do biocombustível (GOMES et al., 2010). Essa espécie também interfere na fertilidade do solo, proporcionando uma elevada capacidade de ciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade e uma reduzida taxa de exportação dos mesmos (FEITOSA et al., 2013).

A utilização de resíduos agroindustriais como fonte orgânicas tem mostrado resultados promissores sobre as cultura agrícolas, uma das alternativas de fontes orgânicas que podem ser utilizadas como adubo, seria o uso do subproduto gerado da indústria de torrefação do grão de café, que através de análises químicas constatou-se que esse resíduo possui elevados índices minerais principalmente do potássio, o qual constitui-se em nutriente essencial para a produção de aquênios e desenvolvimento das plantas.

Além do mais, o aproveitamento de resíduos agroindustriais na agricultura reduz os custos de produção e ocasiona menos impactos ao meio ambiente, devido não serem mais descartados de maneira inadequada, podendo contribuir para a contaminação do solo e consequentemente do lençol freático.

Os adubos orgânicos utilizados para a fertilização do solo, além de promover melhorias na fertilidade e no aumento da capacidade de troca catiônica e liberação de nutrientes, proporciona melhorias das condições físicas do solo, como agregação das partículas, estruturação e estabilidade, como também melhora a capacidade de retenção de água e favorece a fauna microbológica (DANTAS et al., 2013).

O girassol conforme Castro et al. (2006) é uma planta acumuladora de potássio com elevado potencial para utilização agrícola. O potássio é o nutriente mais absorvido pelo girassol e está relacionado com a parte aérea da planta, sendo que a disponibilidade desse nutriente no solo para a produção do girassol deve ser de média a alta, já que, sua demanda é crescente (SILVA et al., 2014). O potássio atua na regulação do potencial osmótico celular e

tem grande importância no balanço das cargas negativas dos ácidos orgânicos dentro das células e no balanço dos ânions absorvidos pelo sistema radicular (BERNARDI et al., 2008).

O objetivo desse estudo foi avaliar a eficiência da adubação com resíduo orgânico de elevado teor de potássio sobre as características agronômicas e os componentes de produção de dois cultivares de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em dois ciclos (julho a novembro de 2014 e de abril a agosto de 2015) na área experimental do Setor de Agricultura do Departamento de Fitotecnia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no Campus do Pici em Fortaleza/CE.

As características químicas do solo retiradas das camadas de 0-20 e 20-40 cm, antes da instalação do experimento nos dois ciclos encontram-se na Tabela 1. Foram amostrados 20 pontos aleatórios da área, misturando-os e obtendo-se uma amostra composta do solo.

Tabela 1 - Constituintes químicos e granulométricos do solo coletado nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. Fortaleza, Ceará. 2014 e 2015.

	pH	P	K	Na	Mg	Al	Ca	M.O	Areia	Silte	Argila
Camada (cm)		(mg/kg)	-----	(cmol _c /kg)-----				(g/kg) -----	(g/kg)-----		
0 – 20 (2014)	5,8	10	0,13	0,11	0,80	0,10	1,00	7,55	370	64	153
20- 40	5,9	3	0,12	0,17	0,80	0,15	1,00	5,79	366	59	242
0 – 20 (2015)	6,8	6	0,17	0,13	0,70	0,15	1,00	7,45	416	78	72
20- 40	6,7	6	0,17	0,20	0,60	0,20	0,60	5,79	508	81	95

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Planta do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

Quanto ao resíduo utilizado como tratamento, as características químicas estão apresentadas na Tabela 2, este foi obtido após o processo da torrefação do grão do café a uma temperatura de 270°C. Antes da utilização do resíduo como tratamento, este foi submetido a um período de uma semana para a completa secagem, sendo disposto sobre bancadas em casa

de vegetação a uma temperatura variando de 28 a 30 °C. Após esse período, estes foram guardados em sacos plásticos e lacrados para evitar contaminação e em seguida utilizados como adubo.

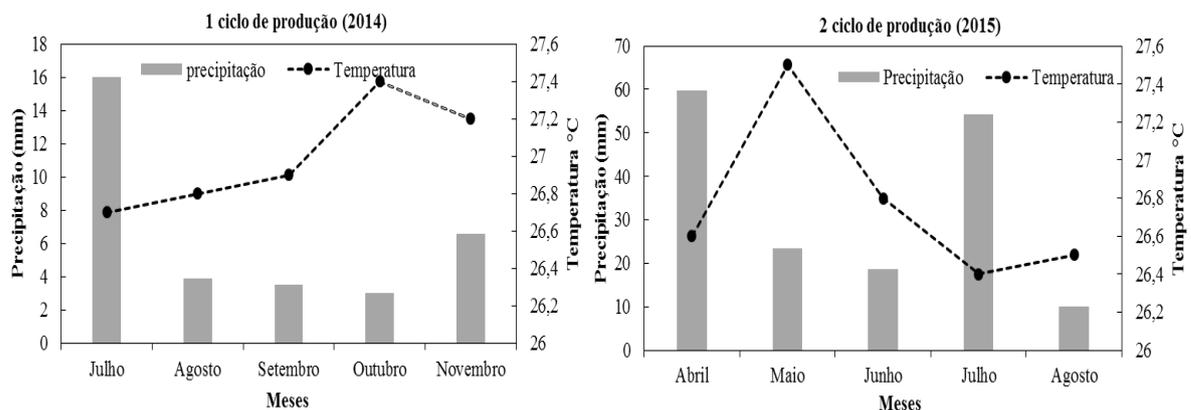
Tabela 2 - Constituintes químicos do resíduo orgânico utilizado nos tratamentos.

Características químicas do resíduo orgânico											
----- (g/kg) -----						----- (mg/kg) -----					
N	M.O	P	P ₂ O ₅	K	K ₂ O	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn
12,9	331,2	7,1	16,3	83,3	101,6	48,6	28,7	4632,9	216,9	71,9	219,5

Fonte: Laboratório de Análise de Solo e Planta do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial de Fortaleza/CE durante o período de condução dos experimentos, encontram-se na Figura 1.

Figura 1 - Médias mensais das variáveis climáticas em Fortaleza/CE durante o período experimental. 2014 e 2015.



Quanto ao preparo do solo da área experimental foi realizado de modo convencional em que consistiu de aração e duas gradagens cruzadas; a semeadura foi feita com sementes de girassol dos cultivares BRS 122 e BRS 323, sendo a adubação realizada com base na análise do solo, seguindo a recomendação de Lira et al. (2011), usando como fonte de nitrogênio a ureia na dose de 60 kg ha⁻¹ de N, sendo parcelado em duas vezes, a

primeira em fundação no momento do plantio e a segunda aos 35 dias após o plantio em cobertura, juntamente com o ácido bórico na quantidade de 2 kg de B ha⁻¹. A fonte de fósforo usada foi o superfosfato simples na dose de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aplicado de uma única vez no momento do plantio.

O plantio foi realizado em fileiras simples com espaçamento de 0,7 m entre linhas x 0,3 m entre plantas. A área experimental foi constituída de 40 parcelas, com tamanho de 11,2 m² e cada parcela experimental foi constituída de 48 plantas, sendo considerada a área útil (áreas das avaliações) as fileiras centrais. Ambos os tratamentos tiveram quatro repetições que correspondem a quatro blocos. O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x4+2, em que dois são os cultivares, quatro as doses do resíduo orgânico (T₁=0, T₂=40, T₃=80 e T₄=120 kg de K ha⁻¹) mais a testemunha adicional que foi o cloreto de potássio na dosagem de 60 kg ha⁻¹ de K para ambos os cultivares.

Durante a condução dos experimentos foram analisadas as variáveis: altura da planta (determinada com o auxílio de uma trena milimétrica), diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) e o diâmetro do capítulo (através de um paquímetro digital), número de folhas (NF) (considerando folhas somente aquelas que estavam expandidas e com no mínimo de 50% do limbo foliar), área foliar (AF) conforme metodologia descrita por Ashley, Doss e Bennett (1963) e o índice de área foliar (IAF) determinado através da divisão da área foliar pela área do espaçamento entre plantas. Os dados da altura da planta, diâmetro do caule ao nível do solo, número de folhas e área foliar foram coletados aos 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).

Os capítulos colhidos da área útil (fileiras centrais) foram levados para a casa de vegetação a uma temperatura variando de 28 a 30 °C, estes foram dispostos sobre uma bancada por um período de uma semana, para que os aquênios atingissem a umidade ideal que é de 5% a 10% (THOMAZIN e MARTINS, 2011). Após esse período, os capítulos foram conduzidos ao Laboratório de Fisiologia da Produção, para o posterior beneficiamento e avaliações dos aquênios.

