



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

RENATO LEANDRO COSTA NUNES

**GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM CONDIÇÕES DE
ESTRESSE**

FORTALEZA

2015

RENATO LEANDRO COSTA NUNES

**GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM CONDIÇÕES DE
ESTRESSE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira.

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- N926g Nunes, Renato Leandro Costa.
 Germinação e produção de girassol em condições de estresse / Renato Leandro Costa Nunes. –
 2015.
 68 f.: il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,
 Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza,
 2015.
 Área de Concentração: Grandes Culturas.
 Orientação: Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira.
 Coorientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.
1. Germinação. 2. Estresses. 3. Girassol. I. Título.

RENATO LEANDRO COSTA NUNES

**GERMINAÇÃO E PRODUÇÃO DE GIRASSOL EM CONDIÇÕES DE
ESTRESSE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Agronomia.

Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira (Orientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Examinador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof.(a) Dra. Rosilene Oliveira Mesquita (Examinador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Alek Sandro Dutra (Examinador)

Universidade Federal do Ceará - UFC

A minha Mãe, **Rita de Cássia Cruz Costa Nunes**, ao meu Pai, **Luiz Gonzaga Mendes Nunes** e a minha Irmã **Laura Raquel Costa Nunes** sendo os mesmos, a base de todo o conhecimento com o qual administro a minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por me conceder a tomar as decisões na hora e momento certo em relação a todas as atividades exercidas no trabalho realizado.

A toda minha **família e colegas** que acompanharam-me em todas as situações seja em derrotas ou vitórias.

À minha namorada, **Marjory Rodrigues Dourado**, que sempre me apoia em todos os momentos da minha vida.

À **Funcap**, pela bolsa concedida durante todo o período e pelo incentivo a pesquisa.

À **Universidade Federal do Ceará**, em especial ao **Departamento de Fitotecnia** pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Alexandre Bosco de Oliveira**, pela sua grande humildade de saber repassar todos os conhecimentos possíveis diante a realização do trabalho.

Aos componentes da banca examinadora, **Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães, Prof. (a) Dra. Rosilene Oliveira Mesquita e Prof. Dr. Alek Sandro Dutra**, pelas observações e contribuições dadas ao trabalho;

Aos funcionários terceirizados do serviço de bombas **Diego e Issac**.

Aos colegas do **Laboratório de Análise de Sementes** pelo suporte concedido, durante a realização do experimento.

Ao grupo do **Ceflor** em disponibilizar o Laboratório de Floricultura para a determinação dos dados concedidos em campo experimental.

E a todos que não mencionei aqui, mas que de alguma forma contribuíram para que esse trabalho fosse realizado. Muito Obrigado.

Quanto mais é o estudo, resultando na soma de conhecimento, mais eu tenho a certeza que o ser humano não sabe de nada.

(Renato Leandro Costa Nunes)

RESUMO

Atualmente um dos maiores interesses, tratando-se de qualidade fisiológica de sementes, é determinar um maior número de plântulas normais germinadas em um menor espaço de tempo possível. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento germinativo, fisiológico e produtivo de cultivares de girassol sob condições de estresse abiótica e biótica, bem como determinar os períodos de interferência de plantas daninhas nesta cultura. Primeiramente foi avaliado o efeito do fator abiótico (temperatura) no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 20, cinco regimes de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C e 20 cultivares. Com o resultado obtido no primeiro experimento, realizou-se os experimentos com estresse salino e hídrico. Ambos foram realizados em DIC, em esquema fatorial 4 x 5, quatro cultivares que tiveram comportamento germinativo destacado submetidos a cinco potenciais hídricos (0,0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa). Ambos experimentos foram conduzidos em câmara de germinação regulada a 30° C, sendo a melhor temperatura para germinação, além de que esta temperatura é semelhante a microrregião litorânea cearense possuindo baixa altitude e latitude. Os experimentos foram conduzidos com quatro repetições, sendo avaliadas a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, média da matéria fresca e seca das plântulas. Além destes, foi determinada a produtividade e períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em campo, sendo para isso utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições em esquema fatorial 2 x 5 sendo, ou seja, duas modalidades de competição (presença ou ausência) combinados com períodos de convivência e de controle das plantas daninhas sendo 20, 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência do girassol. A temperatura de 30° C foi a mais adequada para a condução do teste de germinação das cultivares. O cv. Olissun foi o que apresentou maior qualidade fisiológica sob as diferentes condições de temperatura, além de apresentar valores aceitáveis quanto aos estresses térmicos, hídrico e salino. Os intervalos de convivência no cultivo do girassol Olissun afetaram os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura. Para a produtividade de aquênios, o período anterior à interferência foi de 27 dias após a emergência (DAE) da cultura, o período total de prevenção à interferência foi de 37 DAE e o período crítico de prevenção à interferência abrangeu 10 dias de ciclo da cultura.

Palavras-chave: Girassol. Estresses. Germinação. Interferência.

ABSTRACT

Currently one of the largest interests in the case of physiological seed quality, is to determine a more normal seedlings germinated in less time possible. The objective of this study was to evaluate the germination behavior, physiological and production of sunflower cultivars under conditions of abiotic and biotic stress, and to determine the periods of weed interference in this culture. First, the effects of abiotic factor (temperature) in a completely randomized design in a factorial 5 x 20, five temperature regimes 25.0; 27.5; 30.0; 32.5 and 35,0° C and 20 cultivars. With the result obtained in the first experiment was carried out experiments with salt and water stress. Both were held in DIC in a factorial 4 x 5, four cultivars that had germination behavior highlighted submitted to five water potentials (0.0, -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa). Both experiments were conducted in a growth chamber at 30 ° C, the best temperature for germination, and that this temperature is similar to Ceará coastal micro having low altitude and latitude. The experiments were conducted with four replications and evaluated the germination percentage, germination rate index, mean germination time, average fresh and dry weight of seedlings. Besides these, was determined to productivity and periods of weed interference in sunflower cultivation in the field, and for that used a randomized block design with four replications in a factorial 2 x 5 being, that is, two types of competition (presence or absence) combined with periods of coexistence and weed control being 20, 40, 60, 80 and 100 days after emergence of sunflower. The temperature of 30 ° C was the most suitable for conducting the cultivars germination test. The cv. Olissun showed the highest physiological quality under different conditions of temperature, while maintaining acceptable values for the thermal stresses, water and salt. Coexistence intervals in Olissun Sunflower cultivation affected periods of weed interference in culture. For achenes productivity, the period before interference was 27 days after emergence (DAE) of culture, the total period of interference prevention was 37 DAE and the critical period of interference covered 10 days of crop cycle .

Keywords: Sunflower. Stresses. Germination. Interference.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – Aspectos germinativos de cultivares de girassol submetidos a diferentes estresses abióticos

Figura 1: Porcentagem de germinação (PG) das plântulas de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).....	41
Figura 2: Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das plântulas de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A e C) e estresse salino (B e D).....	43
Figura 3: Média de matéria fresca (MF) das plântulas de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).....	44
Figura 4: Média da matéria seca (MS) das plântulas de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).....	45

CAPÍTULO II - Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do girassol

Figura 1: Médias climatológicas de precipitação e temperaturas máxima e mínima a partir de uma série de dados de 30 anos observados em Fortaleza.....	55
Figura 2: Massa seca da flora infestante presente na área experimental em diferentes períodos de convivência com plantas de girassol, cv. Olissun.....	58
Figura 3: Altura e diâmetro de caule (A e B) de plantas de girassol cv. Olissun em função dos períodos de convivência com plantas daninhas.....	59
Figura 4: Área foliar e número de folhas (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência com plantas daninhas.....	60
Figura 5: Diâmetro de capítulo e massa fresca (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.....	61
Figura 6: Massa seca e produtividade de aquênios (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.....	63

Figura 7: Período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de girassol Olissun cultivado em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE..... 64

Figura 8: Teor e rendimento de óleo (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE..... 65

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – Aspectos germinativos de cultivares de girassol submetidos a diferentes estresses abióticos

Tabela 1: Concentrações de cloreto de sódio (NaCl) e Polietileno Glicol 6000 (PEG 6000) usadas nas soluções. UFC, Fortaleza, 2015.....	33
Tabela 2: Resumo da (ANOVA) para as variáveis porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) matéria fresca (MF) e matéria seca por plântula (MS) de 20 cultivares de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.....	34
Tabela 3: Porcentagem de germinação (PG) de sementes de 20 cultivares de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.....	35
Tabela 4: Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de 20 cultivares de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.....	37
Tabela 5: Matéria fresca (MF) e seca (MS) de plântulas de girassol oriundas de sementes de 20 cultivares de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.....	38
Tabela 6: Resumo da (ANOVA) para as variáveis porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) de sementes de 4 cultivares de girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.) submetidos a diferentes níveis de potenciais osmóticos em estresse salino e hídrico.....	40

CAPÍTULO II - Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do girassol

Tabela 1: Resumo da ANOVA das variáveis pré-colheitas, massa seca de plantas daninhas (MSPD), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), área foliar (AF), número de folha (NF) de plantas de girassol submetidas na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.....	57
---	----

Tabela 2: Resumo da ANOVA do diâmetro de capítulo (DCA), matéria fresca (MF) e seca (MS) das plantas, produtividade de aquênios (PA), teor (TO) e rendimento de óleo (RO) do híbrido de girassol Olissun, submetidas na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE..... 60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Considerações gerais sobre a espécie	2
2.2 Estresses abióticos na germinação	4
2.2.1 Temperatura	4
2.2.2 Estresse salino	5
2.2.3 Estresse hídrico	6
2.3 Estresses bióticos	7
2.3.1 Plantas daninhas e seus períodos de interferência na cultura do girassol	7
REFERÊNCIAS	9
CAPÍTULO I – Estresse térmico, hídrico e salino em sementes de cultivares e híbridos de girassol	15
Resumo	15
Abstract	16
1 Introdução	17
2 Material e métodos	18
3 Resultados e discussão	20
4 Conclusões	32
Referências	32
CAPÍTULO II – Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do girassol	36
Resumo	36
Abstract	37
1 Introdução	38

2 Material e métodos	39
3 Resultados e discussão	43
4 Conclusões	51
Referências	51

1 INTRODUÇÃO

Atualmente um dos maiores interesses, em se tratando de qualidade fisiológica de sementes, é a determinação do número de plântulas normais no menor tempo possível. Tal resultado permite decidir de forma rápida a quantidade de sementes, de um determinado lote, que deverão ser semeadas no campo visando à máxima produção.

Tendo em vista a necessidade de avaliar sementes oleaginosas sob condições abióticas e bióticas, são necessários estudos, a respeito do comportamento germinativo, fisiológico e produtivo, sob estas condições, de sementes de espécies consideradas oleaginosas.

A germinação de sementes é influenciada por uma sequência de fatores extrínsecos e intrínsecos, cuja interação destes é fundamental para que o processo germinativo ocorra normalmente. Com relação aos fatores internos, cita-se a vitalidade, longevidade, dormência, quantidade de reservas nutritivas da semente, entre outras. Já os externos têm-se a água, temperatura, luz, umidade e substrato (BEWLEY *et al.*, 2013).

Os limites de temperatura dessa germinação fornecem subsídios de interesses biológico e ecológico, que auxiliam nos estudos ecofisiológicos e de sucessão vegetal (FIGLIOLIA; OLIVEIRA; PINÃ-RODRIGUES, 1993) que tanto podem agir sobre a velocidade de absorção de água, como também sobre as reações bioquímicas que determinam o processo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Assim, para as oleaginosas e outras culturas agrícolas a fase de emergência de plântulas requer sementes de qualidade para ocorrer no menor tempo possível, ou seja, em cinco ou sete dias após a semeadura.

Outro importante estresse ao qual a semente pode ser submetida é a salinidade. Esse fator é um dos principais limitadores ambientais do crescimento e da produtividade de plantas (LEONARDO *et al.*, 2003), já que pode causar desbalanço nutricional. Isso acontece porque o excesso de Na na solução do solo provoca distúrbios na absorção de nutrientes, o que altera as concentrações de nutrientes, como o Ca, Mg e K, na planta (VIANA *et al.*, 2001).

Já o estresse hídrico provoca a diminuição na germinação de sementes, principalmente devido à redução da atividade enzimática, o que resulta em menor desenvolvimento meristemático (POPINIGIS, 1985; HADAS, 1976). A água é o fator que exerce a influência determinante sobre o processo de germinação. Quando disponível, há hidratação dos tecidos, intensificação da respiração e de todas as outras atividades

metabólicas que culminam no crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Tanto a temperatura, quanto a salinidade e a disponibilidade hídrica, são consideradas fatores edafoclimáticos que interferem diretamente no crescimento e produção das culturas, dentre elas as oleaginosas.

Esse grupo de plantas apresentam características peculiares, que é a possibilidade de adaptação a extensas áreas, podendo ser cultivada em condições de verão e de inverno. No Brasil, grande parte territorial é considerada apta para o cultivo de oleaginosas, por apresentar condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento e produção. Desse modo, tais espécies apresentam-se como de cultivo potencial para o Estado do Ceará, com possibilidades de semeadura durante todo o ano. No entanto, nesse estado, a informação acerca de produtividade ou de desenvolvimento das culturas oleaginosas, principalmente a do girassol, está em fase inicial com abrangência apenas experimental. Além dos fatores citados, outro fator edafoclimático pouco estudado e que interfere na produção de oleaginosas é a presença de plantas daninhas nos locais de cultivo. Segundo Adegas *et al.* (2010), as plantas daninhas podem interferir no desenvolvimento das plantas cultivadas resultando em perda na produtividade, menor qualidade do produto colhido e aumento do custo de produção da cultura.

No entanto, a interferência dessas plantas nas culturas agrícolas ocorre em uma fase fenológica determinada. O período conhecido como anterior à interferência (PAI) não interfere no desenvolvimento dos cultivos comerciais, já que ambas podem conviver no mesmo espaço. Segundo Silva *et al.* (2012) o período situado entre o final do PAI e do PTPI é denominado de Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI). Já o período compreendido da emergência até o início do período mencionado é definido como o Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) (PITELLI; DURIGAN, 1984). O período posterior à fase fenológica, ou seja, mais para o final do ciclo das culturas agrícolas o controle da comunidade infestante também pode ser desconsiderado, já que não produzirá qualquer benefício à produtividade do cultivo comercial.

Baseando-se no exposto este trabalho teve por objetivo estudar a germinação de plântulas de girassol em diferentes condições de temperatura, estresse hídrico e salino, bem como determinar a produtividade e os períodos de interferência das plantas daninhas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre a espécie

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma espécie anual herbácea, de cultivo estival, dicotiledônea, da família Asteraceae, que pode apresentar diversos cultivares que variam em cor, tamanho e formato. A planta é originária da América do Norte, tendo a região do México como provável centro de origem. Até o século XVII, essa espécie foi utilizada como planta ornamental e medicinal, tendo ganhado importância econômica somente após a II Guerra Mundial (SILVA, 1990).

Atualmente o girassol é cultivado nos cinco continentes, tendo grande importância na economia mundial (SILVA *et al.*, 2012), sendo a Ucrânia, Rússia, Estados Unidos, Argentina e Turquia, nesta ordem, os principais produtores mundiais de seus grãos (USDA, 2013; CONAB, 2013). Segundo Nobre *et al.* (2011) o girassol responde por cerca de 13% de todo o óleo vegetal produzido no mundo. O Brasil ainda ocupa uma posição pouco expressiva no que diz respeito à produção de girassol, entretanto, nos últimos anos tem sido significativo o incremento de áreas destinadas à sua exploração (BACKES *et al.*, 2008). O crescimento da cultura em relação à área plantada está em ascendência (CONAB, 2005), prova disso é que a produção de girassol no Brasil, ocupa atualmente uma área de aproximadamente 143,5 mil hectares, apresentando um aumento expressivo de 104,7%, se comparado com o da safra passada concentrando-se, sobretudo nos estados de Mato Grosso e Minas Gerais (CONAB, 2014).

Em relação aos interesses que a cultura reflete no mercado tem-se a alta qualidade de seu óleo, sendo este, rico em ácidos graxos poli-insaturados, que estão presentes em altos teores nas suas sementes. Além do aspecto nutricional, com a introdução do biodiesel na matriz energética do país a demanda por óleos vegetais vem aumentando e, neste sentido, a cultura se tornou uma opção rentável podendo ser produzida por pequenos e grandes produtores, atingindo elevado rendimento de óleo (ALVES *et al.*, 2013). As culturas da mamona, soja, canola e dendê assemelham-se ao girassol devido à produção de óleo para o mundo, além do mesmo adaptar-se a condições adversas seja do clima ou solo, podendo ser cultivado em qualquer região do território brasileiro inclusive no Estado do Ceará.

O girassol é uma cultura de ampla adaptabilidade climática, alta tolerância à seca e alto rendimento de grãos e de óleo (PRADO; LEAL, 2006). Em sistemas de cultivos diversificados, essa cultura é uma excelente opção nos sistemas de rotação e sucessão de

culturas produtoras de grãos (LEITE; BRIGHENTI; CASTRO, 2005). Além disso, a planta de girassol, grãos, restos da cultura e seus subprodutos gerados a partir da extração do óleo podem ser usados na alimentação animal (NOBRE *et al.*, 2011). Na floricultura e paisagismo o girassol também apresenta boa aptidão ornamental e para a nutrição humana apresenta importantes propriedades medicinais (DICKMANN *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2007).

