

**UFRRJ**

**INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**TESE**

**Condicionamento osmótico de sementes e potencial  
alelopático de resíduos de girassol**

**Camila Santos Barros de Moraes**

**2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES E POTENCIAL  
ALELOPÁTICO DE RESÍDUOS DE GIRASSOL**

**CAMILA SANTOS BARROS DE MORAIS**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Claudia Antonia Vieira Rossetto**

Tese submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Ciências no Curso de  
Pós-Graduação em Fitotecnia**

Seropédica, RJ  
Agosto de 2012

583.99

M827c

T

Morais, Camila Santos Barros de, 1977-

Condicionamento osmótico de sementes e potencial alelopático de resíduos de girassol / Camila Santos Barros de Moraes - 2012.

119 f. : il.

Orientador: Claudia Antonia Vieira Rossetto.

Tese (doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Inclui bibliografia.

1. Girassol - Teses. 2. Alelopatia - Teses. 3. Germinação - Teses. 4. Sementes - Desenvolvimento - Teses. 5. Sementes - Produção - Teses. I. Rossetto, Claudia Antonia Vieira, 1966-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CAMILA SANTOS BARROS DE MORAIS**

Tese submetida ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia.**

TESE APROVADA EM: 03/8/2012

---

Claudia Antonia Vieira Rossetto (Dr.<sup>a</sup>) Dept<sup>o</sup> de Fitotecnia-  
UFRRJ  
(Orientadora)

---

Adelson Paulo de Araujo(Dr.) Dept<sup>o</sup> de Solos - UFRRJ

---

Antônio Carlos Silva de Andrade (Dr.) Pesquisador do Jardim  
Botânico/RJ

---

Ednaldo Silva de Araujo (Dr.) Pesquisador da Embrapa  
Agrobiologia

---

Sonia Regina de Sousa (Dr.<sup>a</sup>) Dept<sup>o</sup> de Química- UFRRJ

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico esta Tese ao meu esposo Rafael, a minha mãe Heloiza (in memóriam), ao meu pai Carlos Alberto e ao meu irmão Fabrício.*

## AGRADECIMENTOS

À DEUS.

Ao meu esposo Rafael, pela compreensão e constante apoio.

Aos meus pais, Carlos Alberto e Heloiza (*in memóiam*), pelo apoio, incentivo.

Ao meu irmão Fabrício, pelo apoio e amizade.

À professora Claudia, pela orientação e ensinamentos.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, especialmente ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade concedida para a realização do Curso de Doutorado.

À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo para realização do Doutorado.

Aos bolsistas de iniciação científica do Laboratório de Sementes da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aos alunos do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Lilian, Luis e Ludmila pela amizade e companheirismo.

A professora Sônia e aos seus orientados, os quais me receberam de braços abertos em seu laboratório, para que eu pudesse realizar algumas de minhas análises.

Aos professores do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Instituto de Agronomia.

Muito obrigado!

## RESUMO GERAL

MORAIS, Camila Santos Barros de. **Condicionamento osmótico de sementes e potencial alelopático de resíduos de girassol**. 2012. 119f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico na emergência de plântulas e no desempenho de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L) e avaliar influência dos resíduos de plantas de girassol no cultivo de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Além disto foi avaliado a ação de extratos de girassol sobre distintas sementes. Para isto, as sementes de três lotes de girassol da cultivar Catissol foram submetidas, ou não, ao condicionamento osmótico com solução de Polietilenoglicol a -2,0 MPa e, avaliada quanto a emergência de plântulas, o desenvolvimento das plantas, bem como a produtividade e a qualidade das sementes produzidas. Posteriormente, foi plantado nabo forrageiro em área com e sem resíduos de plantas de girassol visando avaliação do crescimento das plantas, produtividade e qualidade das sementes de nabo forrageiro. Os resultados mostraram que o condicionamento osmótico favorece a sobrevivência das plântulas, a produção de sementes por planta e a massa seca de folhas e parte aérea de plantas, provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior. Os resíduos de plantas de girassol reduziram a produção de sementes por planta e favoreceram o vigor das sementes de nabo forrageiro. O extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 dias após a semeadura a 10% prejudica a germinação de sementes de alface, corda e picão preto, por causar restrição hídrica além do efeito fitotóxico.

**Palavra chave:** *Helianthus annuus* L., alelopatia, germinação, desenvolvimento, produção.

## GENERAL ABSTRACT

MORAIS, Camila Santos Barros de. **Seed osmotic conditioning and allelopathic potential of sunflower residues.** 2012. 119f. Thesis (Ph.D. in Plant Science). Institute of Agronomy, Crop Science Department, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

The aim of this study was to evaluate the effect of osmotic conditioning on seedling emergence and performance of sunflower plants (*Helianthus annuus* L) and the influence of sunflower residues in cultivation of oilseed radish (*Raphanus sativus* L.). Also were evaluated the action of aqueous extracts of sunflower on different seeds. For this, three batches of sunflower cultivar Catissol were treated, or not, with the osmotic conditioning solution of polyethylene glycol to -2.0 MPa and evaluated seedling emergence, plant development, as well as productivity and sunflower seeds quality. Thereafter was planted oilseed radish in the area with and without sunflower residues, and evaluated the plant growth, yield and quality of radish seeds produced in both areas. The results showed that the osmotic conditioning favored the seedling survival, seed production per plant and dry weight of leaves and shoots of plants from seed physiological quality lower. The sunflower residues reduced the seed production per plant and improve the vigor of the radish seeds. The aqueous extract of sunflower leaves collected at 60 days after sowing to 10% reduced the germination of lettuce seeds, rope and pick black for causing water restriction beyond the phytotoxic effect.

**Keyword:** *Helianthus annuus* L., allelopathy, germination, development, production.

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Germinação, plântulas normais na primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado com solução saturada e condutividade elétrica, obtidos de três lotes de sementes de girassol com e sem condicionamento osmótico. Seropédica – RJ. 2009. ....	12
Tabela 2. Número de plantas por metro linear (população inicial e final) e porcentagem de sobrevivência de plantas, obtidos a partir de três lotes sementes de girassol, submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica, 2009/2010. ....	14
Tabela 3. Altura de planta, número folhas e diâmetro do caule, de plantas provenientes de três lotes de semente de girassol com e sem condicionamento osmótico. Seropédica-RJ, 2009/2010. ....	16
Tabela 4. Índice de área foliar, de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAS. Seropédica, 2009/2010. ....	18
Tabela 5. Massa seca de caule e de folhas de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAS. Seropédica, 2009/2010. ....	20
Tabela 6. Massa seca do receptáculo e das sementes, obtidos de plantas provenientes de três lotes de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. Avaliados aos 60, 75, 90 e 97 DAS. ....	21
Tabela 7. Massa seca da parte aérea total, provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 97 DAS. Seropédica, 2009/2010. ....	24
Tabela 8. Número de sementes viáveis por capítulo, peso de 1000 sementes, produção de sementes e rendimento de sementes, obtidos de plantas provenientes de três lotes de semente de girassol, submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica, 2009/2010. ....	35
Tabela 9. Índice de colheita, teor de óleo (%) e rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> ) obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. ....	36
Tabela 10. Porcentagem de sementes retidas na peneira de 14/64”, grau de umidade ,germinação, porcentagem de plântulas normais na primeira contagem, envelhecimento acelerado com solução saturada e condutividade elétrica, obtidos de sementes de girassol colhidas de plantas provenientes de três lotes de sementes (L1, L2 e L3), submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. Avaliação após três meses da colheita. ....	37
Tabela 11. Comprimento e massa seca de plântulas, de emergência de plântulas em areia e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. ....	38
Tabela 12. Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e porcentagem de proteína bruta nas sementes obtidos de plantas provenientes de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. ....	40