A massa de 1000 aquênios foi aferida mediante a contagem e pesagem de 8 amostras de 100 aquênios em balança com duas casas decimais retirado da parcela útil, a produtividade de aquênios (determinado pelo peso total de aquênios de cada parcela útil, extrapolado para hectare) e o teor de óleo (obtido pelo método do solvente (hexano) à quente em determinador de gordura TE -044 (TECNAL), utilizando uma amostra macerada de 5 g por parcela).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando-se o software ESTAT (ESTAT, 1994) e análise de regressão para efeitos de dose, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011) sem transformação de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados obtidos nos dois ciclos de cultivo, pode-se verificar que no primeiro ciclo de plantio não houve diferenças significativas para as variáveis: altura da planta (AP), diâmetro do caule ao nível do solo (DNS), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), diâmetro do capítulo (DC), produtividade, peso de 1000 aquênios e teor de óleo (Tabela 3).

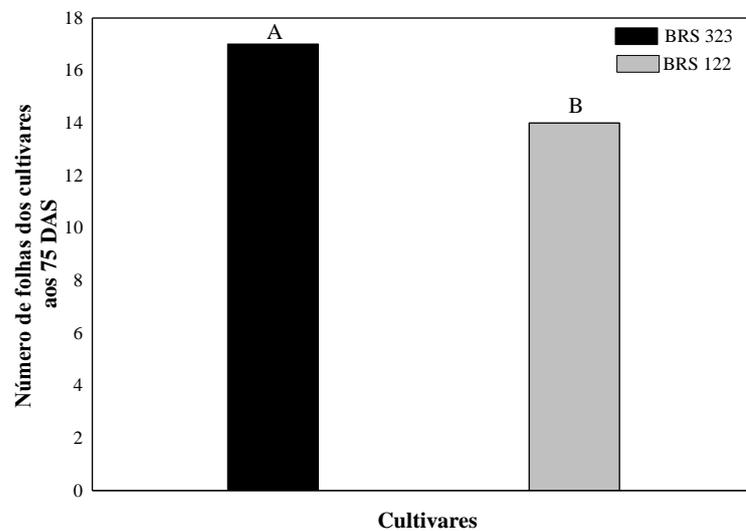
Tabela 3 - Resumo da análise das variáveis do primeiro ciclo de produção aos 75 dias após a semeadura.

FV	gl	AP	NF	DNS	AF	IAF	DC	Prod.	P/ 1000	T/ Óleo
Valores de F										
Test. x fatores	1	2,24 ^{ns}	0,72 ^{ns}	3,82 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,30 ^{ns}	1,87 ^{ns}
Testemunha	1	0,82 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,55 ^{ns}
Cultivar	1	0,23 ^{ns}	14,20**	0,01 ^{ns}	2,20 ^{ns}	2,20 ^{ns}	0,91 ^{ns}	2,88 ^{ns}	3,36 ^{ns}	1,15 ^{ns}
Dose	3	0,14 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,19 ^{ns}
C x D	3	0,92 ^{ns}	0,18 ^{ns}	1,05 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,12 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,42 ^{ns}	0,86 ^{ns}
Tratamento	9	0,72 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,90 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Bloco	3	0,22 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,68 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-----	-----
CV (%)		30,66	18,93	25,34	64,01	64,00	26,77	75,20	27,26	6,78

^{ns}, ** e *- não significativo e significativo a 1% e 5%. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

A significância ocorreu somente entre cultivares referentes a variável número de folhas aos 75 dias após a semeadura, em que o cultivar BRS 323 apresentou superioridade ao cultivar BRS 122, este último apresentou uma média de 14 folhas por planta, enquanto que o cultivar BRS 323 apresentou em média 17 folhas (Figura 2).

Figura 2 - Número de folhas dos cultivares de girassol no primeiro ciclo de produção aos 75 dias após a semeadura.



Com relação ao segundo ciclo de plantio, observou-se que houve significância para as variáveis: número de folhas, altura da planta, diâmetro do capítulo, peso de 1000 aquênios e produtividade. A análise de variância (Tabela 4) mostra a diferença no número de folhas aos 60, 75 e 90 DAS, conforme os resultados, é possível observar que ocorreu significância dos cultivares nas três épocas de avaliações, e quanto as doses verifica-se que somente nos 60 DAS houve influência sobre o número de folhas.

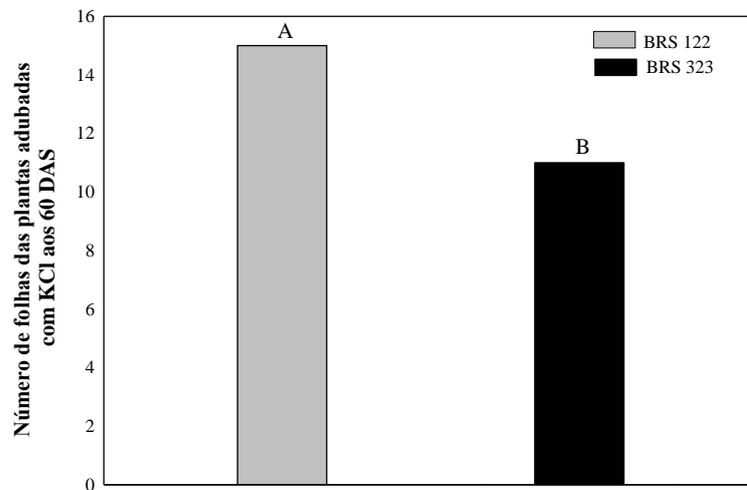
Tabela 4 - Análise de variância para o número de folhas (NF) em dias após a semeadura no segundo ciclo de produção.

FV	gl	Dias após a semeadura		
		60	75	90
Valores do F				
Test. x fatores	1	3,64 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,41 ^{ns}
Testemunha	1	6,06*	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Cultivar	1	6,89*	8,29*	8,57*
Dose	3	4,00*	2,30 ^{ns}	0,89 ^{ns}
C x D	3	1,27 ^{ns}	1,96 ^{ns}	0,62 ^{ns}
Tratamentos	9	3,60*	2,35*	1,50 ^{ns}
Bloco	3	2,43 ^{ns}	1,92 ^{ns}	2,38 ^{ns}
CV(%)		15,20	18,10	43,61

^{ns} e * - não significativo e significativo a 5%. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

Ao analisar a variável número de folhas (Tabela 4) referente ao segundo ciclo de cultivo, pode-se observar que houve significância para os cultivares adubados com o cloreto de potássio (60 kg ha^{-1}) aos 60 dias após a semeadura, destacando o cultivar BRS 122 com uma média de 15 folhas por planta, em comparação ao cultivar BRS 323 que apresentou em média 11 folhas (Figura 3).

Figura 3 - Número de folhas das plantas adubadas com o cloreto de potássio aos 60 dias após a semeadura no segundo ciclo de produção.



Estudos realizados por Campos et al. (2015) com adubação NPK e irrigação do girassol (BRS 122), verificaram que o número de folhas das plantas de girassol foi influenciado pela interação das doses de potássio e conteúdo de água aos 60 DAS, cujo número de folhas foi em média de 23 folhas obtidas na dose estimada de 51 kg ha^{-1} de K_2O . Porém, no presente estudo utilizando como testemunha o cloreto de potássio, verificou uma quantidade de folhas inferiores as encontradas por Campos et al. (2015).

Os valores da diferença entre os cultivares referente a variável número de folhas do segundo ciclo de cultivo aos 60, 75 e 90 DAS, encontram-se na Tabela 5, conforme os resultados verificou-se que o cultivar BRS 323 apresentou as maiores médias, ou seja, o maior número de folhas foi observado no cultivar BRS 323 em ambas as épocas de avaliações.

Tabela 5 - Valor médio do número de folhas de cultivares de girassol no segundo ciclo de produção.

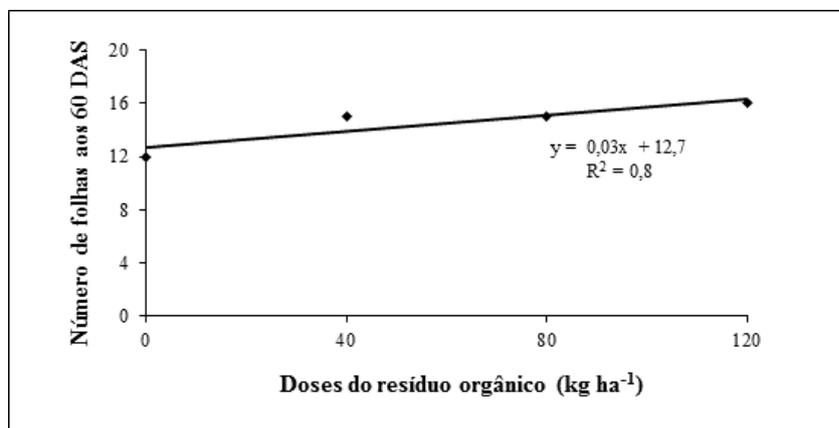
Cultivares	Dias após a semeadura		
	60	75	90
BRS 323	16 A	14 A	11 A
BRS 122	14 B	11 B	7 B

*medias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Conforme Boechat et al. (2014) o número de folhas é uma variável importante, pois determina o desenvolvimento das mudas no plantio a campo, devido a sua capacidade fotossintética. Porém, ao observar a Tabela 5, verifica-se que ao decorrer das avaliações há uma redução no número de folhas, isso é justificado pela senescência das mesmas ao longo do desenvolvimento das plantas.