2.2 Estresses abióticos na germinação

2.2.1 Temperatura

Os diferentes híbridos e cultivares de uma cultura podem apresentar um comportamento diferenciado nas diversas fases fenológicas de desenvolvimento de uma espécie, bem como em outras características de interesse agrônomo.

Durante a germinação ocorre uma sequência de eventos fisiológicos que são influenciados pela temperatura, sendo assim, torna-se imprescindível estudar a influência desse fator para compreender o processo germinativo de cultivares, pois em seu habitat natural, os mesmo apresentam diferentes graus de exigência, de modo que a sensibilidade à temperatura encontra-se associada aos grupos ao qual o híbrido pertence.

Não somente a carga genética presente nos híbridos, mas também as influências das condições climáticas interferem no processo de germinação das sementes. A temperatura, por exemplo, influi nesse processo principalmente por alterar a velocidade de absorção de água e modificar as velocidades das reações químicas que irão acionar o desdobramento, o transporte de reservas e a ressíntese de substâncias para a plântula (PACHECO JÚNIOR, 2010). De acordo com Pons (2000), a temperatura afeta a germinação e pode induzir a dormência de sementes, sendo que a faixa de temperatura dentro da qual as sementes podem germinar é característica de cada espécie (BEWLEY *et al.*, 2013).

Segundo Marcos Filho (2005), a temperatura para a germinação não apresenta um valor específico, mas pode ser expressa em termos das temperaturas cardeais, isto é, mínima, máxima e ótima. A temperatura ótima para a germinação pode variar em função da condição fisiológica da semente. Para uma mesma espécie, as sementes recém-colhidas necessitam de uma temperatura ótima diferente da verificada para as mais velhas. Isto porque a temperatura ótima vai se diferenciando e se tornando menos específica com a perda da dormência residual

das sementes (PACHECO JÚNIOR, 2010). Abaixo da temperatura ótima há redução da velocidade com que ocorre o processo, o que pode levar a uma redução no total da germinação (BORGES; RENA, 1993).

2.2.2 Estresse salino

De acordo com Lopes (2008) as condições encontradas pelas sementes nem sempre são ideais, como é o caso dos solos salinos, devido à fertilização dos solos e à fertirrigação associadas à deficiência de sistema adequado para a drenagem. Nesses solos, a presença de sais pode atingir nível elevado e influenciar negativamente na germinação. Assim a alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico, retendo água, além da ação dos íons sobre o protoplasma (MOTERLE *et al.*, 2008). Contudo o aumento da concentração de compostos como prolina, polióis e açúcares, serve para manter o potencial osmótico da célula compatível com a manutenção da estabilidade de algumas macromoléculas, proporcionando redução na perda de atividade enzimática ou da integridade da membrana, que ocorrem quando existe estresse hídrico ou salino (FREIRE, 2000). Assim a água é osmoticamente retida em solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais à torna cada vez menos disponível para as plantas (RIBEIRO; MARQUES; AMARRO, 2001).

A salinidade influencia significativamente a resposta germinativa da semente. O excesso de sais solúveis provoca uma redução do potencial hídrico do solo, induzindo menor capacidade de absorção de água pelas sementes (LIMA *et al.*, 2005). Entretanto, tais efeitos dependem de muitos outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, características dos sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (ASHRAF; HARRIS, 2004; TESTER; DAVENPORT, 2003).

Nas regiões áridas e semiáridas, o excesso de sais no solo tem limitado a produção agrícola (TORRES; VIEIRA; MARCOS FILHO, 2000). A salinização do solo afeta negativamente a germinação, o estande das plantas, o desenvolvimento vegetativo das culturas, a produtividade e, nos casos mais graves, causa a morte das plântulas (SILVA; PRUSKI, 1997).

Esta redução do potencial hídrico e os efeitos tóxicos dos sais interferem inicialmente no processo de absorção de água pelas sementes, influenciando na germinação

(CAVALCANTE; PEREZ, 1995). O alto teor de sais no solo, especialmente de cloreto de sódio (NaCl), pode inibir a germinação, primariamente, em razão do efeito osmótico (FANTI; PEREZ, 1996). Também, o incremento na concentração salina produz um aumento na porcentagem de plântulas anormais, em virtude da ação tóxica dos sais sobre as sementes (CAMPOS; ASSUNÇÃO, 1990).

A resistência à salinidade é descrita como a habilidade de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma e também, de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais (LARCHER, 2000).

Estudos avaliando os níveis de tolerância das sementes de girassol ao estresse salino simulados por NaCl não afetou a porcentagem de plântulas normais oriundas de sementes girassol germinadas em potenciais osmóticos de -0,2 e -0,4 MPa. Em contrapartida, houve redução significativa na germinação das sementes em potencial osmótico de -0,8 MPa, onde apenas 37 % das sementes germinaram, correspondente a uma redução de aproximadamente 50 %, em relação a testemunha (CARNEIRO *et al.*, 2011).

2.2.3 Estresse hídrico

Entre os diversos fatores ambientais capazes de influenciar a germinação, a disponibilidade de água é um dos mais importantes, isso porque constitui a matriz onde ocorre a maioria dos processos bioquímicos e fisiológicos (KHAJEH-HOSSEINI; POWEL; BINGHAM, 2003). As condições em que as sementes se encontram no solo para a germinação nem sempre são ótimas, como é o caso dos solos com déficit hídrico, que são de ocorrência natural nas regiões áridas e semiáridas (GUEDES *et al.*, 2011). Larcher (2000) ressalta a importância de se conhecer como o estresse hídrico afeta a germinação de sementes, na avaliação dos limites de tolerância e capacidade de adaptação das espécies em tal condição.

Em condições naturais, o estresse hídrico desempenha estímulos diretos no estabelecimento das espécies, influenciando em um retardamento natural no tempo de germinação das sementes e, conseqüentemente, no desenvolvimento das plantas. Dessa forma, a germinação é distribuída no tempo e no espaço, aumentando a probabilidade das plântulas encontrarem condições ambientais adequadas ao estabelecimento e desenvolvimento (BEWLEY *et al.*, 2013).

No início do processo da embebição, os potenciais osmóticos mais negativos podem retardar e diminuir tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, inviabilizando a sequência dos eventos germinativos da semente durante a absorção de água (BANSAL; BHATI; SEM, 1980). Para cada espécie existe um valor de potencial osmótico no solo, abaixo do qual a germinação não ocorre (BEWLEY *et al.*, 2013). Este efeito depende do tipo de planta e do grau e duração do déficit hídrico (PAIVA, 2007).

Para a utilização de substâncias químicas que restringem a velocidade de entrada de água nas sementes é de fundamental importância para um melhor entendimento das estratégias de sobrevivência das espécies em ambientes com déficit hídrico. De todas as substâncias existentes, destaque pode ser feito ao polietilenoglicol (PEG), polímero de alto peso molecular, não iônico, inerte, que não penetra na parede celular da semente (STEUTER; MOZAFAR; GOODIN, 1981).

Estudos avaliando os níveis de tolerância das sementes de girassol ao estresse hídrico simulados com PEG 6000 demonstraram que a capacidade germinativa das sementes de girassol nos diferentes potenciais osmóticos apresentaram um aumento significativo na porcentagem de sementes germinadas na concentração de -0,2 MPa, sendo superior à testemunha e às demais concentrações osmóticas (CARNEIRO *et al.*, 2011).

2.3 Estresses bióticos

2.3.1 Plantas daninhas e seus períodos de interferência na cultura do girassol

Com a expansão do cultivo do girassol, os problemas com plantas daninhas têm se intensificado significativamente. Os prejuízos causados por espécies infestantes na cultura do girassol podem variar de 23 a 70 % de perda no rendimento de aquênios (VIDAL; MEROTTO JÚNIOR, 2001).

A época e a duração do período de convivência entre plantas daninhas e culturas influenciam, consideravelmente, a intensidade de interferência. No início do ciclo de desenvolvimento, a cultura e a comunidade infestante podem conviver por um determinado período, sem que ocorram efeitos danosos sobre a produtividade da espécie cultivada. Durante essa fase, o meio é capaz de fornecer os fatores de crescimento necessários à cultura e às espécies daninhas, essa fase é denominada período anterior à interferência (PAI) (VELINI,

1992). Outro período a ser considerado é a partir da semeadura, da emergência ou do transplante, em que a cultura deve crescer livre da presença dessas, a fim de que sua produtividade não seja alterada significativamente. As espécies daninhas que se instalarem após esse período não interferirão de maneira prejudicial na produtividade da planta cultivada. Após o término dessa fase, a cultura apresenta capacidade de controlar as plantas daninhas, em função da cobertura do solo, suprimindo essas espécies. Esse período é denominado de período total de prevenção da interferência (PTPI). Existe ainda um terceiro período, denominado período crítico de prevenção da interferência (PCPI), o qual corresponde à fase em que as práticas de controle deveriam ser efetivamente adotadas (PITELLI; DURIGAN, 1984).

Silva *et al.* (2012), estudando o híbrido M 734, observaram que o PTPI estendeu-se até 39 dias do ciclo agrícola da cultura após sua emergência. Dessa forma, o PCPI situou-se entre 15 e 39 dias após a emergência, abrangendo 24 dias do ciclo da cultura. Alves *et al.* (2013) considerando uma perda de 10% na produtividade dos genótipos utilizados, o PAI, o PTPI e o PCPI foram de 16; 37 e 21 dias para o cultivar Embrapa 122 e para o híbrido Hélio 358 foram de 24; 43 e 19 dias, respectivamente.

Trabalhos relacionados à matocompetição na cultura do girassol realizados em Londrina-PR evidenciaram incrementos em número de aquênios por capítulo e rendimento da cultura quando o girassol foi mantido no limpo por um período de 40 a 45 dias após a emergência, com limite máximo de 15-20 dias após a emergência para o início do controle (FLECK; PINTO; MENGARDA, 1989). Johnson (1971), usando distintos períodos de interferência, verificou que a produtividade máxima de aquênios ocorreu quando a cultura foi mantida livre de plantas daninhas por um período de 28 a 42 dias após a semeadura. Giménez e Rios (1986), em trabalhos conduzidos no Uruguai, verificaram que a infestação de plantas daninhas foi mais severa até 30 dias após a emergência.

Condições edafoclimáticas (VELINI, 1992), espaçamentos da cultura, variedades (MARTINS; PITELLI, 1994) e densidade de semeadura (MESCHÉDE *et al.*, 2002) podem modificar drasticamente as relações entre plantas daninhas e culturas. Essas condições contribuem para que resultados experimentais possam ser obtidos em locais, épocas de semeadura ou anos agrícolas distintos.

Segundo Silva *et al.* (2012), fica claro que os períodos de interferência entre a cultura do girassol e as plantas daninhas, bem como os prejuízos à produtividade advindos da interferência dessas espécies, podem variar, dependendo das condições de cultivo, sendo

necessário maior volume de informações para se determinar com maior precisão o período em que a cultura não pode sofrer interferência das plantas daninhas.

REFERÊNCIAS

ADEGAS, F.S.; OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V.; PRETE, C.E.C.; GAZZIERO D.L.P VOLL, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol, **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010.

ALVES, G.S.; TARTAGLIA, F.L.; ROSA, J.C.; LIMA, P.C.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M.; Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.3, p.275–282, 2013.

ASHRAF M.; HARRIS, P.J.C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants, **Plant Science**, v. 166, n. 01, p. 3-16, 2004.

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

BEWLEY, J.D.; BRADFORD K.J.; HILHORST H.W.M.; NONOGAKI H. Seeds: Physiology of development, germination and dormancy, 3rd ed. **New York: Springer**. 2013. 392p.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de Sementes. In: AGUIAR, I.B. de; PIÑARODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLA, M.B. Sementes florestais tropicais. Brasília, DF: **Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes**, 1993.

BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol, **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 251-257, 2004.

CAMPOS, I.S.; ASSUNÇÃO, M.V. Efeito do cloreto de sódio na germinação e vigor de plântulas de arroz, **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 25, n. 6, p. 837-843, 1990.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5. ed. **Jaboticabal**: FUNEP, 2012. p. 590.

CARNEIRO, M.M.L.C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P.V.; TEIXEIRA, S.B.; SOUSA, C.P.; BACARIN, M.A.; MORAES, D.M.; Atividade antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após hídrico e salino, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 4 p. 000 - 000, 2011.

CASTRO, C. et al. A cultura do girassol. Londrina: **EMBRAPA CNPSo**, 1997. 36 p. (EMBRAPA - CNPSo. Circular Técnica, 13).

CAVALCANTE, A.M.B.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n. 2, p. 281-289, 1995.

CONAB - **Companhia Nacional De Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2004/2005– Primeiro Levantamento - Junho/2005.

CONAB - **Companhia Nacional De Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/2013– Levantamento - Fevereiro/2013.

CONAB - **Companhia Nacional De Abastecimento**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2013/2014– Décimo Levantamento - Junho/2014.

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. 03, p. 64-75, 2005.

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos de estresse hídrico e salino na germinação de *Bauhinia forficata* Link, **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n. 249, p. 654-662, 1996.

FIGLIOLIA, M.B.; OLIVEIRA, E.C.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: **florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p. 137-174.

FLECK, N.G.; PINTO, J.J.O.; MENGARDA, I.P. Interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. Competição no tempo, **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 24, n. 9, p. 1139-1147, 1989.

FREIRE, A.L.O. Fixação do nitrogênio, crescimento e nutrição mineral de leucena sob condições de salinidade. 2000. 92p. **Tese (Doutorado)** - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

GIMÉNEZ, R.; RIOS, A. Control de malezas. In: **Girasol**: algunos aspectos de manejo y producción. La Estanzuela: Estación Experimental La Estanzuela, 1986. p. 15-22 (Miscelánea, 64).

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; VIANA, J.S.; GONÇALVES, E.P.; J.M.; SANTOS, S.R.N.; COSTA, E.G. Tratamentos pré-germinativos e temperaturas para a germinação de sementes de *Apeiba tibourbou* Aubl, **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 131-140, 2011.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution, **Journal Express Botany**, 27: 480-9, 1976.

JOHNSON, B.J. Effect of weed competition on sunflowers, **Weed Sci.**, v. 19, n. 4, p. 378-380, 1971.

KHAJEH-HOSSEINI, M.; POWELL, A.A.; BINGHAM, I.J. The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds, **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 3, p. 715-725, 2003.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. Trad. C.H.B.A. Prado. **São Carlos**: Rima, 2000. 531p.

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

LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R.L.V.; ALMEIDA, R.S.; GODOY, L.J.G. & MARCHESE, J.A. Estresse salino induzido em plantas de pimentão e seus efeitos na produção de frutos, **Hortic. Bras.** 21:1-4, 2003.

LIMA, M.G.S.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; ABREU, C.M.; Qualidade fisiológica de sementes de arroz submetidas a estresse salino, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 1, p.54-61, 2005.

LOPES, J.C.; MACEDO, C.M.P.; Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, nº 3, p. 079-085, 2008.

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

MARTINS, D. M.; PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim das águas: efeitos de espaçamentos, variedades e períodos de convivência, **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, p. 87-92, 1994.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. 4.ed. **Great Britain: Pergamon Press**, 1989. 270p.

MESCHEDE, D.K. et al. Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura, **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2002.

MOTERLE, L.M.; LOPES, P.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 28, nº 3, p.169-176, 2008.

NOBRE, R.G.; GHEVI, H.R.; SOARES, F.A.L.; CARDOSO, J.A.F.; Produção de girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada, **R. Bras. Ci. Solo**, 35:929-937, 2011.

PACHECO JÚNIOR, F.; Temperatura e luminosidade na germinação de sementes de *Piper hispidinervum* 2010. 17 f. **Dissertação (Mestrado em produção vegetal)** - Universidade Federal do Acre. 2010.

PAIVA, A.S. Disponibilidade hídrica na germinação de sementes e no crescimento de plântulas da leguminosa forrageira *Macrotyloma axillare* (E. Mey) Verdc. cv. Java. 2007. 85 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

PITELLI, R.A.; DURIGAN, J.C. Terminologia para períodos de controle e convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS**, 15., 1984, Belo Horizonte. Resumos... Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 37.

PONS, T.L. Seed responses to light. In: Fenner, M. (Ed.) **The ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford, CABI Publishing, p. 237-260. 2000.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente, **Brasília**: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRADO, R.M.; LEAL, R.M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. **Pesq. Agropec. Trop.**, 36:187-193, 2006.

RIBEIRO, M.C.C.; MARQUES, B.M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.), **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.281-284, 2001.

SILVA, D.; PRUSKI, F.F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília: **MMA/SBH/ABEAS**, 1997.

SILVA, J.I.C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES-COSTA, A.C.P.; COSTA, N.V.; Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol, **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 1, p. 27-36, 2012.

SILVA, M.L.O. et al. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 05, p. 482-488, 2007.