Tabela 13. Tipo e densidade populacional de plantas espontâneas (plantas.m <sup>-2</sup> ), antes da semeadura e após a colheita do nabo forrageiro, em áreas sem (SG) e com (CG) deposição de resíduo de girassol. ....	57
Tabela 14. Número de plantas por metro linear (população inicial- 20DAS e final-120DAS) e porcentagem de sobrevivência de plantas (%) de nabo forrageiro, obtidas de área em sucessão ou não do cultivo de girassol. Seropédica, 2010. ....	58
Tabela 15. Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e proteína bruta nas sementes de plantas de nabo forrageiro cultivadas em área de sucessão ou não do cultivo de girassol. Seropédica, 2010. ....	66
Tabela 16. Número de síliquas, número de sementes por síliqua, e número de sementes da haste principal, ramos primários, ramos secundários e total, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com e sem resíduos de girassol. Seropédica, 2010. ....	67
Tabela 17. Número de síliquas, número de sementes por síliqua, e peso de 1000 sementes da haste principal, ramos primários, ramos secundários e total, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com e sem resíduos de girassol. ....	67
Tabela 18. Retenção em peneira de crivo circular 2,38 mm, de grau de umidade, de germinação e de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, obtidas de sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010. ....	68
Tabela 19. Condutividade elétrica, de deterioração controlada de sementes a 20% de umidade sob 45 °C por 36 horas, de envelhecimento acelerado com solução de NaCl sob 45 °C por 36 horas, de comprimento de plântulas e de massa seca de plântulas de sementes de nabo forrageiro, oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010. ....	68
Tabela 20. Emergência em areia e campo e de índice de velocidade em areia e em campo-IVE, obtidas de sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010. ....	68
Tabela 22. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de alface, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%. ....	88
Tabela 23. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de corda de viola, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%. ....	89
Tabela 24. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%. ....	91
Tabela 25. Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, obtidos de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%. ....	92
Tabela 26. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa. ....	93
Tabela 27. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de alface, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa. ....	95

Tabela 28. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de corda de viola, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa.....	95
Tabela 29. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de picão preto, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa. ....	96
Tabela 30. Porcentagem de extravasamento relativo de eletrólitos de plântulas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%. ....	97
Tabela 31. Comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa de seca raiz, massa seca de hipocótilo e porcentagem de plântulas emergidas, obtidos de sementes de nabo forrageiro e de alface semeadas em vasos com e sem a presença de plântulas de girassol. ....	104
Tabela 32. Comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa seca de raiz, massa seca de hipocótilo e porcentagem de plântulas emergidas, obtidos de sementes de corda de viola e picão preto, semeadas em vasos com e sem a presença de plântulas de girassol.....	105
Tabela 33. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de nabo semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.....	107
Tabela 34. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de alface semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.....	109
Tabela 35. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de corda de viola semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol. ....	111
Tabela 36. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de picão preto semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura- DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol. ....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dados diários de temperatura máxima e mínima e de precipitação pluvial, no período de Novembro/2009 a Março/ 2010. Seropédica-RJ. ....	15
Figura 2 Número de folhas, altura, diâmetro do caule e índice de área foliar de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).....	17
Figura 3 Massa seca de caule, folhas, receptáculo, sementes e total de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).....	22
Figura 4 Taxas de crescimento relativo -TCR; taxas de crescimento da cultura- TCC; taxas de assimilação líquida - TAL e razão de área foliar - RAF, obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de semente de girassol com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura. Seropédica, 2009/2010.....	26
Figura 5 Acúmulo de nitrogênio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.....	28
Figura 6 Acúmulo de fósforo no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. ....	29
Figura 7 Acúmulo de potássio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. ....	31
Figura 8 Acúmulo de cálcio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. ....	32
Figura 9 Acúmulo de magnésio no caule,folhas, receptáculo e smentes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. ....	33
Figura 10 Dados climáticos, Seropédica-RJ. (CF= corte da fitomassa do girassol – 26/02/2010; S=semeadura do nabo forrageiro –31/3/10; C1=coleta aos 20 DAS – 19/4/10; C2=coleta aos 40 DAS –9/5/10; C3=coleta aos 60 DAS –29/5/10; C4=coleta aos 80 DAS – 18/6/2010; C5=coleta as 100 DAS –8/7/10 e C6=coleta aos 120 DAS–28/7/10).....	55
Figura 11 Massa seca de resíduo de girassol (...) e de espécies espontâneas (___) sobre o solo (A) e de nutriente, N (..___..___), P (___ ___), K (___ - ___), Ca (.....) e Mg (___) remanescente na cobertura de girassol (B), em função dos dias após o corte da fitomassa. ....	56
Figura 13 Massa seca de plantas de nabo forrageiro, provenientes de área com (---CG) ou sem (___SG) resíduos de cultivo de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS). ....	61
Figura 14 Razão de área foliar (RAF); Área foliar específica (AFE); Razão de massa foliar (RMF); Taxa de crescimento da cultura (TCC); Taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área sem (___SG) e com (---CG) resíduos de girassol.....	63

Figura 15 Acúmulo de nutrientes na parte aérea de plantas de nabo forrageiro cultivadas em área sem (\_\_\_SG) e com (- -CG) resíduo de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS). ..... 65

Figura 16 Atividade da Catalase (CAT) nas raízes (A, C, E e G) e nos hypocótilos (B, D, F e H) de nabo, alface, corda de viola e picão preto, respectivamente. Oriundo de sementes sob extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, e sob água destilada (0). \* Medias seguidas da mesma letra maiúscula, para lotes e letra minúscula para substrato, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. .... 99

Figura 17 Padrão eletroforético da atividade da enzima SOD em partes de plântulas de lotes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS..... 102

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	3
3	CAPÍTULO I RESPOSTA DE PLANTAS DE GIRASSOL AO CONDICIONAMENTO OSMÓTICO DE SEMENTES .....	5
3.1	Introdução .....	8
3.2	Material e Métodos .....	9
3.3	Resultado e discussão .....	12
3.3.1	Qualidade fisiológica inicial dos lotes .....	12
3.3.2	Emergência e desenvolvimento .....	13
3.3.3	Análise de crescimento .....	24
3.3.4	Análise de nutrientes .....	26
3.3.5	Componentes de produção .....	33
3.3.6	Qualidade fisiológica das sementes produzidas .....	36
3.4	Conclusão .....	41
3.5	Referências Bibliográficas .....	42
4	CAPÍTULO II DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DO NABO FORRAGEIRO INFLUENCIADO PELOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE GIRASSOL....	46
4.1	Introdução .....	49
4.2	Material e Métodos .....	51
4.3	Resultados e discussão .....	54
4.3.1	Características da área cultivada .....	54
4.3.2	Germinação .....	57
4.3.3	Desenvolvimento das plantas .....	58
4.3.4	Análise de crescimento .....	61
4.3.5	Análise de nutrientes .....	64
4.3.6	Componentes de produção .....	66
4.3.7	Qualidade fisiológica de sementes produzidas .....	67
4.4	Conclusões .....	69
4.5	Referências Bibliográficas .....	70
5	CAPÍTULO III POTENCIAL ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE GIRASSOL .....	74
5.1	Introdução .....	77
5.2	Material e Métodos .....	80
5.2.1	Experimento 1 – Avaliação do efeito fitotóxico pela técnica de extrato aquoso de folhas de girassol aplicado em distintas especies .....	80
5.2.2	Experimento 2 - Avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica de semeadura por substituição .....	83
5.2.3	Experimento 3 - Avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica da cobertura residual de plantas de girassol .....	83
5.3	Resultados e Discussão .....	85
5.3.1	Experimento 1 – Avaliação do efeito fitotóxico pela técnica de extrato aquoso de folhas de girassol aplicado em distintas plantas .....	85
5.3.2	Experimento 2 - avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica de semeadura por substituição .....	102