Com relação a diferença das doses do resíduo orgânico no segundo ciclo de cultivo (Figura 4) para a variável número de folhas, pode-se observar que se ajustou ao modelo linear de regressão, e os maiores números de folhas foram verificados nos cultivares que utilizaram a dose de 120 kg ha⁻¹ apresentando um total de 16 folhas, quanto aos cultivares adubados com as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ observou que estes apresentaram em média 15 folhas por planta, já para os cultivares que não houve nenhuma adubação com fonte potássica observou em média 12 folhas por planta.

Figura 4 - Número de folhas aos 60 DAS em função das doses do resíduo orgânico no segundo ciclo de produção.



A análise paramétrica para a variável altura da planta no segundo ciclo de cultivo (Tabela 6) mostra significância para cultivares aos 30, 45 e 60 DAS ($p < 0,01$) e para testemunhas aos 30 DAS ($p < 0,05$).

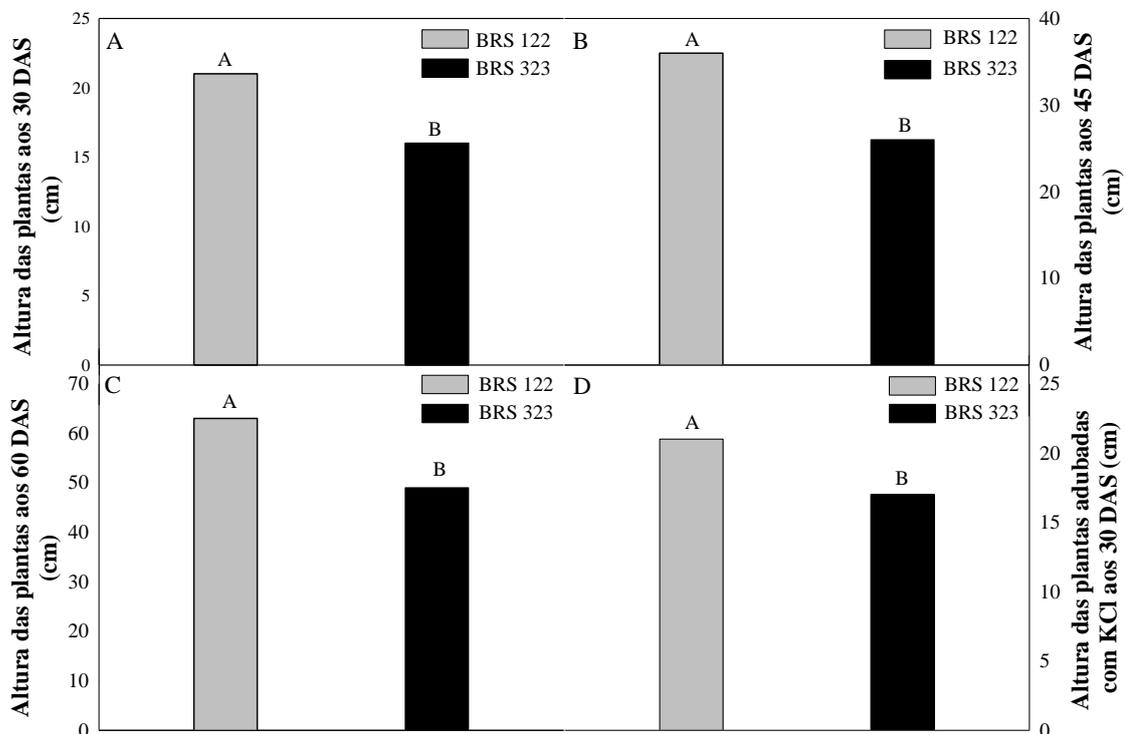
Tabela 6 - Análise de variância para altura de planta aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura no segundo ciclo de produção.

FV	gl	Dias após a semeadura		
		30	45	60
		Valores do F		
Test. x fatores	1	0,36 ^{ns}	1,52 ^{ns}	0,46 ^{ns}
Testemunha	1	7,45*	1,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Cultivar	1	53,10**	23,80**	12,27**
Dose	3	0,83 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,17 ^{ns}
C x D	3	0,41 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,35 ^{ns}
Tratamentos	9	7,18**	3,27**	2,29*
Bloco	3	3,30*	1,66 ^{ns}	8,50**
CV(%)		10,87	20,16	19,91

^{ns}, * e ** - não significativo e significativo a 1% e 5%. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

As respostas encontradas neste estudo com relação a altura das plantas no segundo ciclo de cultivo, mostram que o cultivar BRS 122 apresentou as maiores médias na altura das plantas aos 30, 45 e 60 DAS (Figura 5A, B, C), com valores médios variando de 21 cm, 36 cm e 63 cm, respectivamente. Enquanto que o cultivar BRS 323, nessas mesmas épocas de avaliações as médias variaram em torno de 16 cm, 26 cm e 49 cm, respectivamente.

Figura 5 - Altura de plantas aos 30 DAS (A), aos 45 DAS (B), 60 DAS (C) e altura das plantas adubadas com KCl aos 30 DAS (D) no segundo ciclo de produção.



A altura da planta conforme Pivetta et al. (2012) é uma característica importante principalmente quando se trata de uma agricultura mecanizada, sendo que a altura deve ser uniforme para proporcionar uma colheita mecanizada adequada sem que ocorra perdas na lavoura. Ivanoff et al. (2010) observaram problemas de desuniformidade para a variável altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de capítulo na variedade Embrapa 122, sendo que essa desuniformidade pode limitar o uso da colheita mecanizada e do plantio nas grandes áreas de cultivo. Conforme Zagonel e Mundstock (1991) a altura da planta é um reflexo dos nutrientes disponibilizados durante o período de alongamento do caule.

Quanto as plantas adubadas com o cloreto de potássio aos 30 DAS (Figura 5D) verificou que o cultivar BRS 122, apresentou altura de 21 cm de comprimento, já o cultivar BRS 323 o valor médio da altura das plantas foi de 17 cm. Uchôa et al. (2011) analisando a adubação potássica em cobertura sobre os componentes de produção no girassol, observou que a altura da planta da variedade BRS 122 foi de 1,26 metros, porém, no presente estudo referente ao segundo ciclo de cultivo, a altura de planta utilizando o cloreto de potássio na dose de 60 kg ha⁻¹ (Figura 5D) foi inferior ao encontrado pelos referidos autores. A explicação para esse resultado está atribuída a época de avaliação, pois os autores supracitados obtiveram essa média no estágio final do desenvolvimento do girassol, enquanto que as médias do

referido estudo são referentes aos 30 DAS. Entretanto, ao analisar a altura final aos 90 DAS da BRS 122, no primeiro e segundo ciclo de cultivo, observou uma altura de 1,57 m e 66 cm, respectivamente. As plantas que utilizaram o cloreto de potássio no primeiro ciclo de plantio, apresentaram valores acima dos encontrados por Uchôa et al. (2011).

No estudo referente ao diâmetro do capítulo (DC) e a produtividade dos cultivares de girassol no segundo ciclo de cultivo, verificou-se significância para os cultivares como também para a testemunha (Tabela 7) e na interação entre doses e cultivares referente ao peso de 1000 aquênios.

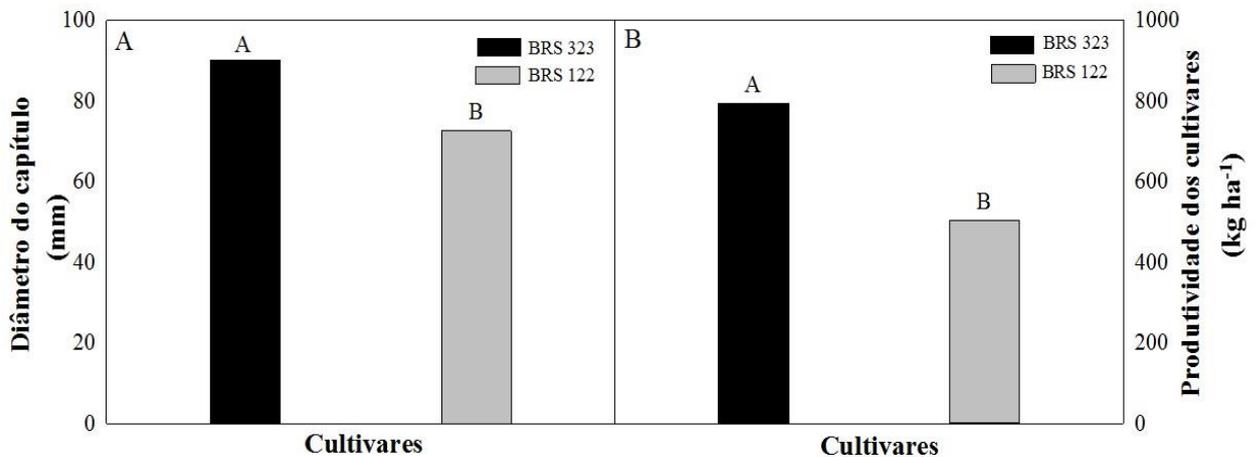
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para o diâmetro do capítulo (DC), produtividade e peso de 1000 aquênios no segundo ciclo de produção.