SILVA, M.N.A cultura do girassol. São Paulo: **Jaboticabal**, 1990. 67 p.

STEUTER, A.A.; MOZAFAR, A.; GOODIN, J. R. Water potential of aqueous polyethylene glycol, **Plant Physiology**, Lancaster, v. 67, n. 1, p. 64-67, 1981.

TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants, **Annals of Botany**, v. 91, n. 03, p. 503-527, 2003.

TORRES, S.B.; VIEIRA, E.L.; MARCOS FILHO, J. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino, **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.2, p.39-43, 2000.

USDA – **United States Department of Agriculture** – lifting of the grain harvest - December/2013.

VELINI, E.D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas: In: KOGAN, M.; LIRA, V. J. E. Avances en manejo de malezas en la producción agrícola y florestal, **Santiago del Chile: PUC/ALAM**, 1992. p. 41-58.

VIANA, A.P.; BRUCKNER, C.H.; MARTINEZ, H.E.P.; HUAMAN, C.A.M. & MOSQUIM, P.R. Teores de Na, K, Mg, e Ca em porta-enxertos de videira em solução salina. **Sci. Agric.**, 58:187-191, 2001.

VIDAL, R.A.; MEROTTO Jr., A. **Herbicidologia**. Porto Alegre: Edição do Autor, 2001. 152 p.

CAPÍTULO I – ASPECTOS GERMINATIVOS DE CULTIVARES DE GIRASSOL SUBMETIDOS A DIFERENTES ESTRESSES ABIÓTICOS

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a germinação de sementes de girassol sob condições de estresses térmico, hídrico e salino. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza-CE. Para a avaliação da influência da temperatura o experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (5 x 20), sendo cinco regimes de temperaturas (25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C) e sementes de vinte cultivares de girassol, sendo conduzidas quatro repetições. Os resultados comparados entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. O segundo e terceiro experimentos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 5, quatro cultivares de girassol e cinco soluções de NaCl (2º experimento) e PEG 6000 (3º experimento) com os seguintes potenciais 0,0 (testemunha); -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa. As seguintes características foram avaliadas em todos os experimentos: a) Média da matéria fresca por plântula; b) Média da matéria seca por plântula; c) Tempo médio de germinação; d) Índice de velocidade de germinação; e, e) Porcentagem de germinação. As avaliações de estresses térmico, hídrico e salino promovido nas sementes de girassol, permitiram discriminar o híbrido Olissun como o que apresentou as melhores características em termos de qualidade fisiológica para superação de estresses abióticos em comparação aos demais cultivares avaliados.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*. Temperatura. Estresse abiótico.

CHAPTER I - SUNFLOWER CULTIVARS GERMINATION SUBJECT TO DIFFERENT ASPECTS ABIOTIC STRESSES

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the sunflower seed germination under conditions of heat, water and salt stress. The study was conducted in the Department of Plant the Seed Analysis Laboratory of the Federal University of Ceará (UFC) in Fortaleza. To evaluate the influence of temperature the experiment was arranged in a completely randomized design in a factorial design (5 x 20), five temperature regimes (25.0, 27.5, 30.0, 32.5 and 35,0° C) and twenty seeds of sunflower cultivars and conducted four replications. The results compared with each other by Skott-Knott test at 5% probability. The second and third experiments were conducted in a completely randomized design in a 4 x 5 factorial, four sunflower cultivars and five NaCl solutions (2nd experiment) and PEG 6000 (3rd experiment) with the following potential 0.0 (control); -0.3; -0.6; -0.9 And -1.2 MPa. The following characteristics were evaluated in all experiments: a) Average fresh weight per plant; b) Average of dry matter per plant; c) Average time of germination; d) germination speed index; and, e) germination percentage. Evaluations of heat, water and salt stress promoted in sunflower seeds, discriminated hybrid Olissun as the one with the best characteristics in terms of physiological quality to overcome abiotic stresses compared to the other analyzed cultivars.

Keywords: *Helianthus annuus*. Temperature. Abiotic stress.

1 INTRODUÇÃO

As primeiras pesquisas com girassol realizadas no Brasil foram iniciadas no Instituto Agrônomo de Campinas, no Estado de São Paulo. Os programas de melhoramento genético e a condução de trabalhos relativos à nutrição de plantas, espaçamentos, controle de pragas, controle de plantas daninhas, dentre outras, mereceram destaque já que foram consideradas pesquisas pioneiras para essa cultura no país. Esses experimentos resultaram no desenvolvimento de diversas variedades, técnicas e tecnologias de cultivo capazes de melhorar a produção de girassol em São Paulo. Tudo isso possibilitou a expansão da cultura não apenas neste estado, mas em vários outros locais do Brasil, inclusive em regiões semiáridas do nordeste brasileiro.

O semiárido nordestino apresenta grandes potencialidades econômicas para o desenvolvimento da cultura do girassol, embora esta seja pouco cultivada na região em relação a outros estados da federação.

O pouco cultivo pode estar relacionado principalmente à reduzida quantidade de informação, principalmente de pesquisas, geradas pelos setores da sociedade responsáveis por realizá-las e divulgar os resultados gerados. Sendo assim, tendo em vista a necessidade de estudos que envolvam a tecnologia de cultivo do girassol, é importante o desenvolvimento de trabalhos que estudem o comportamento germinativo de sementes desta espécie em condições edafoclimáticas de regiões em que se pretende cultivá-las.

Em certas regiões, onde há características edafoclimáticas peculiares, algumas avaliações referentes a qualidade fisiológica das sementes devem ser realizados. Testes de germinação de sementes submetidas a diferentes níveis de temperatura, estresse salino e hídrico (simulados com NaCl e PEG 6000), são alguns dos principais fatores a serem considerados para a avaliação do comportamento germinativo de sementes.

A germinação só ocorre dentro de determinados limites de temperatura, nestes existe uma temperatura ou faixa considerada ótima, na qual ocorre a máxima germinação no menor período de tempo possível (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Assim a temperatura caracteriza-se por influenciar diretamente a porcentagem de germinação, afetando tanto a

velocidade de absorção de água quanto suas reações bioquímicas (AMATO *et al.*, 2007). Em consequência, afeta tanto a velocidade quanto a uniformidade de germinação, com influência direta na germinação total (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Dentre os fatores limitantes ao rendimento agrônomo das culturas, a disponibilidade de nutrientes assume grande importância para a maioria dos solos brasileiros, devendo-se adicionar esses minerais nas quantidades, na forma e no momento mais adequado à planta (CONUS *et al.*, 2009). Em algumas situações, o manejo inadequado da adubação, associado a um sistema de irrigação inadequado, podem proporcionar aumentos na concentração de sais no solo que inviabilizam o cultivo da maioria das plantas (TÔRRES *et al.*, 2004). A alta concentração de sais é um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico do solo, dificulta a absorção de água pelas raízes e aumenta a concentração de íons no protoplasma (AMORIM *et al.*, 2002), sendo fator limitante para o crescimento e a produção das culturas, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (CONUS *et al.*, 2009). Essa adaptação das plantas ao estresse vem sendo avaliada pela capacidade germinativa das sementes e pela análise de crescimento.

Porém, no que diz respeito às condições climáticas, a escassez de água é um dos fatores mais adversos que limitam o desenvolvimento de muitas culturas agrícolas. A água é um dos fatores abióticos que afetam o processo germinativo das sementes (STEFANELLO *et al.*, 2006). A água é responsável pela ativação da primeira etapa na sequência de eventos que leva a germinação de sementes, a embebição. Nesta etapa há um tipo de difusão, que ocorre quando as sementes absorvem água, o que dá início a uma série de processos físicos, fisiológicos e bioquímicos no interior da semente que culminam na emissão da radícula (MARCOS FILHO, 2005).

A literatura é carente de informações sobre sementes híbridas e cultivares armazenadas por longo tempo, especialmente girassol, em relação aos testes de germinação com diferentes temperaturas, estresse salino e hídrico. Com base nessas considerações, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência desses fatores em aspectos fisiológicos e de desenvolvimento de sementes de cultivares de girassol.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 20 cultivares, constituído por: Aguará 04, Aguará B5, Aguará 06, BRS 321, BRS 323, BRS 324, Charrua P, CF 101, Helio 250, Helio 251, Helio 353K, Helio 358L, Helio 360, Neon, Olissun, Paraíso 65R, Paraíso T55, Paraíso 103S, Zenit e Embrapa 122, cujas sementes foram doadas pela empresa Petrobrás Biocombustível, em julho de 2013.

Antes do acondicionamento das sementes em câmara fria, as sementes foram armazenadas em ambiente natural por quatro meses. Em seguida foi realizada a assepsia dessas através da imersão em hipoclorito de sódio a 5% durante 15 minutos, sendo posteriormente lavadas em água corrente e depois em água destilada. Para garantir a assepsia das sementes, as mesmas também foram lavadas com uma solução de fungicida a 0,4% (nistatina[®]) para evitar o ataque de fungos.

Após a assepsia das sementes, os híbridos foram acondicionados em sacos de polietileno e encaminhados para o Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza-CE, onde posteriormente, foram armazenadas em câmara fria ($\pm 12^{\circ}\text{C}$ e 50 %) até a instalação do experimento realizado no mês de julho de 2014.

O efeito do primeiro fator abiótico (temperatura) foi verificado em um experimento disposto em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 20, cinco regimes de temperatura e vinte cultivares, com quatro repetições, sendo cada parcela representada por um rolo de papel contendo 50 sementes.

As sementes foram colocadas para germinar em rolos de papel toalha, tipo “germitest” (35 x 25 cm), umedecido com água destilada 2,5 vezes o peso do papel, sendo então encubados em bancadas de germinação que foram regulados em diferentes temperaturas 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.

De posse dos resultados obtidos na primeira avaliação, foram realizados os demais experimentos, um com estresse salino (segundo) e outro com estresse hídrico (terceiro).

Ambos foram realizados em delineamento inteiramente casualizado, dispostos em esquema fatorial 4 x 5, ou seja, quatro cultivares (Paraíso T 55; CF 101; Olissun e Charrua P), que se destacaram no primeiro experimento, submetidos a cinco soluções de NaCl (2° experimento) e PEG 6000 (3° experimento) com os seguintes potenciais 0,0 (testemunha); - 0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 Mpa. Para a realização destes experimentos, 50 sementes por repetição, dos cultivares, foram semeadas em papel “germitest” umedecido com as respectivas soluções de tratamento (Tabela 1).

Tabela 1: Concentrações de cloreto de sódio (NaCl) e Polietileno Glicol 6000 (PEG 6000) usadas nas soluções. UFC, Fortaleza, 2015.

Potencial osmótico (MPa)	NaCl (g/L)	PEG 6000 (g/L)
0,0	0,00	0,0
-0,3	5,36	120,0
-0,6	10,72	180,0
-0,9	16,08	260,0
-1,2	21,44	325,0

Fonte: Elaboração do autor.

Os experimentos com déficit hídrico e salinidade foram conduzidos em câmara de germinação a 30° C. Esta temperatura foi selecionada como a que proporcionou a melhor condição para a manifestação da máxima germinação no primeiro experimento desenvolvido.

A avaliação da germinação foi feita diariamente. Foram consideradas sementes germinadas as que apresentavam radícula emitida com tamanho igual ou superior a 2 mm. Ao final do teste, foram determinadas a porcentagem de germinação (% PG), o índice de velocidade de germinação (IVG), e o tempo médio de germinação (TMG).

Foram conduzidas contagens diárias do número de plântulas germinadas até 10 dias após a semeadura, possibilitando calcular o IVG e TMG, conforme a fórmula proposta por Maguire (1962) e Laboriau (1977), respectivamente.

Após o encerramento do teste de germinação (aos 10 dias após a semeadura), foi avaliado o peso fresco e seco de todas as plântulas normais de cada híbrido e de cada repetição, com auxílio de uma balança analítica (0,001g) e uma estufa de circulação forçada de ar regulada a 80° C durante 24 horas.

Para fins de análise estatística, os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Skott-Knott (5 %) para comparação das médias. Para auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância mostra que houve diferença para os fatores avaliados de forma isolada e conjunta, para todas as características avaliadas (TABELA 2).

Tabela 2: Resumo da (ANOVA) para as variáveis porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) matéria fresca (MF) e matéria seca por plântula (MS) de 20 cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.

FV	GL	QM				
		PG (%)	IVG	TMG	MF (g/plântula)	MS (g/plântula)
Cultivares (C)	19	5114,19**	184,39**	45,91**	0,32**	8,0 x 10 ^{-3**}
Temperatura (T)	4	2037,93**	66,93**	5,13**	0,16**	2,0 x 10 ^{-3*}
(C) x (T)	76	201,59**	8,792**	2,26**	0,02**	1,0 x 10 ^{-3**}
Erro	300	20,95	0,56	1,17	0,01	1 x 10 ⁻³
CV (%)	-	31,35	29,66	43,94	39,91	79,24
Média geral	-	14,60	2,52	2,46	0,18	0,03

** significância a 1%, * significância a 5%, ambos pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Elaboração do autor.

Observa-se na Tabela 3 que as temperaturas influenciaram na porcentagem de germinação (PG) dos diferentes cultivares avaliados, com destaque sendo feito para o híbrido Olissun que apresentou o melhor desempenho, com 85% de germinação a temperatura de 30° C. A temperatura constante de 30° C também possibilitou a obtenção de resultados positivos quanto a germinação de sementes oleaginosas de pinhão-manso (MARTINS; MACHADO; CAVASINI, 2008). Igualmente as sementes de niger atingiram maiores níveis de germinação sob temperaturas de até 30° C, sendo intolerantes a temperaturas abaixo de 10° C (GORDIN *et al.*, 2014). A temperatura onde ocorre o maior índice de germinação no menor período de tempo é considerada como temperatura ótima, sendo recomendada para condução do teste de germinação da referida espécie (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

Os melhores resultados para a porcentagem de germinação das sementes foram observados, em geral, com a temperatura de 30° C, onde a partir daí a PG foi fortemente afetada à medida que se elevou a temperatura, consequentemente verificando a não germinação das sementes de sete dos vinte cultivares avaliados sob a temperatura de 35° C (TABELA 3).

Tal resultado deve-se ao fato de que temperaturas elevadas interferem de forma negativa nas reações metabólicas responsáveis por desencadear o processo germinativo das

sementes, podendo inclusive paralisar totalmente o processo de germinação. Sob temperatura de 35° C, seis dias após a instalação o início, as sementes de girassol apresentavam-se com o tegumento escurecido, com exsudato de aspecto gelatinoso no meio germinativo. Sementes de pinhão-manso apresentaram comportamento irregular ao mesmo nível de temperatura, sendo que as plântulas obtidas nesta condição apresentaram aspecto anormal (MARTINS *et al.*, 2008).

Tabela 3: Porcentagem de germinação (PG) de sementes de 20 cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.

Híbridos	Temperatura				
	25°C	27,5°C	30°C	32,5°C	35°C
	PG (%)				
Aguará 04	0 f A	0 f A	0 f A	0 e A	0 d A
Paraíso 65R	0 f A	0 f A	0 f A	0 e A	0 d A
Paraíso 103S	1 f A	0 f A	0 f A	0 e A	0 d A
Zenit	0 f A	0 f A	0 f A	1 e A	0 d A
Helio 360	0 f A	0 f A	1 f A	1 e A	0 d A
Neon	0 f A	0 f A	2 f A	5 e A	2 d A
Helio 353K	2 f A	1 f A	4 f A	4 e A	1 d A
BRS 324	10 e A	4 f B	1 f B	4 e B	0 d B
BRS 321	13 e A	7 f B	6 f B	2 e B	0 d B
Helio 251	14 e B	22 d A	24 e A	12 d B	7 c B
Helio 250	20 d A	10 e B	23 e A	21 c A	4 c C
Helio 358L	18 d A	19 d A	23 e A	13 d B	9 c B
BRS 323	21 d B	15 e B	34 d A	17 d B	18 b B
Embrapa 122	17 d B	28 c A	31 d A	23 c B	3 c C
Aguará B5	22 d A	5 f B	24 e A	23 c A	13 b B
Aguará 06	30 c A	33 c A	26 e A	16 d B	4 c C
Charrua P	33 c A	27 c A	70 d A	33 b A	15 b B
Paraíso T55	18 d C	33 c B	50 b A	30 b B	16 b C
CF 101	40 b A	40 b A	41 c A	29 b B	6 c C
Olissun	58 a D	78 a B	85 a A	70 a C	33 a E

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Para o fator avaliado índice de velocidade de germinação (IVG), verificou-se que o valor em destaque em relação aos híbridos e cultivar avaliados foi de 19,07 representado pelo híbrido Olissun sob temperatura constante de 30° C, (TABELA 4). Pascuali *et al.* (2012)

apresentaram resultados similares em relação a temperatura, onde sementes de pinhão manso, obtiveram valor superior de IVG a 30° C.