5.3.3	Experimento 3 - Avaliação pela técnica da cobertura residual de plantas de girassol.....	105
5.4	Conclusões.....	114
5.5	Referências Bibliográficas.....	115
6	CONCLUSÕES GERAIS .....	120
7	ANEXOS.....	121

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O girassol (*Helianthus annuus* L.), dicotiledônea anual da família Asteracea, apresenta valor alimentar na forma de óleo, farelo ou silagem, valor estético como planta ornamental e, valor energético como fonte renovável de combustível (CASTRO; FARIAS, 2005).

Esta cultura apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônômico, tais como, ciclo curto, elevada qualidade produtiva e rendimento em óleo superior a 37%, tornando-se uma opção aos produtores brasileiros (SILVA et al., 2007).

A produção do girassol no Brasil está concentrada na região centro oeste, com destaque para Mato Grosso e Goiás, totalizando 66,0 mil ha<sup>-1</sup>, seguido da Sudeste com 4,3 mil ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013). No entanto, no Sudeste, o cultivo do girassol em sucessão tem-se mostrado alternativa para o agricultor, permitindo o aproveitamento de áreas na entressafra ou mesmo em áreas tradicionais (GOMES et al., 2005). Esta característica se dá pelo fato de permitir a obtenção de matéria prima para produção de óleo na entressafra, diminuindo a capacidade ociosa das indústrias e otimizando a utilização de terra, de máquinas e de mão-de-obra. Com o incentivo do governo Federal, as espécies oleaginosas vem sendo utilizadas como fonte de biodiesel na matriz energética nacional, através de sua adição ao óleo diesel comercializado (SILVA et al., 2007).

O ponto crítico na produção de oleaginosas, inclusive na de girassol, está na falta de sistema de produção adequado para cada cultura. Assim, para a produção de girassol é necessária uniformidade na população inicial da cultura (CASTRO; FARIAS, 2005), pois o número de capítulos por unidade de superfície resulta no número de plantas capazes de desenvolver órgãos reprodutivos. E, para a obtenção desta população inicial, é necessário que ocorra rápida e uniforme emergência de plântulas. Com isso uma das técnicas a ser aplicada é o condicionamento fisiológico, um tratamento realizado na pré semeadura (KHAN et al., 2003). Os efeitos do condicionamento fisiológico em favorecer a rápida emergência, têm sido atribuídos ao estímulo e a reparação enzimática das membranas celulares; eliminação ou superação de dormência das sementes, bem como adaptação das plantas às condições adversas de ambiente (SANCHEZ et al., 2001).

Outro ponto bastante interessante na cultura do girassol é a sua atividade alelopática que interfere negativamente no estabelecimento e no crescimento de plantas espontâneas e indesejáveis a cultura a qual esta sendo implantada, mas que também pode causar problemas quando afeta plantas utilizadas em cultivos comerciais subsequentes (TEIXEIRA; ARAUJO; CARVALHO, 2004). As substâncias alelopáticas estão implicadas numa grande diversidade de efeitos nas plantas, podendo ser de forma indireta, a qual inclui alterações nas condições nutricionais do solo e das alterações de populações e, ou, atividade dos microorganismos, ou ainda de forma de ação direta, ocorrendo quando o aleloquímico liga-se às membranas das células da planta receptora ou penetra nas células, interferindo diretamente no seu metabolismo (FERREIRA; AQUILA, 2000). As substâncias são encontradas em concentrações variadas nas diferentes partes e estádios de planta, podendo causar efeito alelopático tanto na germinação quanto no crescimento e ,ou, desenvolvimento, podendo ter efeito inibitório ou estimulante, dependendo da concentração e do mesmo no meio ambiente (REZENDE et al., 2003). Desta forma, é necessário avaliar a interferência que o cultivo de girassol pode acarretar na germinação de sementes de diversas espécies de culturas subsequentes.

Dentro deste contexto, considerando que o girassol é reconhecido como importante matéria prima para a produção de biodiesel, verifica-se a necessidade de maiores informações

da cultura, assim como sua influência sobre outras culturas que também possam ser utilizadas como alternativas a produção de biodiesel.

### **HIPOTÉSES CIENTÍFICAS**

O condicionamento fisiológico de sementes de girassol favorece a emergência e o desempenho das plantas desta espécie.

Os resíduos culturais das plantas de girassol possuem efeito alelopático sob o estabelecimento e a produção de nabo forrageiro.

Os extratos aquosos de girassol interferem no processo germinativo de sementes de distintas espécies.

## 2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

CONAB. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/13 – Quarto Levantamento – Janeiro/2013 Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2013. Acessado: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_01\\_09\\_17\\_44\\_20\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_44_20_boletim_graos_janeiro_2013.pdf) acesso em 26 janeiro 2013.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A.. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v.12, n.1, p.175-204, 2000.

GOMES, E. M. **Parâmetros básicos para a irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 2005, Universidade Estadual de Campinas, 117f (Tese de doutorado) Doutorado em Engenharia Civil, na área de Concentração Recursos Hídricos, 2005.

KHAN, G. M., KESHAVULU, K., REDDY, B. M., RADHIKA, K. Effects of pre-sowing seed treatments on the establishment of sunflower. **Seed Research**, New Delhi, v. 31, n.1, p. 94-97, 2003.

MACIAS, F.A; TORRES, A.; GALINDO, J.L.G; VARELA, R.M, ALVAREZ, J.A.; MOLINILLO, J.M.G. Bioactive terpenoids from sunflower leaves cv. Peredovick. **Phytochemistry**, New York, v.61, n.3, p.687–692, 2002.

MAITI, R.K.; VIDYSAGAR, P.; SHAHAPUR, S.C.; GHOSH, S.K.; SEILER, G.J. Development and standardization of a simple technique for breaking seed dormency in sunflower (*Helianthus annuus* L.), **Helia**, Novi Sad, v. 29, n.45, p. 117-126, 2006.

REZENDE, C.P., J.C. PINTO, A.R. EVANGELISTA, I.P.A. SANTOS. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, MG, v.54, p.1-55, 2003.

SANCHEZ, J.A.; ORTA, R.; MUNOZ, B.C. Tratamientos pregerminativos de hidratacion-deshidratacion de las semillas y sus efectos en plantas de interes agricola. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v. 25, n.1, p.67-92, 2001.