Dias após a semeadura				
FV	gl	DC	Prod.	Peso/1000
Valores do F				
Test. x fatores	1	0,55 ^{ns}	0,92 ^{ns}	2,48 ^{ns}
Testemunha	1	2,30 ^{ns}	4,80*	1,93 ^{ns}
Cultivar	1	5,85*	5,37*	41,05**
Dose	3	0,39 ^{ns}	1,39 ^{ns}	2,37 ^{ns}
C x D	3	0,58 ^{ns}	1,33 ^{ns}	4,26*
Tratamentos	9	1,29 ^{ns}	2,14 ^{ns}	7,26**
Bloco	3	0,02 ^{ns}	14,11 ^{ns}	—
CV(%)		25,70	56,72	10,49

^{ns}, * e ** - não significativo e significativo a 1% e 5%. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

O maior diâmetro do capítulo foi observado para o cultivar BRS 323 que apresentou o diâmetro de 90 mm (Figura 6A), quando comparado ao cultivar BRS 122, cujo diâmetro foi de 73 mm. Segundo Silva et al. (2009) existe influência direta do diâmetro do capítulo sobre o número potencial de aquênios produzidos, como também sobre o peso de 1000 aquênios (PIVETTA et al., 2012) e conseqüentemente sobre a produtividade. O que também é confirmado por Amorin et al. (2008) quando enfatizam a correlação significativa da produtividade dos aquênios com o diâmetro do capítulo, para estes autores, o diâmetro do capítulo apresenta efeito direto sobre a produtividade dos aquênios.

Figura 6 - Diâmetro do capítulo (A) e produtividade dos cultivares de girassol (B) no segundo ciclo de plantio.



Analisando a resposta dos cultivares referente a variável produtividade, observou-se que o cultivar BRS 323, obteve as maiores médias em kg ha^{-1} (Figura 6B), os resultados evidenciam que a diferença do cultivar BRS 323 em comparação ao cultivar BRS 122, foi de $288,800 \text{ kg ha}^{-1}$, ou seja, o cultivar BRS 323 obteve um incremento de 36% na produtividade em relação ao cultivar BRS 122. No primeiro ciclo de produção, observou-se médias de produtividades maiores que as encontradas no segundo ciclo de cultivo com variação de $2073,000 \text{ kg ha}^{-1}$ para o cultivar BRS 323 e $1276,000 \text{ kg ha}^{-1}$ para o cultivar BRS 122. Os atributos negativos que influenciaram a redução da produtividade do segundo ciclo de cultivo, está relacionado a interferência de plantas daninhas durante a época crítica do desenvolvimento da cultura, como também ao ataque de formigas sobre as plantas, tendo influenciado não somente a produtividade, mas também as outras variáveis analisadas durante o segundo ciclo de produção.

Respostas positivas de adubação orgânica sobre a cultura do girassol têm mostrado crescentes rendimentos quando comparado à adubação mineral, como os realizados por Ribeirinho et al. (2012) com lodo de esgoto e Moraes et al. (2012) com adubo orgânico de resíduos agroindustriais. A utilização de fertilizantes orgânicos é uma alternativa amplamente adotada visando o fornecimento de nutrientes para as culturas, promovendo assim, resultado satisfatório principalmente na produção.

A adubação com o potássio inorgânico utilizado como tratamento (testemunha) mostrou que o cultivar BRS 323, destacou-se com um valor médio de produtividade de $787,80 \text{ kg ha}^{-1}$, já o cultivar BRS 122 obteve uma média de $241,60 \text{ kg ha}^{-1}$, as médias obtidas no segundo ciclo de cultivo foram inferiores aos valores observados no primeiro ciclo de

plântio, neste, o cultivar BRS 323 apresentou uma produtividade de 2395,00 kg ha⁻¹ e o cultivar BRS 122, uma média de 1838,00 kg ha⁻¹ (Tabela 8). Em estudos realizados por Uchôa et al. (2011) avaliando a adubação de potássio em cobertura sobre os componentes de produção dos cultivares de girassol verificaram que com o aumento da adubação potássica incremento positivos foram observados nas variáveis vegetativas e produtivas do girassol.

Tabela 8 - Produtividade dos cultivares de girassol adubados com o KCl no primeiro e segundo ciclo de produção. 2014 e 2015.

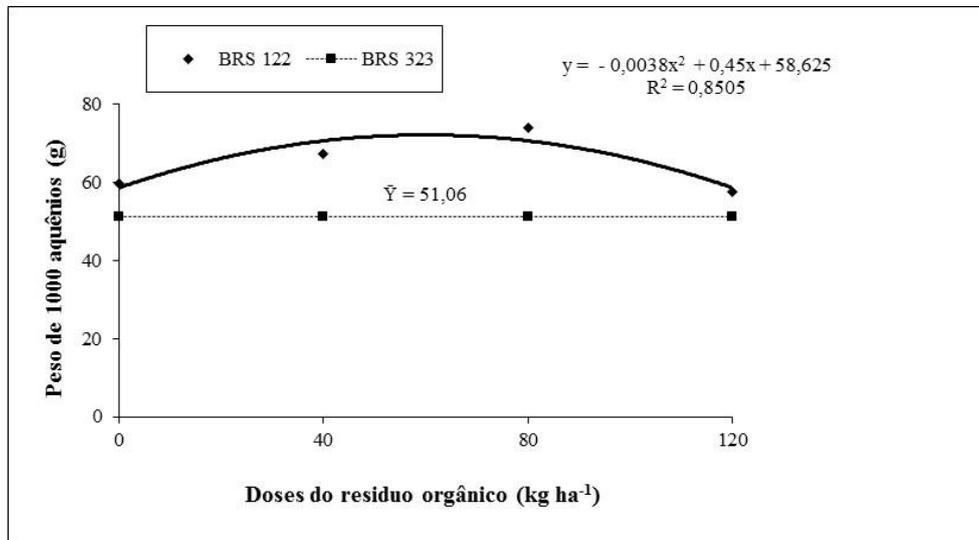
Cultivares	Ciclo 1 (kg ha⁻¹)	Ciclo 2 (kg ha⁻¹)
BRS 323	2395,00 A	787,80 A
BRS 122	1838,00 A	241,60 B

*medias seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Feitosa et al. (2013) analisando a influência da adubação com boro e potássio na cultura do girassol, observaram que na dose de 6 kg ha⁻¹ de boro e 90 kg ha⁻¹ de potássio, obteve-se a maior produtividade. O incremento na produtividade agrícola, decorrente da adição dos fertilizantes potássicos ao solo, varia principalmente com a quantidade de potássio disponível e com o nível geral da fertilidade presente no solo (UCHÔA et al., 2011).

A interação significativa entre os fatores cultivares e doses do resíduo orgânico referente ao peso de 1000 aquênios no segundo ciclo, mostra que o cultivar BRS 122 apresentou diferenças quanto as doses utilizadas do resíduo orgânico, se ajustando a regressão polinomial quadrática (Figura 7). Assim, verifica-se que entre as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ os resultados foram crescentes quando comparado as demais doses empregadas para o cultivar BRS 122, sendo que o ponto máximo que promoveu o aumento na massa de 1000 aquênios foi a dose de 59,21 kg ha⁻¹, promovendo um peso máximo de 71,95g. Enquanto que o cultivar BRS 323 não se ajustou a nenhum modelo matemático de regressão.

Figura 7 - Doses do resíduo orgânico sobre o peso de 1000 aquênios no segundo ciclo de produção.



Com relação a diferença significativa entre os cultivares referentes ao peso de 1000 aquênios, observa-se na Tabela 9 que ambos diferiram significativamente entre si nas doses de 40 e 80 kg ha⁻¹, destacando o cultivar BRS 122, com a maior massa de 1000 aquênios.

Tabela 9 - Peso de 1000 aquênios em função das doses do resíduo orgânico no segundo ciclo de produção.