Para a característica tempo médio de germinação (TMG), a cultivar Embrapa 122 apresentou o maior valor, 5,27, também sob 30° C de temperatura. Essa superioridade da Embrapa 122 pode ter ocorrido devido a características intrínsecas da cultivar, como maior rusticidade por exemplo, o que possibilita melhor adaptação desta a condições adversas (ALVES *et al.*, 2013). De acordo com Gordin *et al.* (2012) estudando a germinação de sementes de niger (*Guizotia abyssinica Cass.*), outra espécie oleaginosa, temperaturas de 20-30° C e 30° C proporcionaram valores de tempo médio de germinação elevados.

Analisando as respostas referentes à Tabela 4, observa-se que os menores índices de velocidade de germinação foram observados em sementes postas para germinar a 35° C. Estudos realizados com sementes de pinhão manso também obtiveram valores inferiores em temperaturas de 35° C (PASCUALI *et al.*, 2012). Assim o conceito de temperatura ótima de germinação, deve considerar outros aspectos como tempo médio de germinação e índice de velocidade de emergência e, não apenas a porcentagem de germinação.

Tabela 4: Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de 20 cultivares de girassol (*Helianthus annuus L.*) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.

Sementes	Temperatura				
	25°C	27,5°C	30°C	32,5°C	35°C
	IVG				
Aguará 04	0,00 e A	0,00 e A	0,00 f A	0,00 d A	0,00 d A
Paraíso 65R	0,00 e A	0,00 e A	0,00 f A	0,00 d A	0,00 d A
Paraíso 103S	0,05 e A	0,00 e A	0,00 f A	0,00 d A	0,00 d A
Zenit	0,00 e A	0,00 e A	0,00 f A	0,19 d A	0,00 d A
Helio 360	0,00 e A	0,00 e A	0,17 f A	0,21 d A	0,00 d A
Neon	0,00 e A	0,00 e A	0,35 f A	0,81 d A	0,22 d A
Helio 353K	0,25 e A	0,04 e A	0,62 f A	0,58 d A	0,04 d A
BRS 324	1,99 d A	0,66 e B	0,15 f B	0,53 d B	0,00 d B
BRS 321	2,29 d A	0,78 e B	0,81 f B	0,38 d B	0,00 d B
Helio 251	2,16 d B	2,48 d B	3,54 e A	2,05 c B	1,09 c C
Helio 250	2,96 c A	1,24 e B	3,19 e A	2,72 c A	0,43 d B
Helio 358L	3,63 c B	2,36 d C	4,81 d A	2,26 c C	1,52 c C
BRS 323	3,87 c B	2,50 d B	7,17 b A	3,30 c B	3,08 b B
Embrapa 122	2,09 d B	3,97 c A	3,50 e A	2,72 c B	0,44 d C
Aguará B5	3,35 c B	0,66 e D	4,40 d A	4,75 b A	2,37 b C
Aguará 06	5,53 b A	4,81 c A	5,15 d A	3,30 c B	0,69 c C
Charrua P	6,05 b A	4,50 c B	6,03 c A	4,61 b B	2,24 b C

Paraíso T55	3,49 c C	4,89 c B	7,96 b A	4,89 b B	2,77 b C
CF 101	6,38 b A	5,94 b A	6,57 c A	4,93 b B	1,08 c C
Olissun	12,40 a C	17,07 a B	19,07 a A	10,45 a D	5,40 a E
Sementes	TMG				
Aguará 04	0,00 b A	0,00 b A	0,00 c A	0,00 b A	0,00 b A
Paraíso 65R	0,00 b A	0,00 b A	0,00 c A	0,00 b A	0,00 b A
Paraíso 103S	1,25 b A	0,00 b A	0,00 c A	0,00 b A	0,00 b A
Zenit	0,00 b A	0,00 b A	0,00 c A	1,50 b A	0,00 b A
Helio 360	0,00 b A	0,00 b A	1,00 b A	0,63 b A	0,00 b A
Neon	0,00 b B	0,00 b B	2,25 a A	3,15 a A	2,25 a A
Helio 353K	3,08 a A	1,75 b B	3,19 a A	3,13 a A	1,50 b B
BRS 324	4,77 a A	3,13 a A	1,75 b B	3,54 a A	0,00 b C
BRS 321	3,08 a A	3,09 a A	3,60 a A	1,50 b B	0,00 b B
Helio 251	4,11 a A	4,84 a A	3,80 a A	3,20 a A	3,65 a A
Helio 250	3,95 a A	5,09 a A	4,18 a A	4,34 a A	4,00 a A
Helio 358L	2,59 a A	4,21 a A	2,73 a A	3,12 a A	3,12 a A
BRS 323	3,21 a A	3,45 a A	2,82 a A	2,81 a A	3,11 a A
Embrapa 122	4,79 a A	4,51 a A	5,27 a A	4,52 a A	4,13 a A
Aguará B5	3,73 a A	3,83 a A	2,89 a A	2,72 a A	3,05 a A
Aguará 06	3,11 a A	3,95 a A	3,06 a A	2,93 a A	2,38 a A
Charrua P	3,10 a A	3,77 a A	3,31 a A	4,01 a A	3,70 a A
Paraíso T55	3,46 a A	4,04 a A	3,68 a A	3,33 a A	3,14 a A
CF 101	3,84 a A	4,50 a A	3,90 a A	3,17 a A	2,73 a A
Olissun	2,67 a A	2,87 a A	3,19 a A	3,67 a A	3,54 a A

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando matéria fresca (MF) por plântula, verifica-se na Tabela 5 que os menores valores de MF, em geral, foram obtidos sob a temperatura máxima de 35° C, à exceção dos híbridos Helio 358L e BRS 323.

Temperaturas altas alteram a velocidade de absorção de água e a velocidade das reações metabólicas necessárias para a germinação e, conseqüentemente, a produção de biomassa na plântula.

O maior valor de MF ocorreu sob a temperatura de 25° C (0,510 g), para o híbrido CF 101, porém foi à temperatura de 30° C sobre as sementes que proporcionou uma melhor produção de matéria fresca. Isto se deve a influência da temperatura na aceleração do metabolismo das sementes, promovendo reações bioquímicas nas quais as macromoléculas presentes no tecido de reserva são hidrolisadas, transportadas e ressintetizadas no eixo embrionário. Em plântulas de niger a variável matéria fresca, apresentou resultados estatisticamente superiores sob temperaturas de 15, 25 e 20-30° C (GORDIN *et al.*, 2014).

O acúmulo de biomassa nas plântulas é decorrente de uma série de reações enzimáticas, as quais se processam lenta ou rapidamente seja em baixas ou altas temperaturas. Segundo Bewley e Black (citado por ZANELLA; LOPES; LIMA, 2006), para qualquer reação química, existe uma temperatura ótima na qual o processo se realiza mais rápida e eficientemente.

Tabela 5: Matéria fresca (MF) e seca (MS) de plântulas de girassol oriundas de sementes de 20 cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidos a diferentes níveis de temperatura 25,0; 27,5; 30,0; 32,5 e 35,0° C, constantes.

Sementes	Temperatura				
	25°C	27,5°C	30°C	32,5°C	35°C
	MF (g/plântula)				
Aguará 04	0,000 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 c A
Paraíso 65R	0,000 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 c A
Paraíso 103S	0,080 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 d A	0,000 c A
Zenit	0,000 d B	0,000 d B	0,000 d B	0,112 c A	0,000 c B
Helio 360	0,000 d A	0,000 d A	0,044 d A	0,073 c A	0,000 c A
Neon	0,000 d B	0,000 d B	0,148 c A	0,158 c A	0,063 c B
Helio 353K	0,079 d B	0,027 d B	0,115 c A	0,201 b A	0,019 c B
BRS 324	0,189 c A	0,246 c A	0,043 d B	0,119 c B	0,000 c B
BRS 321	0,263 c A	0,188 c A	0,149 c A	0,107 c B	0,000 c C
Helio 251	0,250 c A	0,228 c A	0,299 a A	0,200 b A	0,194 a A
Helio 250	0,308 c A	0,281 c A	0,301 a A	0,288 a A	0,114 b B
Helio 358L	0,291 c A	0,350 b A	0,204 b A	0,303 a A	0,260 a A
BRS 323	0,237 c A	0,261 c A	0,171 b B	0,317 a A	0,191 a B
Embrapa 122	0,280 c A	0,356 b A	0,241 b A	0,275 a A	0,127 b B
Aguará B5	0,367 b B	0,503 a A	0,269 a C	0,347 a B	0,223 a C
Aguará 06	0,396 b A	0,360 b A	0,283 a A	0,317 a A	0,095 c B
Charrua P	0,293 c A	0,296 b A	0,329 a A	0,290 a A	0,215 a A
Paraíso T55	0,325 c A	0,361 b A	0,308 a A	0,319 a A	0,252 a A
CF 101	0,510 a A	0,493 a A	0,301 a B	0,324 a B	0,129 b C
Olissun	0,386 b A	0,310 b A	0,298 a A	0,285 a A	0,242 a A
	MS (g/plântula)				
Aguará 04	0,000 c A	0,000 b A	0,000 c A	0,000 b A	0,000 b A
Paraíso 65R	0,000 c A	0,000 b A	0,000 c A	0,000 b A	0,000 b A
Paraíso 103S	0,009 c A	0,000 b A	0,000 c A	0,000 b A	0,000 b A
Zenit	0,000 c A	0,000 b A	0,000 c A	0,026 b A	0,000 b A
Helio 360	0,000 c B	0,000 b B	0,104 a A	0,011 b B	0,000 b B
Neon	0,000 c A	0,000 b A	0,018 c A	0,036 a A	0,030 a A
Helio 353K	0,019 c A	0,006 b A	0,029 c A	0,036 a A	0,000 b A
BRS 324	0,051 b A	0,043 a A	0,024 c B	0,059 a A	0,010 b B

BRS 321	0,112 a A	0,036 a B	0,042 b B	0,022 b B	0,000 b B
Helio 251	0,049 b A	0,045 a A	0,050 b A	0,041 a A	0,055 a A
Helio 250	0,046 b A	0,040 a A	0,058 b A	0,067 a A	0,055 a A
Helio 358L	0,045 b A	0,053 a A	0,036 b A	0,067 a A	0,056 a A
BRS 323	0,037 b A	0,047 a A	0,025 c A	0,049 a A	0,047 a A
Embrapa 122	0,045 b A	0,058 a A	0,037 b A	0,065 a A	0,041 a A
Aguará B5	0,041 b A	0,034 a A	0,042 b A	0,052 a A	0,053 a A
Aguará 06	0,059 b A	0,057 a A	0,044 b A	0,048 a A	0,040 a A
Charrua P	0,048 b A	0,053 a A	0,053 b A	0,060 a A	0,037 a A
Paraíso T55	0,036 b A	0,056 a A	0,048 b A	0,061 a A	0,047 a A
CF 101	0,065 b A	0,064 a A	0,056 b A	0,080 a A	0,051 a A
Olissun	0,047 b A	0,041 a A	0,036 b A	0,040 a A	0,023 b A

Letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

Ainda na Tabela 5 os menores valores de MS por plântula também foram obtidos para a temperatura máxima (35° C). Podemos observar que a elevação da temperatura afeta o poder de germinação das sementes e, conseqüentemente, a matéria seca das plântulas. Apesar de menor, a temperatura de 20° C proporcionou os menores acúmulos de massa seca de plântulas de niger (GORDIN *et al.*, 2014).

Observou-se ainda para MS que o valor em destaque em relação aos cultivares avaliados foi 0,080 g representado pelo híbrido CF 101, sob temperatura de 32,5° C. Em temperaturas menores, as plântulas de niger, para a massa seca, obtiveram os maiores conteúdos na temperatura de 15 °C (GORDIN *et al.*, 2014). Portanto, a temperatura afetou o peso das plântulas em matéria fresca e seca, mostrando que as sementes possuem um melhor desempenho dentro de uma faixa determinada de temperatura, que é típica para cada híbrido e cultivar.

A temperatura ótima para as variáveis de germinação, peso fresco e seco de sementes de girassol está diretamente associada às características de cada cultivar. Com base nos resultados obtidos no primeiro trabalho, escolheu-se a temperatura de 30° C como a padrão para a realização dos demais experimentos propostos neste. Tal escolha foi motivada pela obtenção dos melhores resultados para as características avaliadas dos cultivares estudados. Além disso, a partir do primeiro experimento também foram selecionados os cultivares Olissun, CF 101, Paraíso T55 e Charrua P que se destacaram nas avaliações das variáveis citadas anteriormente, sob a temperatura de 30° C, em especial para o fator porcentagem de germinação.

A ANOVA apresentada na Tabela 6 mostra que houve interação entre os quatro híbridos e os estresses salino e hídrico, tanto para as variáveis germinativas quanto para os parâmetros de crescimento de plântulas de girassol, nos dois experimentos realizados.

Tabela 6: Resumo da (ANOVA) para as variáveis porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) de sementes de 4 cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidos a diferentes níveis de potenciais osmóticos em estresse salino e hídrico.

FV	GL	QM				
		PG	IVG	TMG	MF (g/plântula)	MS (g/plântula)
Cultivares (C)	3	5270,45**	320,49**	0,18 ^{ns}	0,078**	7,68 x 10 ^{-4**}
Estresse hídrico (EH)	4	721,08**	36,44**	0,50**	3 x 10 ^{-3*}	3,44 x 10 ^{-4**}
C x EH	12	188,08**	20,27**	0,39**	6 x 10 ^{-3**}	7,7 x 10 ^{-5**}
Erro	60	24,65	2,71	0,12	1 x 10 ⁻³	2,9 x 10 ⁻⁵
CV (%)	-	13,54	17,80	14,33	10,59	14,43
Média geral	-	36,68	9,25	2,46	0,32	0,04
Cultivares (C)	3	6132,98**	373,56**	2,59**	0,02**	1,57x10 ^{-4*}
Estresse salino (ES)	4	2166,41**	88,64**	0,60**	0,06**	2,7x10 ^{-5 ns}
C x ES	12	99,03*	17,52**	0,71**	0,01**	9,2x10 ^{-5**}
Erro	60	51,12	3,54	0,14	3x 10 ⁻³	1,8x10 ⁻⁵
CV (%)	-	14,36	19,19	12,71	19,69	10,22
Média geral:	-	49,78	9,81	2,99	0,28	0,04

** significância a 1%, * significância a 5%, ambos pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração do autor.

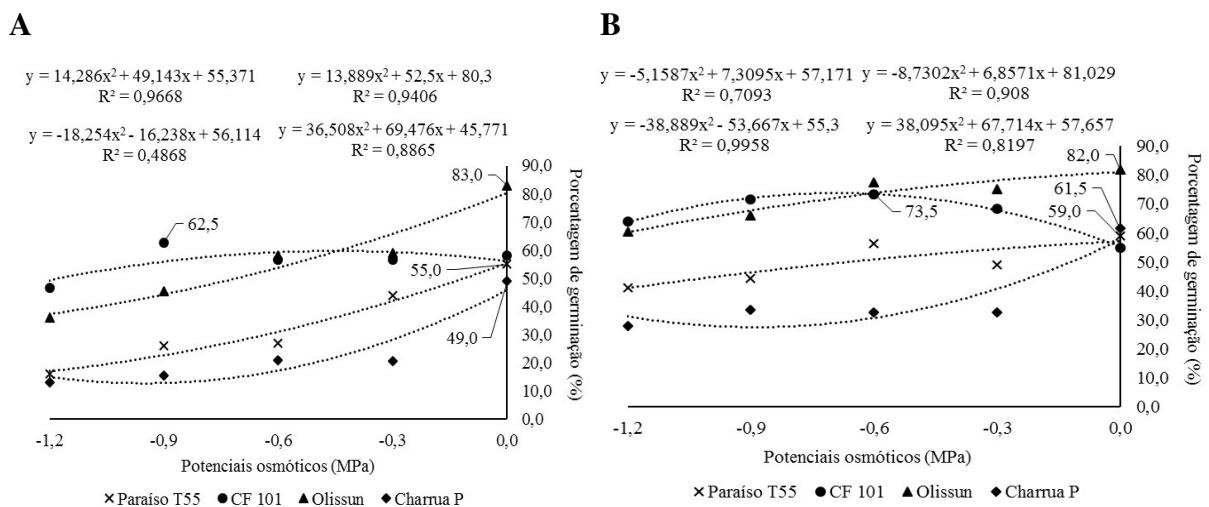
Quanto à porcentagem de germinação nos estresses hídrico e salino, o híbrido CF 101 apresentou a menor redução relativa, seguida pelo híbrido Olissun, embora todos tenham sido afetados pela diminuição de potencial osmótico. No geral a partir de -0,3 MPa, observou-se efeito negativo do estresse hídrico e salino sobre a porcentagem de germinação (FIGURA 1A e 1B).

Segundo Cunha *et al.* (2010) o estresse hídrico induzido por PEG afetou a germinação da cultivar Cartissol - 01, cuja taxa de germinação foi de apenas 66,67%. Resultados semelhantes foram obtidos por Bewley e Black (1994), reforçando que o estresse hídrico pode reduzir a porcentagem de germinação, e que tais respostas variam de acordo com as espécies, e dentro das espécies entre as cultivares sensíveis ou resistentes à seca. De acordo

com Souza *et al.* (2010), sementes de pinhão manso também foram influenciadas negativamente pela condição de estresse salino.