SILVA, M. de L. O.; FARIA, M. A. de; REIS, R. P.; SANTANA, M. J. de; MATTIOLI, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de lavras, MG. **Ciência Agrotecnologia**., Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.

SOUZA FILHO, A.P.S. Proposta metodológica para análise da ocorrência de sinergismo e efeitos potencializadores entre aleloquímicos. **Planta Daninha**, Visoça, v. 24, n.3, p.607-610, 2006.

TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p. 691-695, 2004.

VIEIRA, O. V. **Ponto de maturação ideal para colheita do girassol visando alta qualidade da semente.**, 2005, 93f. Tese (Doutor em Ciências), UFPR, Paraná, 2005.

**3   CAPITULO I**  
**RESPOSTA DE PLANTAS DE GIRASSOL AO CONDICIONAMENTO**  
**OSMÓTICO DE SEMENTES**

## RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico na emergência de plântulas e no crescimento de plantas de girassol. Três lotes de sementes de girassol da cultivar Catissol foram submetidas ou não ao condicionamento osmótico com solução de Polietilenoglicol a -2,0 MPa. Em condições de laboratório, estas sementes foram avaliadas pelos testes de germinação e de vigor. Posteriormente, em condições de campo, foram realizadas as avaliações de emergência de plântulas, de desenvolvimento das plantas, bem como de produtividade e qualidade das sementes produzidas. Os resultados mostram que o condicionamento osmótico favoreceu a sobrevivência das plântulas, a produção de sementes por planta e a massa seca de folhas e parte aérea de plantas provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior. O condicionamento osmótico favorece a sobrevivência das plântulas, a produção de sementes por planta e a massa seca de folhas e parte aérea de plantas, provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior. Plantas provenientes de sementes condicionadas do lote de qualidade fisiológica inferior apresentam maior taxa de crescimento relativo aos 15 dias após a semeadura e taxa de crescimento da cultura aos 60 dias após a semeadura. Aos 60 dias após a semeadura, entre o florescimento e o enchimento das sementes, ocorre maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, e potássio nas folhas de plantas provenientes de sementes condicionadas do lote de qualidade fisiológica inferior.

**Palavra chaves:** *Helianthus annuus* L., crescimento, produtividade, qualidade.

## ABSTRACT

The aim of this work was evaluate the effect of osmotic conditioning on seedling emergence and the growing of sunflower plants. Three batches of sunflower seeds cultivar Catissol were treated, or not, with the solution of polyethylene glycol to -2.0 MPa. In laboratory conditions, these seeds were evaluated by germination and vigor tests. Thereafter, under field conditions, were evaluated the seedlings emergence, development, seeds productivity and quality. The results showed that the priming (osmotic conditioning) favored seedling survival, seed production per plant and dry weight of leaves and shoots of plants from seed physiological quality lower. Plants from seeds primed lot of lower quality showed greater physiological relative growth rate at 15 days after sowing and crop growth rate at 60 days after sowing. At 60 days after sowing, between flowering and seed filling, a greater accumulation of nitrogen, phosphorus, and potassium in the leaves of plants from seeds primed batch of inferior quality physiological.

**Key Words:** *Helianthus annuus* L., priming, growth, productivity, quality

### 3.1 INTRODUÇÃO

O girassol vem ganhando destaque entre as culturas por se adaptar a diferentes áreas de cultivo e apresentar 45% de óleo em suas sementes (ZOBIOLE et al., 2010). Para a adequada produção desta espécie, tem-se como obstáculo a falta de sincronismo da germinação, que proporciona desuniformidade no estabelecimento das plantas em campo (MWALE; HAMUSIMBI; MWANSA, 2003). Nesta tentativa de diminuir o período entre a semeadura e a emergência de plântulas, existem diferentes tratamentos pré semeadura que vem sendo estudados para várias espécies, entre eles, o condicionamento osmótico. Este consiste na hidratação das sementes em soluções de baixo potencial osmótico por determinado período, visando desencadear os eventos metabólicos iniciais da germinação sem a ocorrência da emissão da raiz primária (HEYDECKER; HIGGINS; TURNER, 1975).

Para Marcos Filho (2005), este controle da embebição possibilita que as sementes menos vigorosas tenham tempo suficiente para reparação e, ou, reorganização das membranas, visando alcançar o estágio de atividade metabólica semelhante às mais vigorosas. Além disso, esta técnica tem-se mostrado eficiente principalmente sob condições de estresse, tais como, alta temperatura do ar e restrição hídrica do substrato durante a germinação (SANCHES; ORTA; MUNOZ, 2001). Estes resultados favoráveis podem estar relacionados ao estímulo e a síntese de enzimas antioxidantes (KINBINZA et al., 2011), assim como a ativação de componentes energéticos para a síntese de novos RNA e proteínas, disponibilizando as sementes substâncias precursoras para produção das macromoléculas (WAHID et al., 2008).

Em girassol, o condicionamento com solução de polietilenoglicol (PEG) 6000 a -2MPa e de  $\text{KNO}_3$  a -0,3MPa proporcionou valores elevados de germinação e vigor das sementes, quando este foi avaliado pelo teste de envelhecimento acelerado (BARROS; ROSSETTO, 2009). E em condições de campo, Mwale, Hamusimbi e Mwansa (2003) verificaram que o condicionamento com PEG 8000 a -0,6MPa, promoveu maior sincronismo de germinação e emergência de plântulas desta espécie.

Em outras oleaginosas, também foi constatado o favorecimento do crescimento das culturas pelo emprego do condicionamento osmótico. Plantas de canola, provenientes de sementes submetidas ao condicionamento com PEG 10000 por 8 horas, apresentaram maior índice de área foliar e maior acúmulo de matéria seca (BASRA et al., 2003). Quanto ao efeito desta técnica na produção, Basra et al. (2003) constataram aumento da produção de sementes de canola ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), quando as sementes utilizadas tinham sido condicionadas. Além disso, em plantas de soja provenientes de sementes condicionadas com PEG 8000 sob -1,1 MPa por 6 horas, Arif et al. (2008) verificaram elevada produtividade de sementes.

O objetivo foi avaliar o efeito do condicionamento osmótico na emergência de plântulas e no desempenho das plantas de girassol provenientes de sementes condicionadas antes da semeadura.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos anos de 2009 e 2010, com três lotes de sementes com pericarpo (aquênios) de girassol (*Helianthus annuus* L.) da cultivar Catissol 01, provenientes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Após o recebimento das sementes, estas ficaram armazenadas em câmara a 19 °C e 46% umidade relativa (UR) do ar por três meses até a avaliação inicial da qualidade fisiológica.

Em condição de laboratório, o delineamento adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo (3 lotes x 2 tratamentos de condicionamento), com quatro repetições. Para isto, as sementes de cada lote foram ou não submetidas ao condicionamento osmótico com solução de Polietilenoglicol (PEG 6000) a -2,0 MPa em sistema aerado, sob 15 °C por 8 horas (BARROS; ROSSETTO, 2009). Posteriormente, estas sementes foram submetidas aos testes de germinação e de vigor (primeira contagem e envelhecimento acelerado e condutividade elétrica). O teste de germinação foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes (BRASIL, 2009). Em conjunto ao teste de germinação foi avaliado o teste de primeira contagem (NAKAGAWA, 1999). O teste de envelhecimento acelerado foi realizado com 250 sementes, pelo método da solução saturada de NaCl (BRAZ et al., 2008). O teste de condutividade elétrica foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes (sem o pericarpo) em 75mL por 24 horas (BRAZ et al., 2008).