Cultivares	Dose (kg ha ⁻¹)			
	0	40	80	120
BRS 122	59,75 A	67,25 A	74,00 A	57,50 A
BRS 323	50,50 A	49,50 B	50,50 B	53,75 A

*medias seguida pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

O peso de aquênio é o resultado da capacidade da planta de suprir nutrientes até o limite potencial estabelecido para cada cultivar (BISCARO et al., 2008). Ou seja, a liberação gradual dos nutrientes no decorrer do ciclo da cultura acentua o aumento na massa de 1000 aquênios (SANTOS et al., 2013).

CONCLUSÕES

A adubação com o resíduo orgânico mostrou eficiência sobre as características agronômicas e os componentes de produção do girassol, podendo então ser utilizado em substituição ao cloreto de potássio.

AGRADECIMENTOS

A empresa Três Corações pelo fornecimento do resíduo orgânico e a FUNCAP pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

AMORIN, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 307-316, 2008.

ASHLEY, D.A.; DOSS, B. D.; BENNETT, O. L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, v.55, p.584-585, 1963.

BERNARDI, A. C.C.; SOUZA, G. B.; OKA, S. H.; RASSINI, J. B. **Equivalência de métodos na extração de potássio da parte aérea de alfafa e de capim tanzânia com água ou com solução ácida concentrada ou diluída**. EMBRAPA pecuária, Comunicado Técnico, 5p, 2008.

BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência Agrotécnica**, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.

BOECHAT, C. L.; RIBEIRO, M. O.; RIBEIRO, L. O.; SANTOS, J. A. G.; ACCIOLY, A. M. A. Lodos de esgoto doméstico e industrial no crescimento inicial e qualidade de mudas de pinhão-manso. **Bioscience Journal**, v. 30, n.3, p.782-791, 2014.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; MOREIRA, A.; SALINET, L. S.; VERONESI, C. O. Rochas Brasileiras Como Fonte Alternativa de Potássio Para a Cultura do Girassol. **Espaço & Geografia**, v.9, n.2, p.179-193, 2006.

CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. Adubação com NPK e irrigação do girassol em Luvisolo: Comportamento vegetativo. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 1, 2015.

DANTAS, T. A. G.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, D. F. S.; BANDEIRA, N. V. S.; DANTAS, S. A. G. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.10, p. 1061-1065, 2013.

ESTAT. **Sistema para análises estatísticas** (v. 2.0). Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, FCAV-UNESP, 1994.

FEITOSA, H. O.; FARIAS, G. C.; SILVA JÚNIOR, R. J. C.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, A. F. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.3, p.302-307, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

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

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

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

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade do girassol. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.14, p. 843-853, 2012.

PEREIRA, T.A; SOUTO, L.S.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E.P.; SOUZA, D.L.; SILVA, V.N.; SOUZA, F.M. Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.10, n.1, p.59- 64, 2014.

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**, v.43, n.3, p.561-568, 2012.

RIBEIRINHO, V. S.; MELO, W. J. DE; SILVA, D. H. DA; FIGUEIREDO, L. A.; MELO, G. M. P. Fertilidade do solo, estado nutricional e produtividade de girassol, em função da aplicação de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.166-173, 2012.

SANTO, J. F.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA JÚNIOR, J. R. Produção de girassol submetido à adubação organomineral. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.3, p.38-44, 2013.

SILVA, S. S.; WANDERLEY, J. A. C.; BEZERRA, J. A.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, A. A. R. Crescimento do girassol com níveis de reposição hídrica e adubação potássica. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.2, p.104-110, 2014.

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

THOMAZIN, A.; MARTINS, L. D. Qualidade física e fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivar MG2 em condições de casa de vegetação e Laboratório. **Enciclopédia Biosfera**, v. 07, n.12, 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**, v.42, n.1, p.8-15, 2011.

ZAGONEL, J.; MUNDSTOCK, C. M. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.9, p. 1487-1492, 1991.

CAPÍTULO 3

EFEITO DO RESÍDUO ORGÂNICO SOBRE A QUALIDADE FISIOLÓGICA DOS AQUÊNIOS DE GIRASSOL

RESUMO

Atualmente é crescente o uso de alternativas de adubos orgânicos gerados da agroindústria e utilizados na agricultura, porém, é importante realizar estudos voltados a qualidade fisiológica das sementes, para analisar se a qualidade destas serão afetadas quando as plantas forem submetidas a adubação com resíduos agroindustriais. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar se o resíduo orgânico de alto teor de potássio utilizado na adubação de cultivares de girassol influenciou a qualidade fisiológica dos aquênios. O delineamento utilizado nos experimentos foi o inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial $2 \times 4 + 2$, em que 2 corresponde os cultivares (BRS 122 e BRS 323), 4 as doses do resíduo orgânico ($T_1=0$, $T_2=40$, $T_3=80$ e $T_4=120$ kg K ha⁻¹), mais a testemunha adicional (cloreto de potássio – 60 kg K ha⁻¹) para ambos os cultivares. A qualidade fisiológica dos aquênios foi determinada por meio do teste de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea e o teste de envelhecimento acelerado. Os resultados evidenciaram que o resíduo orgânico na dose 0 kg ha⁻¹ para a primeira contagem de germinação e na dose de 120 kg ha⁻¹ na emergência de plântulas referente ao cultivar BRS 122 apresentou desempenho inferior ao cloreto de potássio, bem como no índice de velocidade de emergência nas doses 0 e 40 kg ha⁻¹ para o cultivar BRS 122 e nas doses 0 e 120 kg ha⁻¹ do cultivar BRS 323. Assim, conclui-se que doses inferiores a 40 kg ha⁻¹ de K e doses acima de 70 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico, pode influenciar negativamente a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., adubo, qualidade fisiológica.

EFFECT OF ORGANIC RESIDUE ON PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SUNFLOWER ACHENES

ABSTRACT

Currently there is an increasing use of alternative organic fertilizers generated from agroindustry and used in agriculture, however, it is important to carry out focused studies the physiological quality of seeds, to analyze if the quality of these will be affected when the plants was subjected to fertilization with organic residues. The objective of this research was to evaluate if the organic residue of high potassium content used in the fertilization of sunflower cultivars influenced the physiological quality of achenes. The design used in the experiments was completely randomized (DIC) in factorial schema $2 \times 4 + 2$, where 2 are the cultivars (BRS 122 and BRS 323) 4 doses of the organic residue ($T_1=0$, $T_2=40$, $T_3=80$ e $T_4=120$ kg K ha⁻¹), and additional control (potassium chloride - 60 kg K ha⁻¹) for both cultivars. The physiological quality of achenes was determined by the germination test, first germination count, seedling emergence, emergence speed index, shoot length, shoot dry mass and the accelerated aging test. The results showed that the organic residue in the dose 0 kg ha⁻¹ for the first germination count and in the dose of 120 kg ha⁻¹ seedling emergence of cultivar BRS 122 showed underperformed potassium chloride and the emergency speed index in the doses 0 and 40 kg ha⁻¹ of cultivar BRS 122 and in the doses 0 and 120 kg ha⁻¹ of cultivar BRS 323. Thus, it is concluded that doses lower than 40 kg ha⁻¹ K and doses above 70 kg ha⁻¹ K of organic residue, could adversely affect the physiological quality of sunflower achenes.

Keywords: *Helianthus annuus* L, fertilizer, physiological quality.

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol destaca-se por apresentar características agronômicas desejáveis, tais como ciclo curto e ampla adaptabilidade as diferentes condições edafoclimáticas (SANTOS et al., 2015). Além disso, potencializa os cultivos subsequentes, melhorando as condições químicas, físicas e biológicas do solo (FERRARI e SOUZA, 2009). A espécie apresenta uma elevada qualidade do óleo para a produção do biocombustível e consumo humano, como também para a alimentação de animais, em razão da geração de subprodutos a partir do processo de extração do óleo.

A utilização de fontes alternativas gerados na agroindústria e utilizados como adubos, permite minimizar o acúmulo de resíduos no solo, menor poluição do ambiente e redução no uso de fertilizantes químicos. Uma das alternativas de fontes orgânicas para o uso nas culturas agrícolas, seria o uso do resíduo orgânico gerado da indústria de torrefação do grão de café, que apresenta elevados índices minerais, principalmente do potássio, que exerce grande influência sobre a produção de aquênios, como também sobre a fisiologia e desenvolvimento das plantas.

Muitos adubos podem conferir um adequado desenvolvimento da planta no campo, mas pode restringir a disponibilidade de nutriente para a semente e conseqüentemente afetar o crescimento e desenvolvimento dessa nova planta. Segundo Prado (2004) a importância da nutrição mineral no incremento da qualidade fisiológica da semente é explicada pelo processo de absorção de nutrientes da planta-mãe, os quais são transportados para os frutos (semente) que em seguida são armazenados nos cotilédones e endosperma. Para Vieira (2006), o componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam, portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor como parâmetros para determinar o potencial fisiológico da semente.