O aumento da concentração de sais no substrato determina redução no potencial hídrico, resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes, o que geralmente influencia a capacidade germinativa e o desenvolvimento das plântulas (REBOUÇAS *et al.*, 1989). A presença de níveis mais elevados de íons em plantas não halófitas (menos tolerantes à deficiência hídrica), pode exercer efeitos adversos na permeabilidade das membranas celulares (GREENWAY; MUNNS, 1980); Isso reforça a ideia de que a exposição dos aquênios às soluções salinas pode induzir efeitos tóxicos, porém sua magnitude varia de acordo com a espécie vegetal e sua tolerância à salinização do meio (YAMASHITA *et al.*, 2009).

Figura 1: Porcentagem de germinação (PG) das plântulas de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).



Fonte: Elaboração do autor.

Para a variável índice de velocidade de germinação, seja em estresse hídrico ou salino, houve similaridade quanto aos seus valores e respostas dos demais híbridos (FIGURA 2A e 2B). O híbrido Olissun atingiu o maior valor para a variável (17,33 em estresse hídrico e 17,55 em estresse salino). Já o híbrido CF 101 obteve valores ascendentes em estresse hídrico e salino, 15,08 e 16,41, respectivamente, até um potencial osmótico de -0,9 MPa, a partir deste verificou-se uma diminuição dos valores quanto a variável analisada.

Estudos realizados mostraram que ocorre redução significativa de IVG a partir de 6 dS.m^{-1} podendo, conforme a diminuição do potencial osmótico das soluções de NaCl, em sementes oleaginosas de pinhão manso (SOUZA *et al.*, 2010) e niger 0,3 a $1,2 \text{ dS.m}^{-1}$ (GORDIN *et al.*, 2012), sendo este último semelhante aos resultados apresentados neste trabalho. Evidencia-se assim, o efeito da salinidade no atraso, onde os mecanismos de tolerância ao estresse salino sejam ausentes ou ineficientes durante as fases iniciais de germinação (GORDIN *et al.*, 2012).

Estudos avaliando a qualidade fisiológica de sementes de girassol realizados por Ullmann *et al.* (2011) indicaram valores de IVG mais elevados em sementes armazenadas em câmara refrigerada. Segundo esses pesquisadores tal resultado pode ser justificado por que nesse tipo de ambiente há redução na taxa de respiração em função da baixa temperatura, o que mantém o vigor das sementes por mais tempo, comparativamente as demais condições de armazenamento. De acordo com Menezes *et al.* (2006), condições que não prejudiquem o processo de germinação ocasionam plântulas mais vigorosas.

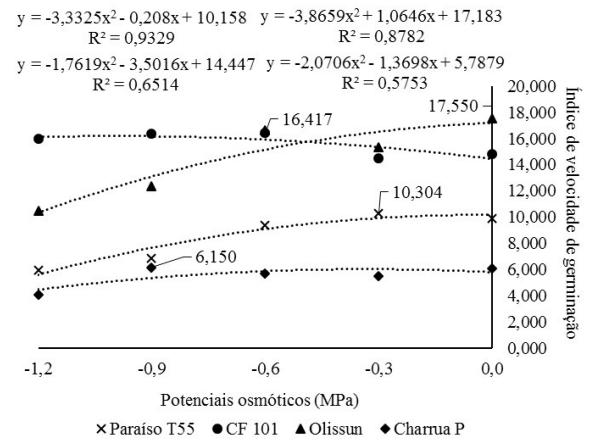
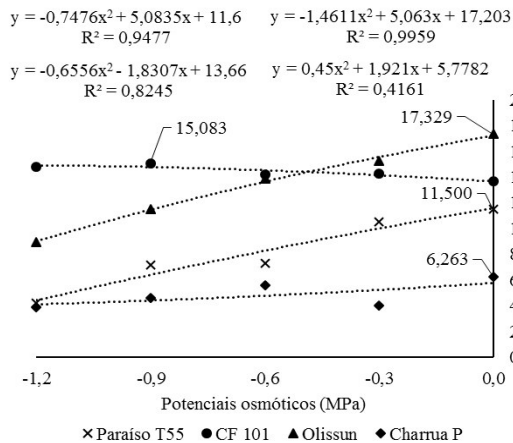
Houve redução no tempo médio de germinação em estresse hídrico para os híbridos Charrua P e CF 101, apresentando os menores valores (3,20; 3,11) comparados aos demais (FIGURA 2C). Entretanto, em estresse salino, os híbridos Paraíso T55 e Olissun obtiveram valores ascendentes inversamente proporcionais ao potencial osmótico do substrato, ficando evidenciado que a elevação na concentração de sais não afetou o tempo médio de germinação. Contudo, somente o híbrido CF 101 apresentou valores descendentes (FIGURA 2D).

Diferente de sementes de girassol, Souza *et al.* (2010) avaliando o efeito da salinidade na germinação de sementes oleaginosas de pinhão-manso, observaram que no TMG, as sementes germinaram em menor tempo, no controle e na condutividade elétrica de 2 dS.m^{-1} observando uma redução a partir deste.

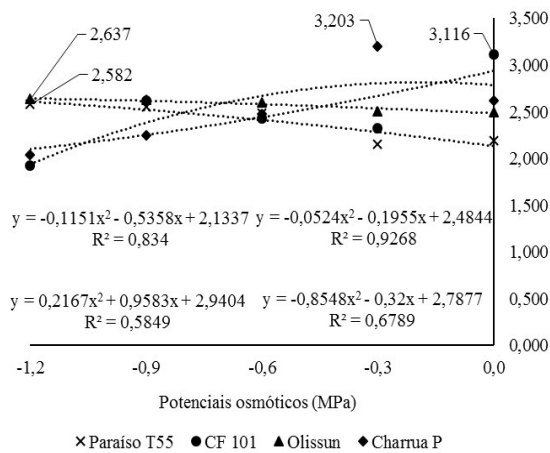
Figura 2: Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) das plântulas de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A e C) e estresse salino (B e D).

A

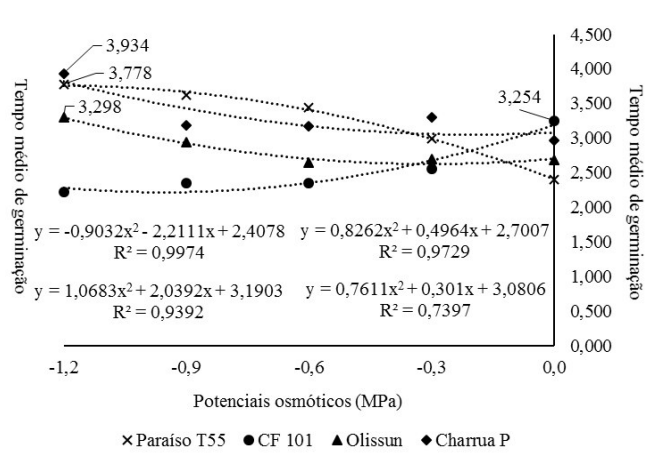
B



C



D



Fonte: Elaboração do autor.

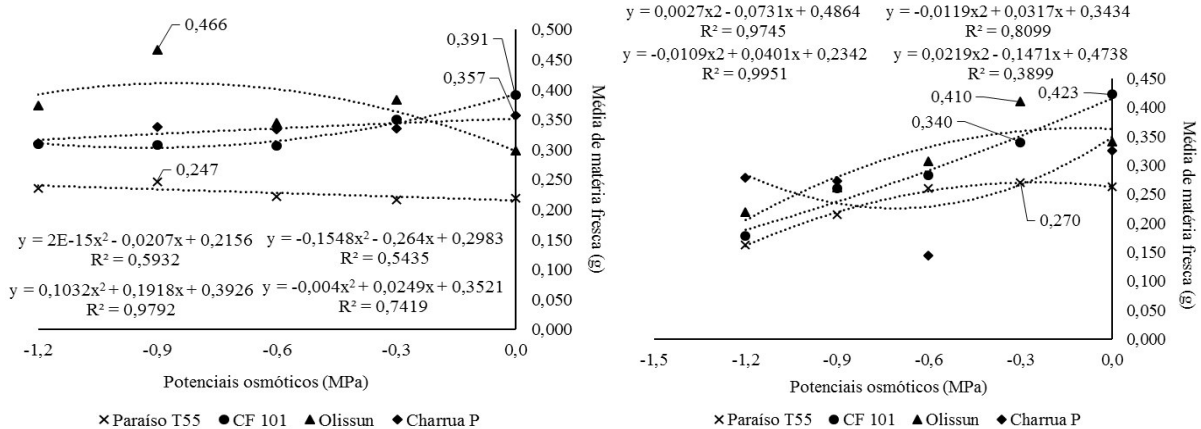
Do ponto de vista estatístico, as diferenças entre os potenciais osmóticos para a variável matéria fresca tornaram-se claras (FIGURAS 3A e 3B). O estresse hídrico e salino imposto aos híbridos CF 101 e Charrua P, ainda no início de germinação, resultaram em danos severos à plântula estressada e conseqüentemente a não recuperação da mesma. Assim foi comprovado que estes híbridos não são capazes de suportar a baixa disponibilidade de água e teores mais acentuados de sal no solo durante a germinação. De acordo com Cunha *et al.* (2010), avaliando a germinação de girassol sob estresse hídrico, ocorreu um decréscimo no eixo avaliando a matéria fresca e seca para as cultivares Helio 253 e Catissol - 01 quando comparados aos controles.

A matéria fresca por plântula para os híbridos Olissun e Paraíso T55, (0,466 e 0,247 g, respectivamente) foram superiores em um potencial osmótico de -0,9 MPa sob estresse hídrico, sendo observado acúmulos com o aumento do potencial osmótico (FIGURA 3A). Isto pode estar relacionado a um suposto crescimento do sistema radicular a procura de água, devido ao estresse hídrico. Porém os híbridos Olissun e Paraíso T55 não obtiveram

resultados similares sob estresse salino, verificando-se uma sensibilidade e conseqüentemente uma redução na variável de matéria fresca (FIGURA 3B).

Vale ressaltar que o estresse salino afetou a expansão foliar e causou enrolamento e a abscisão ou morte parcial das folhas de todos os híbridos. Em relação ao estresse salino, Pizarro (1996), relata que condutividades elétricas do solo superior a 2 dS.m^{-1} podem ocasionar danos à produção de cultivares sensíveis, confirmando assim o que foi visto no experimento, ou seja, os quatro híbridos são sensíveis a salinidade verificando-se uma redução significativa, com um potencial osmótico máximo de $-1,2 \text{ MPa}$, no crescimento das plântulas.

Figura 3: Média de matéria fresca (MF) das plântulas de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).



Fonte: Elaboração do autor.

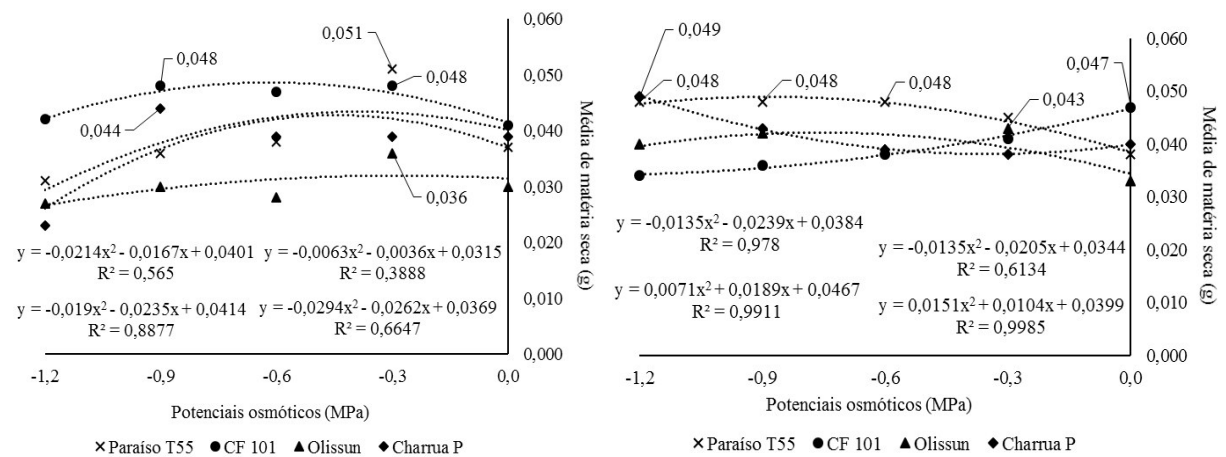
A matéria seca por plântula para o híbrido Paraíso T55 (0,051 g) foi superior aos demais, em potencial osmótico de $-0,3 \text{ MPa}$, apresentando um declínio a partir do aumento do estresse hídrico, entretanto o híbrido CF 101, por sua vez, apresentou valores gerais, superiores aos demais cultivares avaliados (FIGURA 4A). Resultados similares foram estudados por Godin *et al.* (2012), onde observou-se redução gradativa da massa seca de plântulas de niger conforme foi acentuando o estresse hídrico causado pelo aumento das concentrações.

De acordo com Verslues *et al.* (2006), a presença de sais causa diferentes tipos de estresse, incluindo a alteração na absorção de nutrientes, especialmente dos íons K^+ e Ca^{2+} , acúmulo de íons tóxicos, como o Na^+ , estresse osmótico e oxidativo. O estresse salino nas fases iniciais da germinação tem como principal causador de injúria o desbalanço iônico e a

toxicidade causada pelo excesso de Na^+ . O baixo potencial hídrico causado pela presença de sais geralmente inibe o crescimento da parte aérea e radicular da plântula (GORDIN *et al.*, 2012)

Figura 4: Média da matéria seca (MS) das plântulas de girassol (*Helianthus annuus* L.) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico (A) e estresse salino (B).

A



Fonte: Elaboração do autor.

O híbrido Charrua P apresentou para essa variável, sob estresse salino valores ascendentes, com destaque para o potencial osmótico de -1,2 MPa, apresentando o maior valor (0,049 g) em relação aos demais (FIGURA 4B). Porém não justifica que o híbrido Charrua P é tolerante a salinidade, devido ao percentual de germinação não ter apresentado valores consideráveis.

Gordin *et al.* (2012) avaliando sementes de niger observaram que os efeitos do NaCl sobre a massa seca de plântulas conforme o estresse salino foi acentuado, a partir do potencial osmótico de -0,3 MPa, ocorrendo uma redução da tolerância das sementes de niger, verificado pela menor capacidade de transformação do suprimento de reservas dos tecidos de armazenamento ou menor incorporação destes pelo eixo embrionário (STEFANELLO *et al.*, 2006).

4 CONCLUSÕES

A temperatura de 30° C foi a mais adequada para a germinação, sendo a temperatura de 35° C prejudicial para a germinação.

Dentre os materiais avaliados, o híbrido Olissun foi o que se destacou e apresentou maior qualidade fisiológica sob as diferentes condições de temperatura, além de apresentar maior resistência aos estresses térmicos, hídrico e salino.

REFERÊNCIAS

ALVES, G.S.; TARTAGLIA, F.L.; ROSA, J.C.; LIMA, P.C.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.3, p.275–282, 2013.

AMATO, A.L.P.; MAIA, F.C.; MAIA, M.S.; CAETANO, L.S.; SIMIONI, S.B.; CONTO, L.; BONINI FILHO, R.M. Estabelecimento de condições de luz e temperatura na germinação de sementes de amendoim forrageiro, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 61-66, 2007.

AMORIM, J.R.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.2, p.167-176, 2002.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. *Seeds: physiology of development and germination*. 2.ed. **New York**: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. **Regras para análises de sementes**. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. SNDA / DNDV / CLAV. Brasília, 2009. 399 p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 4. ed. **Jaboticabal**: Funep, 2000. 588 p.

CONUS, L.A.; CARDOSO, P.C.; VENTUROSOSO, L.R.; SCALON, S.P.Q.; Germinação de Sementes e Vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº 4, p.067-074, 2009.

CUNHA, J.R.; RIBEIRO, L.M.P.; ASEVEDO, K.C.S.; MACEDO, C.E.C.; MAIA, J.M.; VOIGT, E.L. Germinação de girassol sob estresse hídrico induzido por PEG 6000, **IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa, PB – 2010.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. **Lavras-MG: UFLA**, 2010.

GORDIN, C.R.B.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T.E.; SCALON, S.P.Q. GERMINAÇÃO, biometria de sementes e morfologia de plântulas de *Guizotia abyssinica* Cass., **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 34, nº 4 p. 619 - 627, 2012.

GORDIN, C.R.B.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T.E.; SCALON, S.P.Q.; SOUZA, L.C.F. Temperaturas e disponibilidades hídricas do substrato na germinação de sementes de niger, **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, supplement 1, p. 112-118, June/14.

GORDIN, C.R.B.; MARQUES, R.F.; MASETTO, T.E.; SOUZA, L.C.F. Estresse salino na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de niger (*Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass.), **Acta bot. bras.** 26(4): 966-972. 2012.

GREENWAY, H.; MUNNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, v.31, p.149-190, 1980.

LABORIAU, L.G. Shift of the maximum temperature of *Vicea graminea* seeds following imbibition of deuterium oxide, **Journal of Thermal Biology**, v. 2, p. 111-114, 1977.