Em condições de campo, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subsubdivididas, com quatro repetições, onde a parcela foi representada pelos três lotes de sementes; a subparcela, pelos tratamentos (sementes submetidas ou não ao condicionamento osmótico) e, a subsubparcela por sete épocas de avaliação (15, 30, 45, 60, 75, 90 e 97 dias após a semeadura –DAS). Cada subparcela foi formada por 3 linhas de 2m espaçadas entre si a 0,7m. Assim, as sementes de cada lote e tratamento foram semeadas em solo classificado como Argissolo (RAMOS; CASTRO; CAMARGO, 1973), cujo resultado da análise química apresentava: pH(água) 6,0; Ca 3,25 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg 1,35 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; P 3,38(ppm) mg.L<sup>-1</sup>; K 2,38(ppm) mg L<sup>-1</sup>; H+Al 1,74 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e de V% 73. Foi empregada a densidade de 45.000 sementes ha<sup>-1</sup>, com base em Braz e Rossetto (2009), ou seja, foram distribuídas 4 sementes por metro linear, após considerar o teste de germinação. A adubação na semeadura, foi realizada com base no resultado da análise de solo e em Raij et al. (1997), sendo aplicados 10 kg.ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio, 70 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de super simples fosfato e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio. Já, na adubação de cobertura, aos 30 DAS, foram aplicados 40 kg.ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio (RAIJ et al., 1997), e 0,23 kg.ha<sup>-1</sup> de boro na forma de bórax (LONGHI et al., 2007). Durante a condução do experimento, os dados médios diários de temperatura e precipitação pluvial foram adquiridos junto à estação experimental da PESAGRO (INMET/PESAGRO-RIO). As capinas manuais foram realizadas até 60 DAS.

Em cada época de avaliação, as plantas contínuas em um metro linear foram cortadas manualmente ao nível do solo e analisadas quanto à altura, diâmetro do caule e número de folhas (BRUGINSKI; PISSAIA, 2002), sendo os dados expressos por planta. Em seguida, as folhas foram separadas e submetidas à determinação da área foliar através do integrador, modelo LI 3100c Área Meter, que fornece leitura direta em cm<sup>2</sup>, sendo os dados transformados em m<sup>2</sup>. Também foi realizada a determinação da massa seca do caule, folhas, receptáculo, sementes e parte área total das plantas, após secagem em estufa de circulação de ar a 65 °C até atingir massa constante (CARVALHO, 2004). Os dados foram expressos em g.m<sup>2</sup>. A avaliação da população inicial e final foi realizada aos 20 e 97 DAS, através da contagem do número de plantas em um metro linear.

Também aos 97 DAS, foi realizada a avaliação dos componentes de produção. Para isto, as plantas contínuas em um metro linear foram cortadas manualmente ao nível do solo.

As sementes foram contadas e pesadas para a avaliação do número de sementes bem formadas (com cor, tamanho e forma característica da espécie) por capítulo, da produção de sementes por planta e do peso de 1000 sementes. Além disso, foi realizada a avaliação da produtividade de sementes por área, considerando 3 linhas de um metro, espaçadas entre si a 0,7 m (2,1 m<sup>2</sup>). Os dados foram expressos em kg.ha<sup>-1</sup>. As sementes apresentavam no momento da colheita em torno de 7% de água, que de acordo com Silva et al. (2009), este valor está entre o recomendado para a colheita do girassol (de 14% a 7,36%).

Após o beneficiamento manual, as sementes foram acondicionadas em embalagem de sacos de papel e mantidas a 20,5 °C e 51% de UR do ar por três meses. Nesta fase, o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo (3 lotes x 2 tratamentos), com quatro repetições. Para isto, as sementes dos três lotes provenientes de plantas oriundas de sementes que foram ou não condicionadas por ocasião da semeadura, foram submetidas ao teste de retenção em peneira de crivo circular com 5,56 mm de diâmetro e ao teste de grau de umidade pelo método da estufa a 105°C ± 3°C por 24 horas (BRASIL, 2009). A avaliação da qualidade fisiológica foi realizada pelo teste de germinação e vigor, seguindo a mesma metodologia utilizada por ocasião da avaliação inicial. Também foram realizados outros testes de vigor, tais como, os testes de emergência de plântulas em areia e em campo, utilizando quatro subamostras de 50 sementes e foi realizada avaliação durante 21 DAS (NAKAGAWA, 1994), cujos resultados foram expressos em porcentagem e velocidade de emergência das plântulas, em areia e em campo.

Também foram realizadas as análises de crescimento e de acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio na parte aérea das plantas girassol proveniente de três lotes de sementes por tratamento.

Para a análise de crescimento foi utilizado o método funcional (KVET et al., 1971). Os dados de área foliar e massa seca da parte aérea total foram utilizados para os cálculos das taxas, obtendo por derivação valores instantâneos das seguintes taxas:

$$\text{Taxa de crescimento da cultura (TCC)} = \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)};$$

$$\text{Taxa de crescimento da cultura (TCR)} = \frac{1}{\text{MST}} \cdot \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Taxa assimilatória líquida (TAL)} = \frac{1}{A} \cdot \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Razão de área foliar (RAF)} = \frac{\text{TCR}}{\text{TAL}} \text{ (m}^{-2} \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

Onde, MST é massa seca da parte aérea total (em g m<sup>-2</sup>), A é área foliar (em m<sup>-2</sup>) e T é tempo (em dias).

Para a análise de acúmulo de nutrientes, as partes aéreas das plantas após a secagem foram moídas em moinho do tipo Willey. Posteriormente foi retirada uma subamostra de 0,2 g, de cada lote e por tratamento, a qual foi submetida à digestão sulfúrica à 350 °C, utilizando 2 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 1 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e 0,7 g de uma mistura de digestão (100 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 100 g CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O + 1 g de selênio metálico), as subamostras digeridas tiveram seus volumes completado com água destilada até 50 mL. Para a determinação de nitrogênio, uma alíquota da subamostra digerida foi submetida à destilação por arraste de vapor semi-micro Kjeldhal. Para as determinações de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, foram utilizadas

alíquotas das subamostras digeridas e determinadas por fotocolorimetria, fotômetro de chama e absorção atômica, respectivamente (TEDESCO et al., 1995).

Também foi realizado o cálculo do índice de colheita da cultura, através da razão entre massa seca das sementes e a massa seca da parte aérea total (KVET et al., 1971). Além disto, as sementes foram submetidas à determinação do teor óleo pelo método de Soxhlet (UNGARO et al., 1992), e avaliado o rendimento de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), o qual foi obtido por cálculo, considerando o teor de óleo nas sementes e o rendimento das sementes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Assim como o cálculo de proteína bruta nas sementes de girassol, a qual foi obtida multiplicando-se o teor de nitrogênio presente nas sementes pelo fator de correção de 5,30.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros com os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley, respectivamente (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Os dados de desenvolvimento e acúmulo de nutrientes foram transformados em logarítmo neperiano sendo apresentados os dados originais (ARAUJO, 2003). Com os pressupostos atendidos, posteriormente, foram realizadas as análises de variância. Quando o teste F foi significativo para as fontes de variação qualitativa, foram comparadas as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Para a fonte de variação quantitativa, foi efetuada a análise de regressão, considerando a significância, o maior coeficiente de determinação e a expectativa biológica para o melhor ajuste da equação.