Conforme Rocha et al. (2015) a disponibilidade dos testes para análise é fundamental no controle de qualidade da produção de sementes, pois o potencial fisiológico das sementes pode ser avaliado por meio dos testes de germinação e de vigor. Sementes de elevada qualidade apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando uma rápida emissão e uniformidade da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial o que se reflete em maior crescimento e conseqüentemente maior rendimento (MUNIZZI et al., 2010).

Dessa maneira, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar se o resíduo orgânico de alto teor de potássio utilizado na adubação de cultivares de girassol influenciou a qualidade fisiológica dos aquênios.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes (LAS) pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado no Campus do Pici em Fortaleza/CE. Os aquênios utilizados no trabalho foram obtidos em dois ciclos de cultivo (2014 e 2015), ambos provenientes de dois cultivares de girassol (BRS 122 e BRS 323) adubados com diferentes doses de resíduo orgânico ($T_1=0$, $T_2=40$, $T_3=80$ e $T_4=120$ kg de K ha⁻¹) e um tratamento adicional (cloreto de potássio na dose de 60 kg de K ha⁻¹).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizados (DIC) em esquema fatorial 2x4+2, em que 2 corresponde aos cultivares, 4 as doses do resíduo orgânico, mais o tratamento adicional (cloreto de potássio – 60 kg K ha⁻¹) para ambos os cultivares.

Para avaliação da qualidade física dos aquênios referentes aos tratamentos acima mencionados, determinou-se o teor de água pelo método da estufa a 105±3 °C, durante 24 h, (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em porcentagem na base úmida.

A qualidade fisiológica dos aquênios de girassol foi inicialmente determinada através do teste de germinação realizado com quatro repetições de 50 aquênios em rolo de papel germitest, sendo este umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. As avaliações de plântulas normais foram realizadas aos 10 dias após a semeadura com base nas plântulas que apresentavam estruturas completas, desenvolvidas e saudáveis. Juntamente com o teste de germinação, realizou-se a primeira contagem de germinação, aos quatro dias após a implantação do teste com a contagem de plântulas normais sendo os resultados também expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

O envelhecimento acelerado foi conduzido com a utilização de caixas plásticas (tipo gerbox), contendo 40 mL de água e uma bandeja de tela de alumínio, onde os aquênios foram distribuídos formando uma única camada uniforme. As caixas foram mantidas em câmara do tipo BOD, a 42 °C durante 48 horas, após esse período de envelhecimento, as amostras de 50 aquênios foram submetidas ao teste de germinação seguindo metodologia descrita anteriormente, com as avaliações realizadas no quarto dia após a semeadura.

Para a emergência de plântulas utilizou-se quatro amostras de 50 aquênios por tratamento, ambas foram semeadas em canteiro contendo o substrato areia. O índice de velocidade de emergência (IVE) foi determinado segundo o método de Maguire (1962). Ao final do teste de emergência determinou o comprimento da parte aérea através de uma régua graduada em milímetros e em seguida esse material foi levado para a estufa com circulação de ar a 65 °C por 72 horas, em seguida determinou-se a massa seca da parte aérea através do peso seco do material.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias, utilizando-se o software ESTAT (ESTAT, 1994) e análise de regressão para efeitos de doses, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011) sem transformação de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a qualidade fisiológica dos aquênios obtidos do primeiro ciclo de produção, pode-se observar que para a primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) houve diferença significativa entre si (Tabela 1). Quanto as análises fisiológicas dos aquênios provenientes do segundo ciclo de produção, observou-se que somente o comprimento da parte aérea apresentou diferenças significativas.

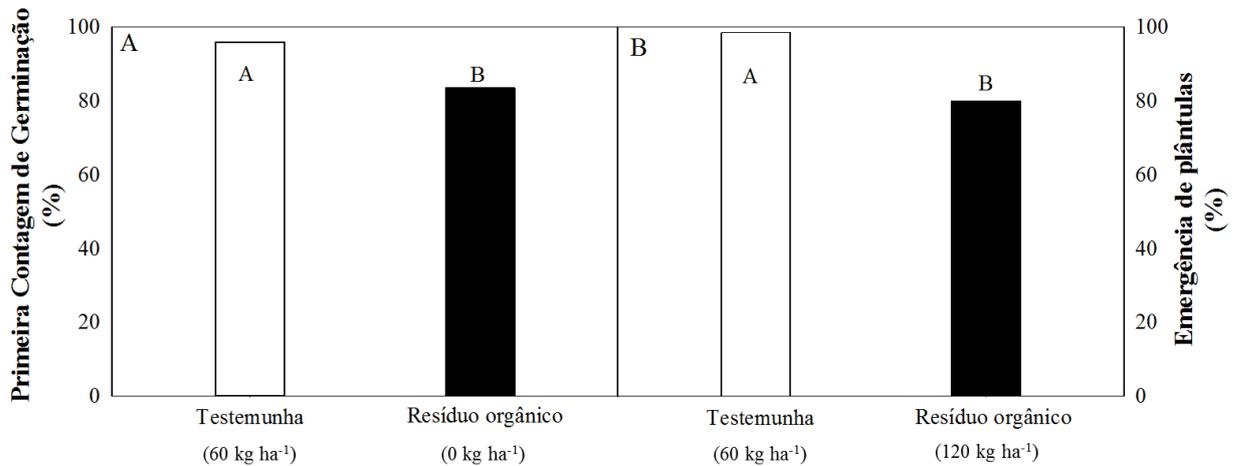
Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) no primeiro ciclo de produção.

FV	GI	PCG	EP	IVE	CPA	MSPA
Valores de F						
Test. x fatores	1	4,59*	5,32*	13,87**	0,07 ^{ns}	2,13 ^{ns}
Testemunhas	1	0,02 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,44 ^{ns}	5,81*	0,45 ^{ns}
Cultivar	1	1,11 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,87 ^{ns}	11,37**
Dose	3	1,37 ^{ns}	2,43 ^{ns}	4,53**	7,02**	1,81 ^{ns}
C x D	3	0,53 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,41 ^{ns}	5,21**	0,05 ^{ns}
Tratamento	9	1,27 ^{ns}	1,52 ^{ns}	3,60**	4,83 ^{ns}	2,17 ^{ns}
CV (%)		10,16	12,00	13,12	8,49	24,51

^{ns}, ** e *- não significativo e significativo a 1% e 5% , respectivamente pelo teste F. FV= fonte de variação, gl= graus de liberdade, CV= coeficiente de variação

Para os dados da primeira contagem de germinação, constatou-se diferenças significativas quanto a interação testemunha x fatores (cultivares adubadas com cloreto de potássio x cultivares adubadas com resíduo orgânico), ou seja, os aquênios provenientes das plantas adubadas com a dose considerada testemunha (60 kg K ha⁻¹) e a dose 0 kg ha⁻¹ de K, diferiram entre si para o cultivar BRS 122, Snyder e Ashlock (1996) afirmam que a deficiência de K pode prejudicar a qualidade fisiológica das sementes. A maior porcentagem na primeira contagem de germinação foi observada das plântulas originárias dos aquênios produzidos do tratamento com o cloreto de potássio (Figura 1A).

Figura 1 - Primeira contagem de germinação (A) e emergência de plântulas (B) do cultivar BRS 122 para fontes de potássio do primeiro ciclo de produção.