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

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

MARTINS, C.C.; MACHADO, C.G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão, **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 32, n. 3, p. 863-868, maio/jun., 2008.

MENEZES, N. L.; ESPINDOLA, M. C. G.; PASQUALLI, L. L.; SANTOS, C. M. R.; FRAZIN, S. M. Associação de tratamentos pré-germinativos em sementes de Alface. **Revista Faculdade Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v.13, n.1, p. 85-96, 2006.

PASCUALI L.C.; SILVA F.S.; PORTO A.G.; SILVA FILHO A.; MENEGHELLO G.E. Germinação de sementes de pinhão manso em diferentes temperaturas, luz e substratos **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1435-1440, jul./ago. 2012.

PIZARRO, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. **Madrid**, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p.

REBOUÇAS, M.A.; FAÇANHA, J.G.V.; FERREIRA, L.G.R.; PRISCO, J.T. Crescimento e conteúdo de N, P, K e Na em três cultivares de algodão sob condições de estresse salino. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.79-85, 1989.

SOUZA, Y.A.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; REIS, R.C.R.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-mansão, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 2 p. 083-092, 2010.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; WRASSE, C.F. Influência da luz, temperatura e estresse hídrico na germinação e no vigor de sementes de anis, **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 45-50, 2006.

TÔRRES, A.N.L.; PEREIRA, P.R.G.; TÔRRES, J.T.; GALLOTTI, G.J.M.; PILATI, J.A.; REBELO, J.A.; HENKELS, H.A. salinidade e suas implicações no cultivo de plantas, **Florianópolis: Epagri**, 2004. 54p. (Epagri. Documentos, 215).

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; CHAVES, T.H.; SMANIOTTO, T.A.S.; SOUSA, K.A.; GONÇALVES, D.N. Qualidade fisiológica das sementes de girassol em diferentes condições

de armazenamento, **V, Congresso de Iniciação Científica e 3º Work Shop da Pós-Graduação do IF Goiano** – Campus Rio Verde - GO. 01 e 02 de junho de 2011.

VERSLUES, P.E.; AGARWAL, M.; KATIVAR-AGARWAL, S.; ZHU, J.; ZHU, J.K. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal** 45: 523-539.

ZANELLA, F.; LOPES, P.M.; LIMA, A.L.S. Germinação e crescimento de plântulas de feijão-vagem sob diferentes regimes térmicos. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 2006. Gramado – Rio Grande do Sul. Anais... Gramado, 2006. CD-ROM.

YAMASHITA, O.M.; GUIMARÃES, S.C.; ALBUQUERQUE, M.C.F.; CARVALHO, M.A.C.; SILVA, J.L. 2009. Efeitos de fatores ambientais induzidos na germinação de sementes de *Chaptalia nutans* (L.) Polack. **Revista Brasileira de Sementes** 31(3): 132-139.

CAPÍTULO II – PERÍODO CRÍTICO DE COMPETIÇÃO DE PLANTAS DANINHAS COM A CULTURA DO GIRASSOL

RESUMO

A competição por plantas daninhas com as culturas comerciais pode reduzir drasticamente a produção agrícola em ambientes de baixa altitude e latitude. Assim, objetivou-se, neste trabalho, avaliar os efeitos dos períodos de convivência e de controle de plantas daninhas na produção de grãos de girassol, cv. Olissun, além de determinar os períodos de interferência das plantas daninhas sobre esse genótipo na microrregião litorânea cearense, situado na cidade de Fortaleza-CE. Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 2 x 5, ou seja, duas modalidades de competição (presença e ausência de plantas daninhas) associados com cinco períodos de convivência ou controle das plantas daninhas a partir da emergência da cultura

(20, 40, 60, 80 e 100 dias após a emergência). As variáveis mensuradas para a flora infestante foi o peso da massa seca e os períodos críticos de interferência. Altura de plantas, o diâmetro de caule, a área foliar, número de folhas, diâmetro de capítulos, massa fresca e seca, produtividade, teor e rendimento do óleo, corresponderam a variáveis analisadas para a cultura do girassol. Dentre os resultados obtidos, as plantas daninhas interferiram negativamente nas variáveis analisadas, a exceção do número de folhas. O convívio com as invasoras afetou a produtividade, teor e rendimento de óleo das sementes, reduzindo estas variáveis em 27,3; 7,5; e 31,3 % respectivamente. O período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção a interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção e interferência (PCPI) para o híbrido Olissun foram de 27; 37 e 10 dias após a emergência da cultura, respectivamente.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L.. Competição interespecífica. Produtividade. Estresse biótico.

CHAPTER II - CRITICAL PERIOD FOR WEED COMPETITION WITH SUNFLOWER

ABSTRACT

The competition for weeds with commercial crops can dramatically reduce agricultural production in low altitude and latitude environments. Thus, the aim of this study was to evaluate the effects of periods of coexistence and weed control in the production of sunflower seeds, cv. Olissun, and to determine the periods of weed interference on this genotype in Ceará coastal micro, located in Fortaleza-CE. We adopted the experimental design in blocks with four replications. The treatments were arranged in a factorial 2 x 5, or two forms of competition (with and without weed) associated with five periods of coexistence or weed control from the emergence of the crop (20, 40, 60, 80 and 100 days after emergence). The

variables measured for the weed was the weight of the dry weight and the critical periods of interference. Plant height, stem diameter, leaf area, leaf number, diameter of chapters, fresh and dry weight, yield, oil content and yield, corresponding to variables for sunflower cultivation. Among the results, weeds interfere negatively in the analyzed variables, except for the number of leaves. Living with invasive affected productivity, content and oil yield seeds, reducing these variables in 27,3; 7,5; and 31,3% respectively. The period before interference (PAI), the total period of interference prevention (PTPI) and the critical period of interference and (PCPI) for hybrid Olissun was 27; 37 and 10 days after crop emergence, respectively.

Keywords: *Helianthus annuus* L .. Interspecific competition. Productivity. Biotic stress.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma magnoliopsida (dicotiledônea) anual da família Asteraceae, originária do continente norte-americano, mas que é cultivada em todos os continentes. Destaca-se mundialmente como importante cultura oleaginosa e apresenta ciclo curto e alta produção de óleo (PORTO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2007; THOMAZ *et al.*, 2012).

No Brasil, a cultura do girassol vem ganhando espaço nas diferentes regiões do país, sendo uma delas a região semiárida nordestina, onde é considerada uma boa opção para o cultivo devido a boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas. Entretanto, com o aumento da área cultivada nessa região, os problemas com plantas daninhas veem

aumentando significativamente, gerando prejuízos consideráveis devido à competição causada por espécies infestantes.

O girassol apresenta um crescimento inicial lento (SILVA *et al.*, 2013). A partir de 30 dias após a emergência o crescimento se torna acelerado, o que permite eficiente competição desta com as plantas daninhas (BRIGHENTI *et al.*, 2004). Dessa forma, nos estádios mais avançados, a cultura pode ser considerada boa competidora. No entanto, sua época de semeadura muitas vezes coincide com o verão, quando há um maior crescimento e competitividade das plantas daninhas, o que as torna um problema para a cultura (MONTROYA *et al.*, 2007).

De acordo com (SILVA *et al.*, 2013), o manejo de plantas daninhas é uma das principais práticas adotadas no sistema de produção do girassol. A interferência dessas plantas pode resultar em perda de produtividade, menor qualidade do produto colhido ou aumento do custo de produção da cultura. Nesse sentido, os conhecimentos dos períodos de interferência na cultura do girassol são úteis para o desenvolvimento de melhores estratégias de manejo de plantas daninhas, indicando o intervalo de tempo ideal para seu controle em determinados sistemas de cultivo e localidades. Pitelli (1985) designou três períodos de interferência como os principais: a) Período anterior à interferência (PAI); Período total de prevenção à interferência (PTPI); e, c) período crítico de prevenção à interferência (PCPI).

PAI é o período a partir da semeadura ou do plantio de determinada cultura em que ela pode conviver com a comunidade infestante sem que a produtividade seja reduzida. No PTPI, a cultura deve ser mantida livre de plantas daninhas; as plantas daninhas que vierem a infestar a área após esse período não causam danos significativos à cultura. O PCPI é representado pelo intervalo entre os dois períodos mencionados e durante ele é indispensável à realização do controle das plantas daninhas (PITELLI, 1987; SWANTON *et al.*, 2008).

O controle das plantas daninhas na cultura do girassol dos 15 a 20 dias após a emergência (DAE), por um período de 40 a 45 dias, proporcionou incrementos nos componentes de produção da cultura, porém a redução do rendimento de grãos da oleaginosa variou grandemente com as condições do clima e solo, com as espécies daninhas infestantes e sua densidade, bem como com o período de ocorrência das ervas em relação à emergência da cultura (FLECK; PINTO; MENGARDA, 1989). Portanto, evidencia-se grande variabilidade nos períodos em relação ao ambiente para a cultura do girassol.

Contudo, vários estudos já foram conduzidos nessa linha nas culturas da soja (MELO *et al.*, 2001; MESCHEDE *et al.*, 2002), do feijão (BURNSIDE *et al.*, 1998), da cana-

de-açúcar (KUYA *et al.*, 2000), do milho (RAMOS; PITELLI, 1994), do amendoim (MARTINS; PITELLI, 1994) e do eucalipto (TOLEDO *et al.*, 2000).

Para a produtividade de aquênios do híbrido de girassol M734, o PAI foi de 15 DAE, o PTPI foi de 39 DAE e o PCPI de 24 DAE (SILVA *et al.*, 2012). Assim, os períodos de interferência entre a cultura do girassol e as plantas daninhas, bem como os prejuízos à produtividade advindos da interferência dessas espécies podem variar, dependendo das condições de cultivo e do material genético avaliado, sendo necessário maior volume de informações para se determinar com maior precisão o período em que a cultura não pode sofrer interferência das plantas daninhas (SILVA *et al.*, 2012).

Tal fato reforça a ideia de que há necessidade de realizar esses experimentos em diversas condições, para gerar dados confiáveis sobre os efeitos da interferência de plantas daninhas (BRIGHENTI *et al.*, 2004; KNEZEVIC *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2012).

Diante o exposto, objetivou-se estudar os períodos de convivência e de controle de plantas daninhas na produção de grãos de girassol, cv. Olissun, além de determinar os períodos de interferência das plantas infestantes sobre esse material nas condições da microrregião do litoral cearense.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo entre os meses de outubro a janeiro de 2014/2015, na área experimental do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE (3°43'02" de latitude S e 38°32'35" de longitude WGr; altitude de 19,6 m) (IPECE, 2011). De acordo com a classificação de Köppen (1918), o clima é do tipo Aw'. Trata-se de uma região pertencente ao grupo de clima tropical chuvoso, com temperatura média anual de 26,5° C.

Antes da semeadura foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm e caracterizadas com pH (H₂O) = 6,5; P = 6 mg kg; M.O. = 5,48 g kg; K⁺ = 0,34 cmolc kg; Ca²⁺ = 1,0 cmolc kg; Mg²⁺ = 0,8 cmolc kg; H⁺ + Al³⁺ = 2,15 cmolc kg.

O híbrido Olissun foi semeado em 20/10/2014, no espaçamento de 0,7 m nas entrelinhas e 0,3 entre plantas. Aos 16 dias após a semeadura, foi feito desbaste, deixando-se três plantas por metro linear, equivalente à população de 42.800 plantas ha⁻¹. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2 x 5, constituído de duas condições de cultivo (na presença e na ausência de plantas

daninhas) e cinco períodos de convivência e controle das plantas daninhas (20, 40, 60, 80, 100 dias após a emergência – DAE), com quatro repetições cada, totalizando 40 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos de parcelas constituídas por períodos de controle e de presença de plantas daninhas.

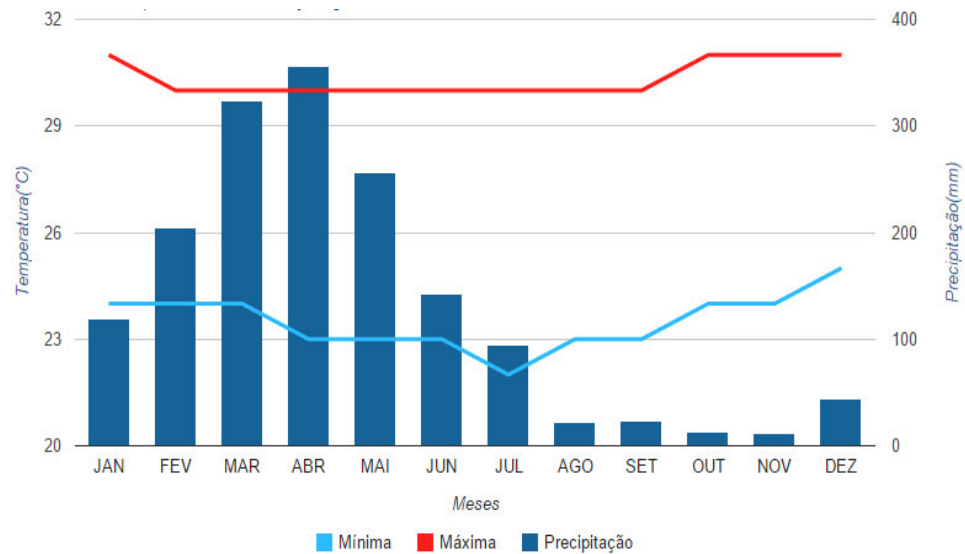
Para os períodos de controle, a cultura foi mantida livre das plantas daninhas pelos períodos iniciais crescentes de 20, 40, 60, 80 e 100 DAE do girassol, e as espécies infestantes emergidas após esses períodos não foram controladas até o final do ciclo. Quanto aos períodos de convivência, a cultura foi mantida na presença da comunidade infestante pelos mesmos períodos. Cada unidade experimental continha 4 fileiras de plantas espaçadas 0,7 m entre linhas e 0,3 m entre plantas. A área total do experimento foi de 0,054 ha e a área útil, considerando-se apenas as duas linhas centrais de avaliação, foram de 0,022 ha.

O solo foi preparado convencionalmente antes da semeadura, por meio de duas arações (ambas com profundidade de aproximadamente 30 cm) e duas gradagens, a fim de remover os impedimentos físicos ao desenvolvimento das raízes e nivelamento do solo, sendo estas realizadas no dia anterior à semeadura do girassol.

A adubação de fundação foi efetuada aplicando-se 20-10-20 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), fósforo (P₂O₅) e potássio (K₂O) na forma granular, tendo como fonte a uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada aos 45 DAE da cultura, aplicando-se 40 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, sendo todas as aplicações distribuídas no sulco de semeadura e incorporadas com enxada.

Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão em linha em que o controle da lâmina foi obtido em testes no campo a partir dos resultados da precipitação dos aspersores representativos nas faixas em estudo. A irrigação foi paralisada aos 90 dias após a emergência, porém em dias chuvosos a mesma não foi realizada de acordo com as precipitações médias que ocorreram durante os meses de estudo (FIGURA 1).

Figura 1: Médias climatológicas de precipitação e temperaturas máxima e mínima a partir de uma série de dados de 30 anos observados em Fortaleza.



Fonte: INMET/CFS/Interpolação

De acordo com Alves *et al.* (2013), a remoção das plantas daninhas foi realizada ao final de cada período, ou seja, na presença ou ausência da flora infestante, mediante capina manual.

Durante a condução do estudo foram avaliados o peso da massa seca e os períodos críticos de interferência para as plantas invasoras; Altura de plantas, o diâmetro de caule, a área foliar, número de folhas, diâmetro de capítulos, massa fresca e seca, produtividade, teor e rendimento do óleo, estes correspondendo as variáveis da cultura do girassol.

As avaliações da comunidade infestante nos períodos de ausência e presença de plantas daninhas com a cultura do girassol foram realizadas em intervalos de 20 dias, iniciando-se aos vinte após a emergência da cultura. Foi avaliado a massa seca (g m^{-2}) das espécies de planta daninha, em cada período de avaliação. Para isso, utilizou-se um quadrado de PVC de $0,25 \text{ m}^2$ com dimensões de $0,5 \times 0,5 \text{ m}$, para demarcar, dentro da área útil de cada parcela, os pontos de identificação e coleta de plantas daninhas, cujos valores obtidos foram convertidos em m^2 . Nos tratamentos com períodos iniciais de ausência de plantas daninhas, a coleta destas para fins de obtenção de matéria seca foi efetuado próximo à data subsequente de coleta onde as plantas infestantes já se apresentavam emergidas sobre o solo.

Realizou-se a medição da altura das plantas de girassol a cada vinte dias, por meio de uma trena de 1,5 metros, determinando-se pela medida do nível do solo até a inserção do capítulo, em quatro plantas por parcela. Para a medição de diâmetro de caule foi utilizado um paquímetro digital a 5 cm do nível do solo também em quatro plantas por parcela. A área foliar (AF) foi estimada conforme metodologia descrita por Ashley, Doss e Vennett (1963) e descrita a seguir na equação: $AF = C \times L \times N \times f$, sendo: $AF = \text{área foliar, cm}^2 \text{ planta}^{-1}$; $C =$

comprimento médio das folhas, cm (média de cinco folhas); L = maior largura da folha, cm (média de cinco folhas); N = número de folhas por planta, n° e f = fator de correção 0,5852 (AQUINO *et al.*, 2011). O número de folhas foi obtido a cada período com ou sem a presença de planta daninha.