### 3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Qualidade fisiológica inicial dos lotes

Em condições de laboratório, houve efeito significativo da interação entre lotes e tratamentos somente para vigor das sementes (Anexo 1). Assim, a germinação das sementes de girassol dos lotes 1 e 3 foi superior a das do lote 2, independente das sementes terem ou não sido submetidas ao condicionamento osmótico (Tabela 1). Já, o vigor das sementes, principalmente do lote 3, quando este foi avaliado pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica foi favorecido pela técnica do condicionamento osmótico. Resultados semelhantes foram observados por Barros e Rossetto (2009) quando avaliaram a germinação e o vigor de sementes de girassol pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica.

Tabela 1. Germinação, plântulas normais na primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado com solução saturada e condutividade elétrica, obtidos de três lotes de sementes de girassol com e sem condicionamento osmótico. Seropédica – RJ. 2009.

Lotes	Sem condicionamento	Com condicionamento	Médias
Germinação (%)			
1	83	88	86 a
2	79	83	81 b
3	85	92	86 a
Médias	82 A*	88 A	
C.V.(%)	2,82		
Primeira Contagem (%)			
1	61Ba	70Aa	66
2	46Ab	48Ab	47
3	59Ba	75Aa	67
Médias	55	64	60
C.V.(%)	7,25		
Envelhecimento Acelerado (%)			
1	56 Aa	60 Ab	58
2	36 Ac	39 Ac	38
3	49 Bb	74 Aa	62
Médias	47	58	52
C.V.(%)	6,36		
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ )			
1	20,55 Ab	19,51 Ab	20,03
2	39,90 Aa	36,50 Ba	38,20
3	23,31 Ab	18,70 Bb	21,00
Médias	27,92	24,90	
C.V.(%)	5,82		

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

### 3.3.2 Emergência e desenvolvimento

Em condições de campo, houve efeito significativo da interação entre lotes e tratamentos para sobrevivência de plantas e efeito significativo da interação tripla entre lotes, tratamentos e épocas de avaliação para massa seca de receptáculo e, efeito significativo de épocas de avaliação e lotes para massa seca de sementes. Além disso, foi observado efeito individual de tratamentos para diâmetro do caule e, de época de avaliação, para número de folhas, bem como altura de planta, diâmetro do caule (Anexos 2, 3 e 4). Assim, foi constatada maior população inicial e final das plantas provenientes das sementes, dos lotes 1 e 3, independente de terem ou não sido condicionadas (Tabela 2), sendo este resultado semelhante ao obtido em laboratório (Tabela 1). Neste período, foram observados 5,48mm de precipitação pluvial e 28° C de temperatura média do ar (Figura 1), que de acordo com Castro e Farias (2005), são condições favoráveis para o estabelecimento das plântulas desta espécie. Para Costa e Vilella (2006), o efeito favorável do condicionamento na emergência das plântulas é mais notado em condições desfavoráveis de ambiente.

Já, quando foi observada a sobrevivência das plantas, foi verificado que o condicionamento osmótico favoreceu o estabelecimento das plantas dos lotes 1 e 2 (Tabela 2), que apresentavam qualidade fisiológica inferior as do lote 3, quando avaliado em laboratório (Tabela1). Para Wahid et al. (2008), o condicionamento osmótico proporciona benefícios ao desenvolvimento das plantas de girassol, por promover maior desvio das reservas cotiledonares para a fase de crescimento das plântulas, crucial ao rápido estabelecimento da planta à campo, para que possa iniciar a atividade fotossintética, favorecendo ao crescimento mais vigoroso.

Tabela 2. Número de plantas por metro linear (população inicial e final) e porcentagem de sobrevivência de plantas, obtidos a partir de três lotes sementes de girassol, submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica, 2009/2010.

Lotes	Sem Condicionamento	Com Condicionamento	Médias
População inicial			
1	3,75	3,75	3,75 a
2	3,00	3,00	3,00 b
3	3,75	3,75	3,75 a
Médias	3,50 A*	3,50 A	
C.V.(%) parcela	6,73		
C.V.(%) subparcela	9,52		
População final			
1	2,75	3,25	3,09 a
2	2,25	3,00	2,63 b
3	2,75	3,00	2,88 a
Médias	2,67 A	3,00 A	
C.V.(%) parcela	5,00		
C.V.(%) subparcela	7,65		
Sobrevivência (%)			
1	71 Ba	90 Aa	81
2	83 Ba	100 Aa	92
3	80 Aa	72 Ab	76
Médias	78	87	
C.V.(%) parcela	2,59		
C.V.(%) subparcela	8,46		

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

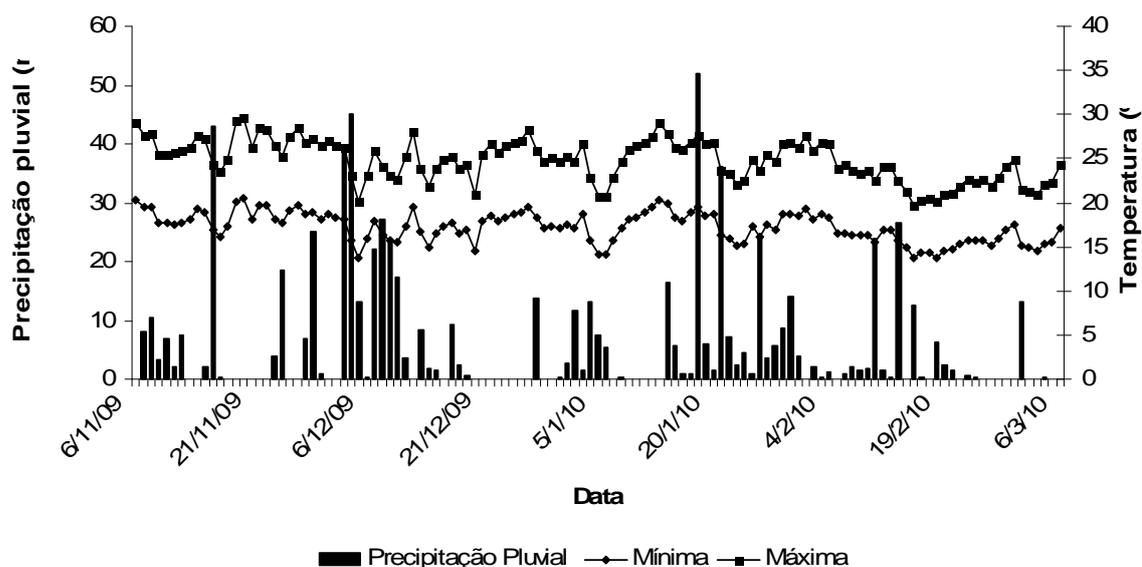


Figura 1 Dados diários de temperatura máxima e mínima e de precipitação pluvial, no período de Novembro/2009 a Março/ 2010. Seropédica-RJ.

Na avaliação da significância das variáveis, houve efeito significativo da interação tripla entre lotes, tratamentos e épocas de avaliação para índice de área foliar, para massa de matéria seca de caule, folhas e parte aérea total (Anexo5).