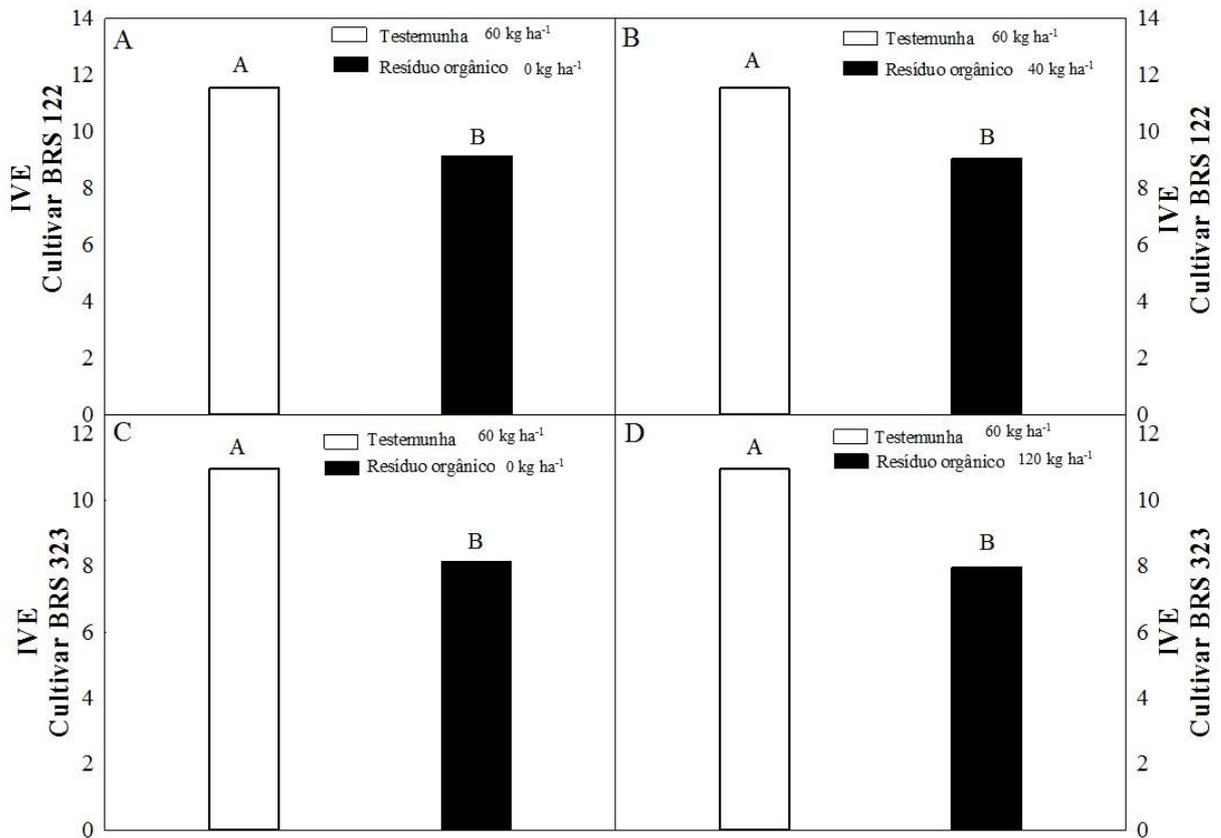
Resultados encontrados por Toledo et al. (2011) com doses de potássio sobre as culturas de soja e trigo, verificaram que os melhores resultados da qualidade fisiológica das sementes de soja foram obtidos com as maiores doses de K₂O (50 e 100 kg ha⁻¹). No estudo realizado pelos referidos autores pode-se observar que as doses de 50 e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, na primeira contagem de germinação promoveram 86 e 87% de germinação, respectivamente, enquanto que para o teste de germinação, observou-se 95% de plântulas germinadas de soja.

Com relação aos resultados referentes a emergência das plântulas, observa-se que os aquênios oriundos das plantas adubadas com o dobro da dose recomendada (120 kg ha⁻¹ de K) do resíduo orgânico, apresentaram menor porcentagem de emergência quando comparado ao tratamento com o cloreto de potássio para o cultivar BRS 122 (Figura 1B). A diferença significativa observada no cultivar BRS 122 em relação a testemunha na emergência de plântulas como também sobre a primeira contagem de germinação, pode ter como resposta a interferência das doses recomendadas sobre a fisiologia dos aquênios, como também em função dos cultivares, pois, analisando o cultivar BRS 323 não verificou diferenças significativas entre doses do resíduo orgânico e cloreto de potássio. Segundo Marcos Filho (2005) o potássio é o nutriente encontrado em maiores quantidades nas sementes, sendo considerado importante para o metabolismo das proteínas e atividade enzimática.

Os resultados referentes ao índice de velocidade de emergência mostram diferenças significativas dos tratamentos em relação a testemunha, onde as doses 0 e 40 kg ha⁻¹ de K referente ao cultivar BRS 122 (Figura 2A, B) e as doses 0 e 120 kg ha⁻¹ de K do cultivar BRS 323 (Figura 2C, D) apresentaram resultados inferiores a testemunha, ou seja, os

aquênios provenientes das plantas adubadas com o cloreto de potássio tiveram uma melhor velocidade de emergência.

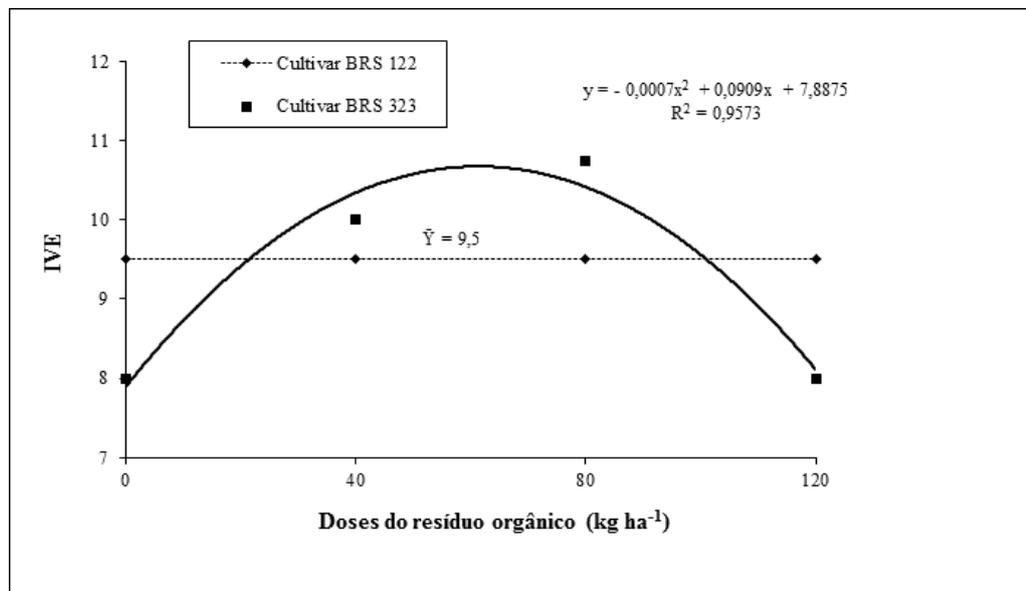
Figura 2 - Índice de velocidade de emergência do cultivar BRS 122 nas doses de 0 kg ha⁻¹ K (A) e 40 kg ha⁻¹ K do resíduo orgânico (B), do cultivar BRS 323 nas doses 0 kg ha⁻¹ K (C) e 120 kg ha⁻¹ K do resíduo orgânico (D) em comparação ao cloreto de potássio.



O vigor das sementes é afetado positivamente pelo potássio (MASCARENHAS et al., 1988). Tal informação também corroboram com Petter et al. (2014) em que observaram que a qualidade das sementes de soja foi influenciada pelas doses de potássio, obtendo os melhores resultados na dose de 80 a 95 kg ha⁻¹ de K₂O.

Analisando as doses do resíduo orgânico sobre o IVE, pode-se observar que o cultivar BRS 323 apresentou ajuste matemático pela regressão polinomial quadrática (Figura 3), sendo que a dose de 64,93 kg ha⁻¹ de K promoveu o ponto máximo de 10,84 no IVE. Para o cultivar BRS 122, o mesmo não se ajustou a nenhum modelo matemático.

Figura 3 - Índice de velocidade de emergência dos cultivares de girassol submetidos a diferentes doses do resíduo orgânico no primeiro ciclo de produção.

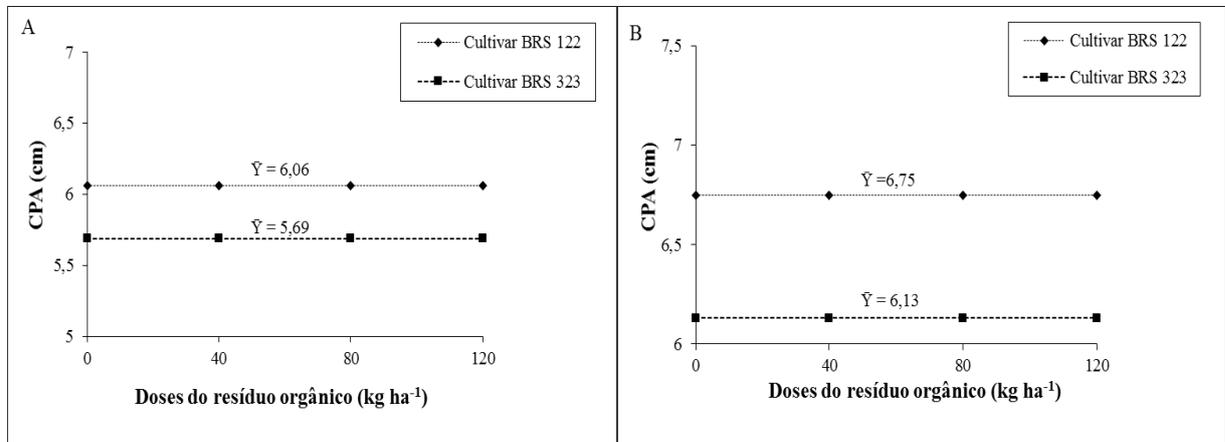


A resposta para o comportamento observado na dose de 120 kg ha⁻¹ no cultivar BRS 323, pode estar relacionado a quantidade superior a dose recomendada para a cultura, e por isso apresentou comportamento inferior para o IVE, ou seja, a expressão dessa dose repercutiu negativamente sobre a qualidade fisiológica dos aquênios, da mesma forma, observa-se que na dose que não houve adubação com fonte potássica, as plântulas tiveram uma menor velocidade de emergência.