Foi realizada a medição do diâmetro de quatro capítulos por parcela na colheita, utilizando-se uma fita métrica. A matéria fresca e seca foi obtida através de uma balança convencional. A colheita foi realizada manualmente aos 101 DAE, no final do mês de Janeiro, colhendo-se quatro capítulos e toda a planta a partir da superfície de contato com o solo, na área útil de cada parcela. A debulha e a separação de impurezas ocorreram de forma manual, separando-se as impurezas através de abanação. O teor de óleo foi determinado pelo método químico, através da extração com hexano. Já o rendimento de óleo foi obtido através da seguinte fórmula (teor de óleo x produtividade de aquênios/100).

Os dados relativos à produção foram analisados separadamente, dentro de cada grupo (períodos iniciais de convivência ou de controle das plantas daninhas) e estimados em produtividade por hectare. Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F a 5% de probabilidade, e de regressão, pelo modelo sigmoidal de Boltzmann, conforme recomendado por Kuva *et al.* (2000), em que: $y = \frac{P1 - P2}{1 + e^{-(X - X_0)/Dx}} + P2$, sendo Y = produtividade da cultura em função dos períodos de controle ou convivência; X = limite superior do período de controle ou convivência (dias); P1 = produtividade máxima obtida no tratamento mantido no limpo durante todo o ciclo; P2 = produtividade mínima obtida no tratamento mantido em convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo; X₀ = limite superior do período de controle ou convivência, que corresponde ao valor intermediário entre a produtividade máxima e a mínima; e Dx = velocidade de perda ou ganho de produtividade (tangente no ponto X₀).

Os limites dos períodos de interferência (período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI)) foram determinados tolerando-se as perdas máximas de produtividade para o nível arbitrário de 5% em relação ao tratamento mantido no limpo durante todo o ciclo, dentro de cada sistema de plantio.

Para fins de análise estatística, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, (ANOVA) em parcelas subdivididas e teste de Skott-Nott (5%) para comparação das médias. Para auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o programa Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância evidencia que houve diferença para as características avaliadas para os fatores isolados, bem como para as suas interações em plantas de girassol do híbrido Olissun. A única exceção foi o fator número de folhas que não apresentou diferença entre os tratamentos avaliados de forma individual ou com interação. (TABELA 1).

Tabela 1: Resumo da ANOVA das variáveis pré-colheitas, massa seca de plantas daninhas (MSPD), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), área foliar (AF), número de folha (NF) de plantas de girassol submetidas na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.

FV	GL	QM				
		MSPD	AP	DC	AF	NF
Competição (C)	9	179,11 ^{**}	852,93 ^{**}	66,04 ^{**}	14,33 ^{**}	1,79 ^{NS}
Períodos (P)	4	12,55 ^{**}	29295,96 ^{**}	1374,43 ^{**}	0,07 ^{**}	552,18 ^{**}
Blocos (B)	3	0,68 ^{NS}	24,36 [*]	0,09 ^{NS}	0,02 ^{NS}	0,75 ^{NS}
(C) x (P)	36	28,15 ^{**}	182,61 ^{**}	7,70 ^{**}	20,65 ^{**}	0,40 ^{NS}
Erro 1	27	0,46	6,87	0,92	0,07	0,97
Erro 2	120	0,25	3,95	0,28	0,02	0,53
CV 1 (%)	-	23,02	5,38	8,33	4,73	5,93
CV 2 (%)	-	16,86	4,08	4,59	2,27	4,39
Média geral	-	2,95	48,70	11,50	54,79	16,62

^{**} significância a 1%, ^{*} significância a 5%, ^{NS} - não significativo, ambos pelo teste de Scott-Knott.

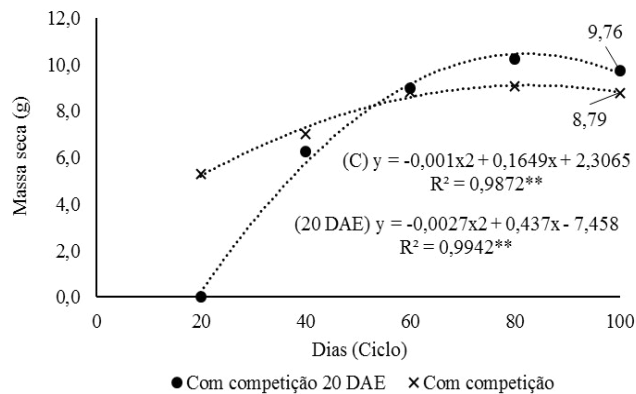
Fonte: Elaboração do autor.

Neste período de 100 dias de avaliação, o acúmulo de matéria seca das plantas daninhas apresentou destaque para o período de convivência das mesmas a partir de 20 dias após o plantio, uma vez que os dados de matéria seca de plantas daninhas (MSPD) atingiram valores superiores (9,76 g) aos apresentados pela área que teve um período total de 100 dias de convivência de plantas daninhas (8,79 g), (FIGURA 2). Este resultado pode ser atribuído ao método de controle podendo ter induzido ou influenciado a propagação de algumas espécies infestantes presentes na área.

Bedmar, Leaden e Eyherabide (1983) e Catullo *et al.* (1983) verificaram que as espécies daninhas não devem conviver com o girassol mais de 30 dias após a emergência da

cultura. Caso contrário, outras características de pré e pós colheita serão afetados de forma irreversível.

Figura 2: Massa seca da flora infestante presente na área experimental em diferentes períodos de convivência com plantas de girassol, cv. Olissun.



** significância a 1%, * significância a 5%, ^{ns} - não significativo, ambos pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Elaboração do autor.

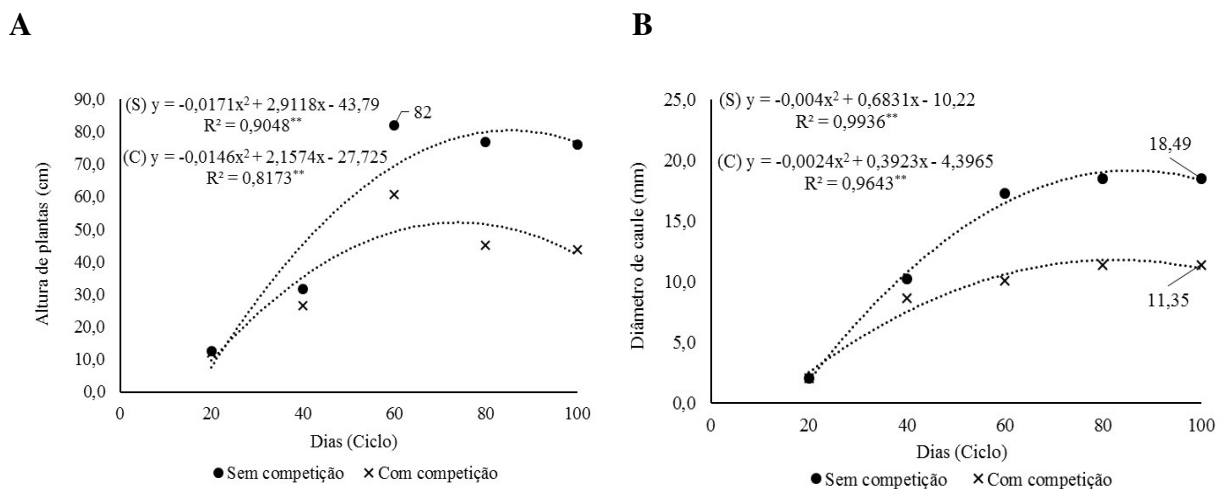
Os dados de altura atingiram valores médios de até 82 cm, na ausência de plantas daninhas. A redução dos valores de altura e diâmetro de caule podem estar associadas aos efeitos da competição da flora infestante em si com as plantas de girassol, fato que foi observado na quinta avaliação, após a maturidade fisiológica da cultura (FIGURA 3A e 3B), além do mais, os valores observados foram inferiores aos revisados na literatura em trabalhos anteriores com outros híbridos. Alves *et al.* (2010) estudando diferentes espaçamentos, observaram que os híbridos BRHS e Hélio 251 obtiveram valores entre 95 e 96 cm de altura, respectivamente. Silva *et al.* (2013), por sua vez, observaram que o híbrido de girassol Helio 250, apresentou uma altura média de plantas entre 160 e 180 cm.

Pivetta *et al.* (2012) avaliando híbridos de girassol e suas relações entre parâmetros produtivos e qualitativos, relataram que apenas para a variável altura de plantas os dados foram significativos. Para esta variável, os maiores valores foram encontrados nos híbridos H358 e MG2, com 166 e 163 cm, respectivamente.

Analisando o diâmetro do caule das plantas de girassol, verificou-se que no final das avaliações da cultura houve uma variação total de 7,14 mm, entre os tratamentos, (FIGURA 3B). Ivanoff *et al.* (2010) constataram problemas de desuniformidade para a variável diâmetro de caule na variedade Embrapa 122/V2000, sendo que essa desuniformidade pode limitar o uso da colheita mecanizada e o plantio em grandes áreas. Esta

situação também foi observada por Silva *et al.* (2013), onde plantas de girassol sem a convivência com as plantas daninhas, apresentaram uma tendência de redução e de estabilização na massa da matéria seca no final do ciclo, a partir dos 80 DAE, atribuída à senescência da cultura.

Figura 3: Altura e diâmetro de caule (A e B) de plantas de girassol cv. Olissun em função dos períodos de convivência com plantas daninhas.



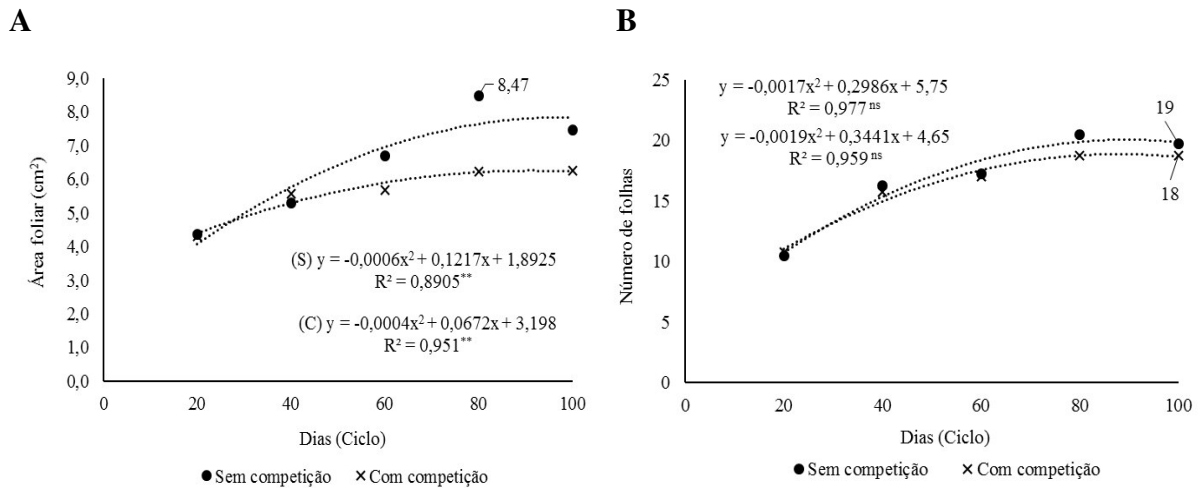
** significância a 1%, * significância a 5%, ^{ns} - não significativo, ambos pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Elaboração do autor.

Analisando a área foliar das plantas de girassol cv. Olissun, verifica-se um rápido incremento nessa variável, após os 20 dias após a emergência (FIGURA 4A). Isso pode ser explicado pelo aumento da temperatura apresentado pelos meses de outubro, novembro e dezembro como mostra o histórico de temperaturas na figura 1, uma vez que, a taxa de expansão foliar é influenciada pela temperatura (ANDRADE; ABREU, 2007). Esta situação também foi observada por (SILVA *et al.*, 2013) avaliando a cultura do girassol em cultivos de verão e inverno, respectivamente, onde o crescimento do girassol é lento até os 30 DAE e após esse período é acelerado, com aumento acentuado da área foliar.

Com relação ao número de folhas, a diferença entre a situação de convivência ou não das plantas daninhas foi apenas de uma folha no final do ciclo (FIGURA 4B). Os resultados encontrados no presente estudo foram inferiores àqueles observados por Alves *et al.* (2010), utilizando o genótipo de girassol “AGROBEL 960”, os quais obtiveram uma média de 27 folhas por planta de girassol no final do ciclo.

Figura 4: Área foliar e número de folhas (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência com plantas daninhas.



** significância a 1%, * significância a 5%, ^{ns} - não significativo, ambos pelo teste de Scott Knott.

Fonte: Elaboração do autor.

De acordo com a análise de variância das variáveis de pós-colheita, pode-se constatar que há diferença para os fatores avaliados de forma conjunta, para todas as características avaliadas (TABELA 2).

Tabela 2: Resumo da ANOVA do diâmetro de capítulo (DCA), matéria fresca (MF) e seca (MS) das plantas, produtividade de aquênios (PA), teor (TO) e rendimento de óleo (RO) do híbrido de girassol Olissun, submetidas na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.

FV	GL	QM					
		DCA	MF	MS	PA	TO	RO
Competição (C)	1	122,36 **	0,36 **	$3,61 \times 10^{-3}$ **	176362,54 **	17,98 **	359830,17 **
Períodos (P)	4	97,04 **	$9,28 \times 10^{-3}$ ns	$3,29 \times 10^{-4}$ **	1072562,50 **	11,32 **	60252,32 **
(C) x (P)	4	32,38 **	0,21 **	$2,87 \times 10^{-3}$ **	1005813,06 **	9,95 **	267514,05 **
Erro	27	0,97	$3,69 \times 10^{-3}$	$2,60 \times 10^{-5}$	38699,08	1,39	9226,99
CV (%)	-	7,03	11,52	10,68	8,03	2,45	8,15
Média geral	-	14,03	0,28	0,05	2448,45	48,04	1179,06

** significância a 1%, * significância a 5%, ^{ns} - não significativo, ambos pelo teste de Scott Knott.

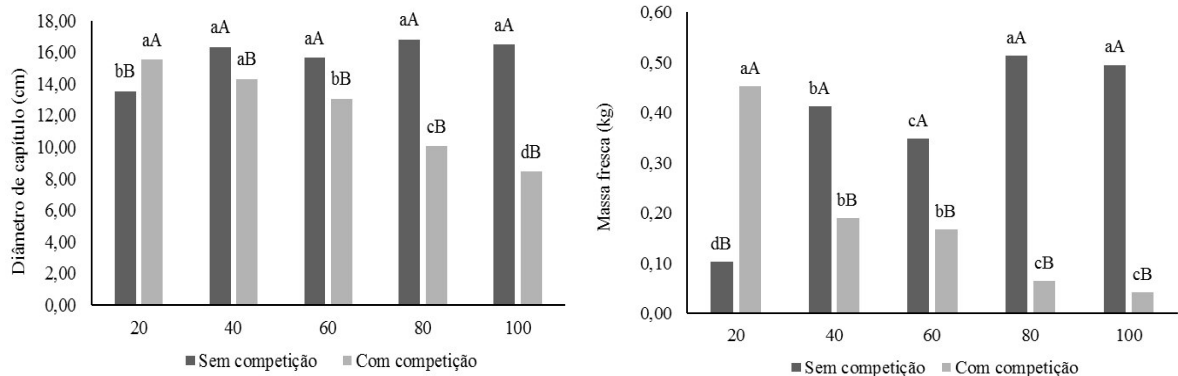
Fonte: Elaboração do autor.

O diâmetro do capítulo apresentou resultados superiores nos tratamentos 40, 60, 80 e 100, sem a presença de plantas daninhas, obtendo uma média entre eles de 16,34 mm, como observado na Figura 5A. Estes dados foram semelhantes ao encontrado por Pivetta (2012) que apresentou resultados de diâmetro de capítulo, para os híbridos H360 e M734 de 17,60 cm em média. No entanto, para os tratamentos onde ocorreu predominância de competição entre plantas daninhas e a cultura o diâmetro do capítulo foi reduzido causando, conseqüentemente, redução na produção do híbrido Olissun. No tratamento em que não houve controle da flora infestante durante todo o ciclo da cultura a redução de diâmetro de capítulo foi da ordem de 50 % comparado com a área controle durante todo o ciclo da cultura (FIGURA 5A).

O diâmetro de capítulo é uma característica importante no momento da escolha de uma cultivar, pois existe um efeito positivo e direto entre o diâmetro do capítulo e a produtividade fazendo com que os genótipos com maiores produtividades de grãos possam ser obtidos a partir da seleção para maior diâmetro de capítulo (FARHATULLAH; KHALIL, 2006; AMORIM *et al.*, 2008; PATIL, 2011). No entanto, Lopes (2009) mostra que nem sempre o tamanho do capítulo reflete diretamente na produtividade, embora o genótipo com a maior produtividade esteja entre os que apresentam os maiores capítulos.