Durante o ciclo da cultura, o condicionamento osmótico somente favoreceu o diâmetro do caule das plantas, independentemente do lote de sementes utilizado na semeadura (Tabela 3). Para o número de folhas foi observado ajuste quadrático, sendo verificado os maiores valores aos 60 DAS pelas plantas do lote 2 provenientes de sementes com condicionamento osmótico, a partir deste período foi observado decréscimo no número de folhas (Figura 2A). E para a altura da planta foi observado o maior valor aos 90 DAS pelas plantas do lote 2 provenientes de sementes com condicionamento osmótico (Figura 2B). Para o diâmetro do caule houve ajuste linear para todos os tratamentos, sendo observado o maior valor aos 90 DAS pelas plantas do lote 2 provenientes de sementes com condicionamento osmótico (Figura 2C).

Tabela 3. Altura de planta, número folhas e diâmetro do caule, de plantas provenientes de três lotes de semente de girassol com e sem condicionamento osmótico. Seropédica-RJ, 2009/2010.

Lotes	Sem Condicionamento	Com Condicionamento	Médias
Altura de planta (cm)			
1	77,05	78,35	77,70 a
2	84,25	87,47	85,86 a
3	75,43	85,06	80,24 a
Médias	78,91 A*	83,63 A	
C.V.(%) parcela	21,15		
C.V.(%) subparcela	16,43		
Número de folhas/planta			
1	12	13	12 a
2	14	14	14 a
3	12	13	13 a
Médias	13 A	13 A	
C.V.(%) parcela	25,73		
C.V.(%) subparcela	13,90		
Diâmetro de caule/planta (mm)			
1	10,21	11,21	10,72 a
2	12,33	12,94	12,62 a
3	10,36	11,89	11,14 a
Médias	10,96 B	12,04 A	
C.V.(%) parcela	20,42		
C.V.(%) subparcela	11,96		

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

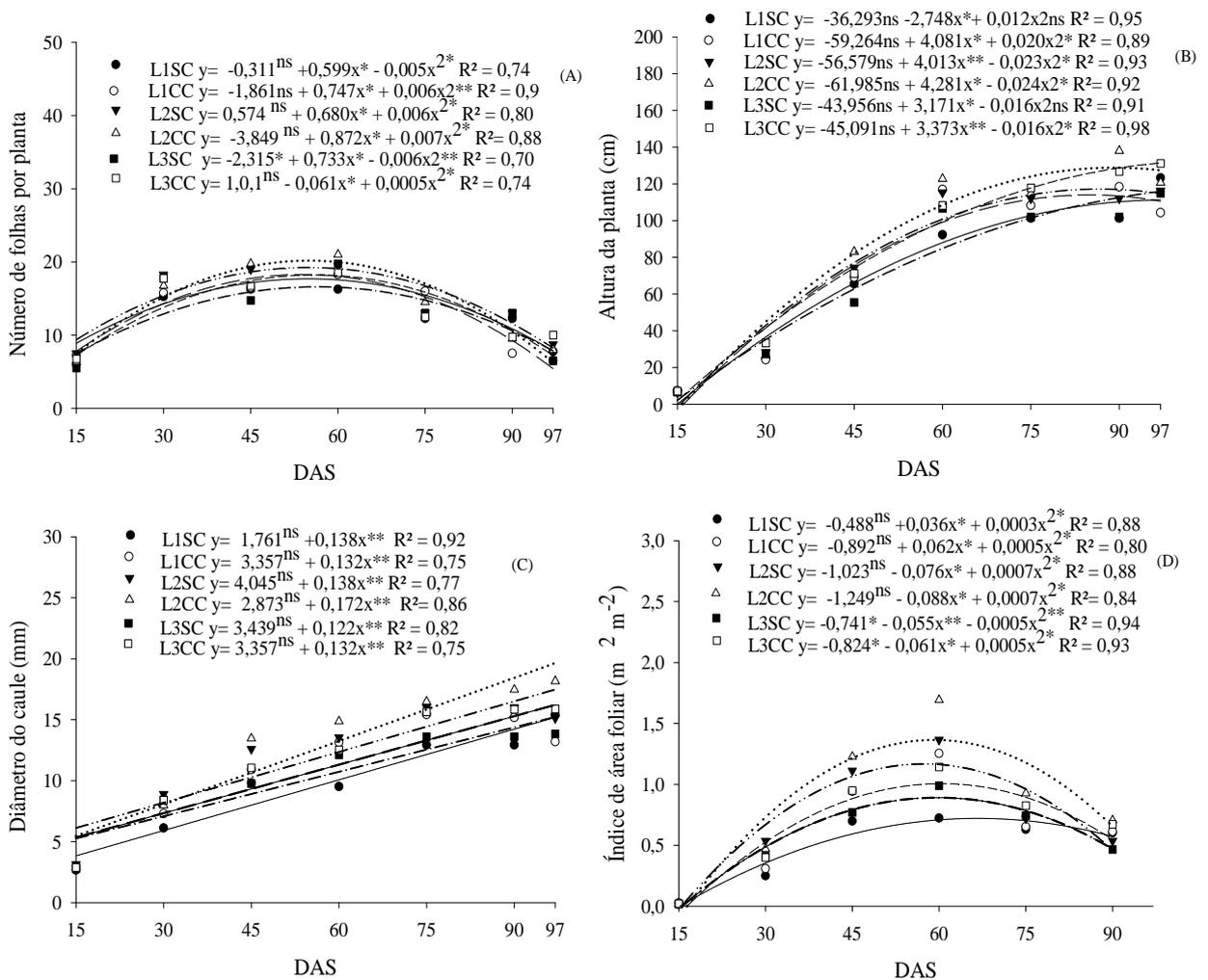


Figura 2 Número de folhas, altura, diâmetro do caule e índice de área foliar de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).

A técnica de condicionamento osmótico promoveu o maior índice de área foliar das plantas provenientes de sementes condicionadas do lote 2 a partir de 45 DAS (Tabela 4). Estes resultados podem estar relacionados com o menor número de plantas provenientes do lote 2 (Tabela 2), pois com isso, provavelmente houve maior espaço entre as plantas, menor competição por água e nutrientes, assim como maior interceptação da radiação luminosa (SANTOS et al., 2003). Estes valores estão de acordo com os dados da literatura. Carvalho (2004) verificou que o híbrido M 734 de girassol cultivado no município de Palmeira (PR) apresentou índice de área foliar de 1,5.

Na figura 2D, foi verificado ajuste quadrático para índice de área foliar, sendo os valores mais elevados aos 60 DAS para as plantas provenientes de sementes do lote 2 que foram condicionadas e, a partir deste período, foi constatado decréscimo nos valores. Estes resultados de redução, provavelmente, estão relacionados às perdas de folhas e à maturação de sementes. Para Schneiter e Miller (1981), a partir deste período (60 DAS) inicia-se a fase de acúmulo de reservas nas sementes de girassol, aonde a planta começa a investir nas partes reprodutivas em detrimento das partes vegetativas. Em canola, Basra et al. (2003) verificaram

que plantas, oriundas de sementes condicionadas com PEG 10000, apresentaram maior índice de área foliar quando comparado com plantas oriundas de sementes que não foram submetidas ao condicionamento.

Tabela 4. Índice de área foliar, de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAS. Seropédica, 2009/2010.