Conforme Dan et al. (2010) a velocidade de emergência é um fator importante para um rápido estabelecimento das plântulas a nível de campo, pois as plântulas com maior IVE possuem maior desempenho e maior capacidade de resistir a estresses que possam interferir no crescimento e no desenvolvimento da planta. Vale salientar que as sementes com maior IVE conforme França Neto et al. (2010) culminam mais rápido no fechamento das entrelinhas o que acarreta um controle mais eficiente sobre as plantas daninhas.

Com relação ao comprimento da parte aérea, observou-se interação significativa doses/cultivares em ambos os ciclos de produção, porém, esta variável não se ajustou a nenhum modelo matemático de regressão (Figura 4A, B), sendo, portanto, aferida médias a esta variável.

Figura 4 - Valores médios do comprimento da parte aérea (CPA) dos cultivares em função das diferentes doses do resíduo orgânico, primeiro ciclo de produção (A) e segundo ciclo de produção (B).



Quanto aos cultivares verificou-se que tanto no primeiro como no segundo ciclo de cultivo, o cultivar BRS 122, apresentou plântulas com maiores comprimentos em comparação ao cultivar BRS 323 nas doses 0 e 80 kg ha⁻¹ de K (Tabela 2). Analisar o crescimento das plantas é descrever as condições morfofisiológicas da mesma em diferentes intervalos de tempo, assim, é possível avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos (BENINCASA, 2003).

Tabela 2 - Diferenças do comprimento da parte aérea das plântulas de girassol em função das doses do resíduo orgânico.

Cultivares	Ciclo 1/Dose kg ha ⁻¹			
	0	40	80	120
BRS 122	6,0 A	6,25 A	6,25 A	5,75 A
BRS 323	5,0 B	6,75 A	4,75 B	6,25 A
Cultivares	Ciclo 2/Dose kg ha ⁻¹			
	0	40	80	120
BRS 122	7,0 A	7,25 A	6,75 A	6,0 A
BRS 323	5,25 B	6,75 A	5,75 B	6,75 A

*medias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Analisando a diferença das plântulas oriundas do tratamento adubado com o cloreto de potássio (testemunha) nos dois ciclos de produção, os resultados mostraram que os maiores comprimentos foram observados no cultivar BRS 122, com médias variando de 6,34

e 7,28 cm (Tabela 3). O comprimento da parte aérea exerce uma grande importância, pois interliga diretamente ao diâmetro, refletindo no modo do crescimento e na diferenciação da planta, favorecendo assim, todo o processo que se relaciona ao sistema solo e planta. De acordo com Souza et al. (2006) os comprimentos da parte aérea juntamente com o diâmetro do colo da planta são considerados importantes e usados para expressar a qualidade das mudas e avaliação da capacidade no desenvolvimento e sobrevivência em campo.

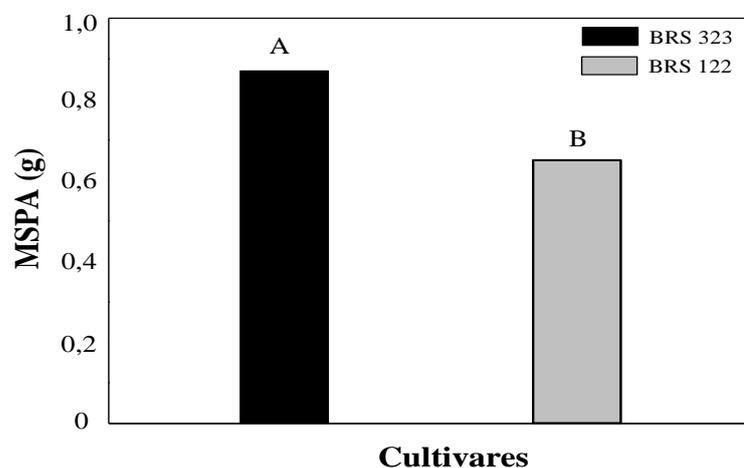
Tabela 3 - Comprimento da parte aérea de plântulas de girassol provenientes da adubadas com cloreto de potássio nos dois ciclos de produção.

Cultivares	Ciclos de produção	
	2014	2015
BRS 122	6,34 A	7,28 A
BRS 323	5,49 B	6,10 B

* médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Para a massa seca da parte aérea (Figura 5), observou-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, ou seja, as doses do resíduo orgânico apresentaram comportamento similar a testemunha (plântulas oriundas do tratamento com o cloreto de potássio), porém, ao analisar os cultivares, verificou-se diferenças significativas entre eles destacando-se o cultivar BRS 323 com uma média de aproximadamente 0,87g, enquanto que o cultivar BRS 122, apresentou um peso médio em torno de 0,65g.

Figura 5 - Valores médios da massa seca da parte aérea (MSPA) em plântulas de girassol.



As plântulas do cultivar BRS 323 apresentaram um maior acúmulo de massa seca da parte aérea, ou seja, os aquênios no seu processo de formação, adquiriram um acúmulo maior de reservas, o que conseqüentemente repercutiu sobre o potencial fisiológico das plântulas. A produção de massa seca da parte aérea confere maiores chances de sobrevivência e posterior crescimento das plântulas no campo, pois as folhas constituem uma das principais fontes de nutrientes e fotoassimilados (DUTRA et al., 2015).

CONCLUSÃO

Doses inferiores a 40 kg ha⁻¹ e doses acima de 70 kg ha⁻¹ de K do resíduo orgânico pode proporcionar efeito negativo sobre a qualidade fisiológica dos aquênios de girassol.

AGRADECIMENTOS

A empresa Três Corações pelo fornecimento do resíduo orgânico e a FUNCAP pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, FUNEP, 2003. 41p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p, 2009.
- DAN, L.G.M.; DAN, H.A.; BARROSO, A.L.L.; BRACCINI, A.L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2 p.131-139, 2010.
- DUTRA, T.R.; MASSAD, M.M.; MATOS, P.S.; SARMENTO, M.F.Q.; OLIVEIRA, J.C. Crescimento inicial e qualidade de mudas de caviúna-do-cerrado e caroba-do-campo em resposta à adubação nitrogenada. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.3, p.52-61, 2015.

ESTAT. **Sistema para análises estatísticas** (v. 2.0). Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, FCAV-UNESP, 1994.

FERRARI, R. A.; SOUZA, W. L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 106-111, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 5, n.6, p.1039-1042, 2011.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 20, n. 1/2, p. 37-38, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and avaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MASCARENHAS, H. A. A.; BULISANI, E. A.; MIRANDA, M. A. C.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; BRAGA, N. R. Deficiência de K em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. **O Agrônomo**, Campinas, v.40, n.1, p. 34-43, 1988.

MUNIZZI, A., BRACCINI, A.de L.; RANGEL, M.A.S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M.C.; ALBRECHT, L.P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.1, p.176-185, 2010.

GRIZE, J. B. **Psicologia genética e lógica**. In: BANKS-LEITE, L. (Org.). Percursos piagetianos. São Paulo: Cortez, 1997. p. 63-76.

PETTER, F.A.; ALVES, A.U.; SILVA, J.A.; CARDOSO, E.A.; ALIXANDRE, T.F.; ALMEIDA, F.A.; PACHECO, L.P. Produtividade e qualidade de sementes de soja em função de doses e épocas de aplicação de potássio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.89-100, 2014.

PRADO, R.M. Estado nutricional da semente repercute na sua qualidade. **Seed News**, v.8, n.4, p.18-21, 2004.

ROCHA, C. R. M.; SILVA, V. N.; CICERO, S. M. Avaliação do vigor de sementes de girassol por meio de análise de imagens de plântulas. **Ciência Rural**, v.45, n.6, p.970-976, 2015.

SANTOS, A. M. P. B.; PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A. T.; SANTOS, J. M. S.; MACHADO, G. S. Tamanho ótimo de parcela para a cultura de girassol em três arranjos espaciais de plantas. **Revista Caatinga**, v.28, n.4, p.265 – 273, 2015.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Revista Ciência Florestal**, v.16, n.3, p. 243-249, 2006.

SNYDER, C.; ASHLOCK, L. O. Late-season potassium deficiency symptoms in Southern soybeans. *Better Crops With Plant Food*, Atlanta, v. 80, n. 2, p. 10-11, 1996.

TOLEDO, M.Z.; CASTRO, G. S. A.; CRUSCIOL, C.A.C.; SARATTO, R.P.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Physiological quality of soybean and wheat seeds produced with alternative potassium sources. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2 p.363-371, 2011.

VIEIRA, C. **Cultivos consorciados**. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão. 2 ed., Viçosa: UFV, 2006. p.493 - 528.