Para a variável matéria fresca observou-se valores significativos ascendentes e descendentes na ausência e presença de plantas infestantes durante o ciclo do híbrido Olissun (FIGURA 5B). Ocorreu um ganho de 91,31 % de MF quando foi mantida por todo o ciclo na ausência de infestantes em relação ao tratamento com a presença de plantas daninhas. Além da paralisação da irrigação aos 90 dias após a emergência para todos os tratamentos, somado a competição das infestantes a senescência das plantas de girassol e conseqüentemente a perda de MF foi característica nesta fase final do ciclo.

Figura 5: Diâmetro de capítulo e massa fresca (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.



Letras iguais, maiúsculas entre colunas diferentes e minúsculas em colunas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

A massa seca (MS) do girassol reduziu do 21º ao 100º DAE quando em convivência com plantas daninhas, decrescendo na ordem de 72,60%. Entretanto quando as plantas de girassol foram mantidas no limpo por todo o ciclo verificou-se um ganho de ordem de 55,13%. Isso já era esperado, pois mostra a relação da influência da competição com ou sem a flora infestante no final do ciclo da cultura.

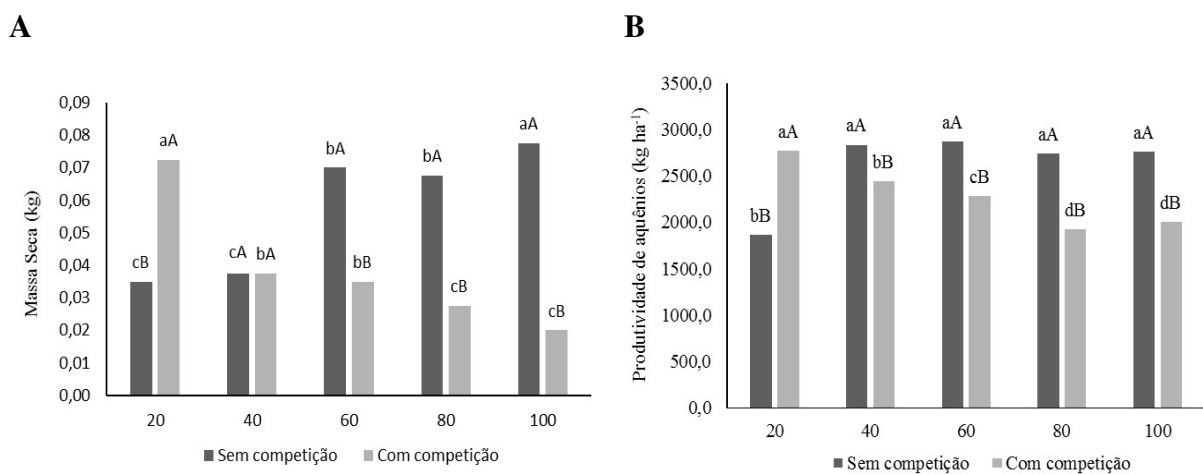
Na ausência das plantas infestantes registraram-se valores inferiores de massa seca das plantas de girassol entre 20 e 40 dias após a emergência (FIGURA 6A), devido ao menor acúmulo da biomassa das plantas de girassol, em virtude de uma maior densidade e competição das plantas infestantes após o controle das mesmas. Apesar disso o tratamento 40 DAE não diminuiu sua produtividade, teor e rendimento de óleo (FIGURA 6B e 8), isto pode estar relacionado a fatores bióticos nas áreas avaliadas, principalmente o solo, suprindo as necessidades da cultura em relação as variáveis citadas anteriormente.

Segundo Silva *et al.* (2013), a senescência natural no final do ciclo da cultura pode ter contribuído para uma maior diferença das porcentagens finais de massa das plantas de girassol na ausência e presença das plantas infestantes. Valores diferentes foram encontrados em Januária – MG no período de verão, onde a diminuição da massa seca das plantas de girassol foi de 13% entre 20 e 50 DAE, no período de inverno a matéria seca do girassol reduziu do 7º ao 38º DAE quando em convivência com plantas daninhas, decrescendo 10% (SILVA *et al.*, 2013).

Evidenciou-se, que a flora infestante competindo com a cultura reduziram o seu potencial produtivo, uma vez que sua presença foi capaz de interferir negativamente na produtividade, com reduções de até 27,25 % na produção em função da competição (FIGURA

6B). Perdas na produtividade do girassol influenciado pela presença de plantas daninhas também foram relatadas por Furtado *et al.* (2012), onde a interferência das plantas daninhas foi capaz de reduzir em 33,06 % a produtividade do cultivar Embrapa 122/V2000, comparando-se as testemunhas capinadas e sem capina.

Figura 6: Massa seca e produtividade de aquênios (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.



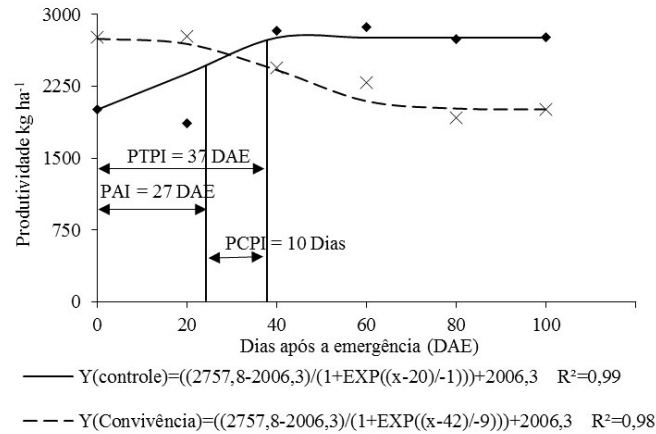
Letras iguais, maiúsculas entre colunas diferentes e minúsculas em colunas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

A convivência entre o girassol e as plantas daninhas além de 27 DAE reduziu a produtividade do girassol cultivado (FIGURA 7). Dessa forma, nessa época de cultivo, o período anterior a interferência (PAI) foi de até 27 DAE. O período total de prevenção à interferência (PTPI) foi de 37 DAE, pois o controle das plantas daninhas após esse período não incrementara a produtividade. Com isso, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) se caracterizou pelo intervalo entre 27 e 37 DAE, totalizando 10 dias. Durante esse período, a cultura deve ser mantida livre da interferência de plantas daninhas.

É possível que a cultura tenha estabelecido uma capacidade de sombreamento do solo, tornando-se mais competitiva e originando o PTPI de 37 DAE. Pitelli (1987) ressalta que, após o PTPI, o sombreamento é uma das principais formas de controle e impedimento do crescimento de plantas daninhas.

Figura 7: Período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção à interferência (PTPI) e período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de girassol Olissun cultivado em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.



Fonte: Elaboração do autor.

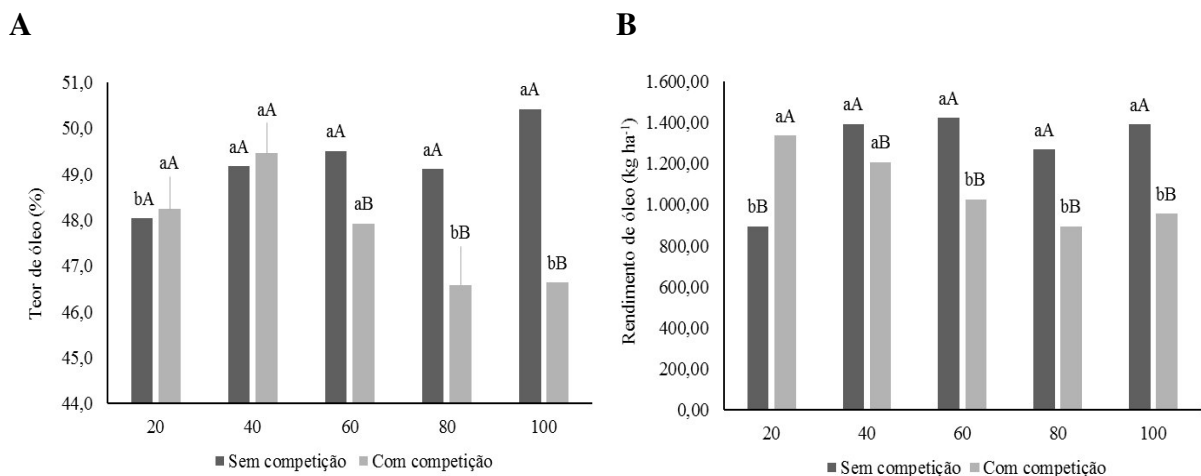
Nos cultivos, o PAI ficou coincidindo com os períodos de expressiva redução da massa seca (FIGURA 6A) e área foliar (FIGURA 4A) das plantas de girassol. Tal fato pode-se justificar pela correlação da matéria seca das plantas e área foliar com a produtividade da cultura, conforme constatado por Ungaro *et al.* (2000).

A temperatura mais alta no início do cultivo pode ter influenciado o crescimento inicial do girassol e desfavorecido algumas espécies de plantas daninhas. Dessa forma, as plantas de girassol podem ter elevado sua habilidade competitiva, o que resultou no PAI maior quando comparado a outros estudos. Pesquisas realizadas em Minas Gerais observaram-se que quando as temperaturas foram mais elevadas o PAI foi quatro dias maior (SILVA *et al.*, 2013).

Para o teor e rendimento de óleo bruto, o efeito da convivência das plantas daninhas influenciou negativamente na resposta dessas variáveis, ou seja, ocorreu diminuição expressiva no teor e rendimento de óleo totalizando uma perda de 7,5 e 31,26 % quando mantida por todo o ciclo na ausência e presença de plantas daninhas (FIGURA 8A e 8B). A presença das plantas daninhas gerou uma diminuição no percentual de óleo das sementes, possivelmente pelas plantas apresentarem maiores capítulos e conseqüentemente maior produtividade. Com maior produtividade, os nutrientes foram melhores distribuídos, aumentando o teor de óleo nas sementes, propondo que exista uma correlação positiva entre produtividade e teor de óleo no cultivar Olissun. Trabalhando com acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciadas pelo vigor dos aquênios e pela

densidade de sementeira, Braz e Rosseto (2010) obtiveram resultados médios de teor e o rendimento de óleo nas sementes de 50,66 % e 1264,27 kg ha⁻¹, respectivamente.

Figura 8: Teor e rendimento de óleo (A e B) de plantas de girassol Olissun em função dos períodos de convivência, na presença e ausência de plantas daninhas durante os períodos de 20; 40; 60; 80 e 100 DAE.



Letras iguais, maiúsculas entre colunas diferentes e minúsculas em colunas iguais, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Elaboração do autor.

4 CONCLUSÕES

A época e intervalos de convivência no cultivo do girassol Olissun com plantas daninhas, afetaram os períodos de interferência destas na cultura.

Para a produtividade de aquênios, o período anterior à interferência foi de 27 DAE da cultura, o período total de prevenção à interferência foi de 37 DAE e o período crítico de prevenção à interferência abrangeu 10 dias do ciclo da cultura.

REFERÊNCIAS

ALVES, G.S.; TARTAGLIA, F.L.; ROSA, J.C.; LIMA, P.C.; CARDOSO, G.D.; BELTRÃO, N.E.M.; Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do girassol em Rondônia, **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.3, p.275–282, 2013.

ALVES, G.M.R.; MAGALHÃES, I.D.; COSTA, F.E.; SILVA, S.D.; ALMEIDA, A.E.S.; SOARES, C.S.; Avaliação do crescimento de girassol no semiárido sob diferentes densidades de plantas, **I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa, PB – 2010.

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

ANDRADE, J.A.; ABREU, F.G. Influência da temperatura e do teor de umidade do solo na área foliar e acumulação de matéria seca durante o estabelecimento da ervilha, do milho e do girassol. **Revista de Ciências Agrárias**, v.30, p.27-37, 2007.

AQUINO, L.A. de *et al.* Estimativa da área foliar do girassol por método não destrutivo. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 832-836, 2011.

ASHLEY, D.A.; DOSS, B.D.; VENNETT, O.L.A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**,v. 55, n. 6, p. 584-585, 1963.

BEDMAR, F.; LEADEN, M. I.; EYHERABIDE, J. J. Efectos de la competencia de las malezas con el girassol (*Helianthus annuus* L.). Malezas; **Revista AACM**, v. 11, n. 4, p. 51-61, 1983.

BRAZ, M.R.S.; ROSSETTO, C.A.V. Acúmulo de nutrientes e rendimento de óleo em plantas de girassol influenciados pelo vigor dos aquênios e pela densidade de semeadura. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1193-1204, 2010.

BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; SCAPIM, C.A.; VOLL, E.; GAZZIERO, D.L.P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.22, p.251-257, 2004.

BURNSIDE, O.C. et al. Critical periods for weed control in dry beans (*Phaseolus vulgaris*). **Weed Sci.**, v. 46, n. 3, p. 301-306, 1998.

CATULLO, J.C. et al. Determinacion del periodo critico de competencia de las malezas en el cultivo de girasol. Malezas; **Revista AACM**, v. 11, n. 4, p. 150-164, 1983.

FARHATULLAH, H.F.; KHALIL, I.H. Path analysis of the coefficients of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. *International Journal of Agriculture and Biology*, v.8, p.621-625, 2006.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. **Lavras-MG: UFLA**, 2010.

FLECK, N.G.; PINTO, J.J.O.; MENGARDA, I.P. Interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. Competição no tempo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, p.1139-1147, 1989.

FURTADO, G.F.; SOUZA, J.R.M.; SOUZA JUNIOR, J.R.; LACERDA, R.R.A.; SOUZA, A.S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, p.12-17, 2012.

IPECE – **Instituto de pesquisa e estratégica econômica do Ceará**. Acompanhamento da localização da cidade de fortaleza no globo terrestre - Janeiro/2015.

IVANOFF, M.E.A. et al. Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 03, p. 319-325, 2010.

KNEZEVIC, S.Z.; EVANS, S.P.; BLANKENSHIP, E.E.; ACKER, R.C.V.; LINDQUIST, J.L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. **Weed Science**, v.50, p.773-786, 2002.

KUVA, M.A. et al. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar. I - Tiririca. **Planta Daninha**, v. 18, n. 2, p. 241-251, 2000.

MARTINS, D.M.; PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim das águas: efeitos de espaçamentos, variedades e períodos de convivência. **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, p. 87-92, 1994.

MELO, H.B. et al. Interferência das plantas daninhas na cultura da soja cultivada em dois espaçamentos entre linhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 187-191, 2001.

MESCHEDE, D.K. et al. Período crítico de interferência de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja sob baixa densidade de semeadura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 381-387, 2002.

MONTOYA, J.C.; BERHONGARAY, G.; PÉREZ, A.; TITOLO, D.; TROIANI, H.; ROBERTO, Z.; RAMOS, L.; SAIBENE, Y.B. Relevamiento de malezas en cultivos de girassol de la provincia de La Pampa y zonas limítrofes. INTA, 2007. 30p. (**Boletín de divulgación técnica**).

LOPES, P.V.L.; MARTINS, M.C.; TAMAI, M.A.; Cláudio G. P. de CARVALHO, C.G.P.; OLIVEIRA, A.C.B.; TAVARES, J.A.; Competição de híbridos e variedades de girassol comerciais em safrinha no oeste da bahia, Reunião nacional de pesquisa do girassol, 18.; **Simpósio nacional sobre a cultura do girassol**, 6., 2009, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. p. 202-208.

PATIL, L.C. Correlation and path analysis in sunflower populations. *Electronic Journal of Plant Breeding*, v.2, p.442-447, 2011.

PITELLI, R.A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, v.4, p.1-24, 1987.

PITELLI, R.A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, p.16-27, 1985.

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. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 3, p. 561-568, jul-set, 2012.

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

RAMOS, L.R.M.; PITELLI, R.A. Efeito de diferentes períodos de controle da comunidade infestante sobre a produtividade da cultura do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 29, n. 10, p. 1523-1531, 1994.

SILVA, J.I.C.; MARTINS, D.; PEREIRA, M.R.R.; RODRIGUES COSTA, A.C.P.; COSTA, N. Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**, v.30, p.27-36, 2012.

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

SILVA, R.R.; REIS, M.R.; MENDES, K.F.; AQUINO, L.A.; PACHECO, D.D.; RONCHI, C.P. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Bragantia, Campinas**, v. 72, n. 3, p.255-261, 2013.

SWANTON, C.J.; MAHONEY, K.J.; CHANDLER, K.; GULDEN, R.H. Integrated weed management: Knowledge-based weed management systems. **Weed Science**, v.56, p.168-172, 2008.

THOMAZ, G.L.; ZAGONEL, J.; COLASANTE, L.O.; NOGUEIRA, R.R. Produção do girassol e teor de óleo nas sementes em diferentes épocas de semeadura no Centro-Sul do Paraná. **Ciência Rural**, v.42, p.203-208, 2012.

TOLEDO, R. E. B. et al. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 395-404, 2000.

UNGARO, M.R.G.; NOGUEIRA, S.S.S.; NAGAI, V. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo. **Bragantia**, v.59, p.205-211, 2000.