Tratamentos	Lotes	Índice de área foliar (m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> )		Médias
		Sem condicionamento	Com condicionamento	
15 DAS	1	0,025	0,023	0,024 a
	2	0,023	0,027	0,025 a
	3	0,018	0,021	0,020 a
	Médias	0,022 A*	0,024 A	
30 DAS	1	0,249 Ac	0,308 Ab	0,279
	2	0,460 Aa	0,527 Aa	0,503
	3	0,410 Ab	0,400 Ab	0,405
	Médias	0,399	0,393	
45 DAS	1	0,698 Bb	0,942 Ab	0,820
	2	1,112 Ba	1,227 Aa	1,170
	3	0,770 Bb	0,948 Ab	0,859
	Médias	0,860	1,039	
60 DAS	1	0,767 Bb	1,253 Ab	1,010
	2	1,365 Ba	1,692 Aa	1,529
	3	0,990 Ab	1,142 Ac	1,066
	Médias	1,040	1,362	
75 DAS	1	0,640 Ab	0,727 Ac	0,684
	2	0,720 Bab	0,926 Aa	0,823
	3	0,744 Ba	0,825 Ab	0,785
	Médias	0,701	0,826	
90 DAS	1	0,601 Aa	0,612 Ab	0,606
	2	0,537 Bab	0,705 Aa	0,621
	3	0,465 Bb	0,672 Aab	0,568
	Médias	0,534	0,663	
C.V.(%) parcela		12,73		
C.V.(%) subparcela		20,12		
C.V.(%) subsubparcela		12,41		

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

Na Tabela 5, foi constatado que o condicionamento osmótico favoreceu a massa seca do caule dos 60 aos 90 DAS, das plantas provenientes dos lotes 1 e 2, já as plantas provenientes de sementes do lote 3, com condicionamento osmótico apresentaram maior massa seca de caule aos 90 e 97 DAS. O condicionamento osmótico favoreceu a massa seca das folhas das plantas provenientes de sementes do lote 1 e 2 aos 60 e 75 DAS (Tabela 5). Dos 75 aos 97 DAS, esta técnica favoreceu a massa seca das folhas das plantas provenientes de sementes do lote 3 (Tabela 5). Em relação à massa seca de receptáculo, foi verificado favorecimento do condicionamento osmótico nas plantas provenientes das sementes dos três lotes aos 90 e 97 DAS (Tabela 6). Ao avaliar a massa seca das sementes em cada época, foi

verificado que o lote 2 apresentou os maiores valores dos 75 aos 97 DAS, independente do condicionamento osmótico. Já para o condicionamento osmótico em cada época de coleta não foi verificada diferença significativa para massa seca de sementes (Tabela 6). Valores similares para massa seca de receptáculo de girassol foram observados por Braz e Rossetto (2010) para cultivar Embrapa 122, no município de Seropédica (RJ), onde encontraram 704 kg ha<sup>-1</sup>. Já para massa seca de caule, folhas e sementes os valores encontrado por estes autores foram inferiores, sendo de 1220, 208 e 1419 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 5. Massa seca de caule e de folhas de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 DAS. Seropédica, 2009/2010.

	Lotes	Massa seca de caule (g m <sup>-2</sup> )			Massa seca de folhas (g m <sup>-2</sup> )		
		SC	CC	Médias	SC	CC	Médias
15 DAS	1	0,28	0,22	0,25 a	0,62	1,20	0,91 a
	2	0,25	0,21	0,23 a	0,98	0,95	0,96 a
	3	0,23	0,26	0,24 a	0,69	0,82	0,75a
	Médias	0,25A*	0,23A		0,76A	0,99A	
30 DAS	1	2,87	4,13	3,50 a	10,78	12,25	11,52 a
	2	6,57	5,45	6,01 a	20,72	19,63	20,17 a
	3	8,64	7,13	7,89 a	15,14	18,11	16,63 a
	Médias	6,03A	5,57A		15,55A	16,66A	
45 DAS	1	20,48Ab	31,95Aa	26,21	37,29Aab	40,24Aab	38,77
	2	45,11Aa	46,40Aa	45,76	43,18Aa	50,27Aa	46,73
	3	21,58Ab	32,05Aa	26,82	29,93Ab	36,08Ab	33,01
	Médias	29,05	36,80		36,80	42,20	
60 DAS	1	56,45Bc	107,58Ab	82,01	49,42Bb	69,49Ab	59,46
	2	118,37Ba	138,64Aa	128,51	81,78Ba	99,63Aa	90,71
	3	91,54Ab	100,26Ab	95,90	59,63Ab	69,76Ab	64,70
	Médias	88,79	115,49		63,61	79,63	
75 DAS	1	76,25Bc	127,05Aab	101,65	60,90Bab	75,77Ab	68,34
	2	121,77Ba	143,85Aa	132,81	73,34Ba	89,67Aa	81,51
	3	95,84Ab	110,95Ab	103,39	53,34Bb	63,86Ab	58,60
	Médias	97,95	127,28		62,53	76,43	
90 DAS	1	126,16Bb	141,78Ab	133,97	47,95Aab	50,79Ab	49,37
	2	168,40Ba	186,99Aa	177,70	58,27Aa	68,41Aa	63,34
	3	108,20Bb	155,00Ab	131,60	42,30Bb	59,03Aab	50,67
	Médias	134,25	161,26		49,51	59,41	
97DAS	1	137,18Bb	166,51Ab	151,85	39,67Aa	41,87Aa	40,77
	2	182,28Aa	199,64Aa	190,96	42,14Aa	49,05Aa	45,60
	3	121,49Bb	171,17Ab	146,33	36,20Ba	50,17Aa	43,18
	Médias	146,99	179,11		39,34	47,03	
C.V.(%)		9,08			19,07		
Parcela							
C.V.(%)		17,52			27,07		
Subparcela							
C.V.(%)		13,44			17,98		
Subsubparcela							

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

Tabela 6. Massa seca do receptáculo e das sementes, obtidos de plantas provenientes de três lotes de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico. Avaliados aos 60, 75, 90 e 97 DAS.

	Massa seca do receptáculo (g m <sup>2</sup> )				Massa seca das sementes(g m <sup>2</sup> )		
	Lotes	SC	CC	Médias	SC	CC	Médias
60 DAS	1	11,62	14,63	13,12a	37,32	48,96	43,14a
	2	12,32	17,00	14,66a	41,24	56,91	49,07a
	3	9,56	15,33	12,44a	32,01	51,31	41,66a
	Médias	11,17A*	15,65A		36,85A	52,40A	
75 DAS	1	33,46Aa	32,36Ab	32,91	112,02	108,32	110,17b
	2	41,51Aa	46,98Aa	44,25	138,98	157,29	148,13a
	3	30,66Aa	34,87Ab	32,77	102,64	116,74	109,69b
	Médias	35,21	38,07		117,88A	127,45A	
90 DAS	1	48,76Bb	61,73Ab	55,24	176,23	171,92	174,07c
	2	74,80Ba	94,35Aa	84,58	250,43	299,56	274,99a
	3	59,38Bb	74,99Ab	67,19	182,49	256,50	219,49b
	Médias	60,98	77,02		203,05A	242,66A	
97 DAS	1	57,78Bb	67,52Ab	62,65	215,16	189,07	202,12b
	2	88,84Ba	100,12Aa	94,48	276,78	299,02	287,90a
	3	65,88Bb	80,58Ab	73,23	196,93	246,15	221,54b
	Médias	70,83	82,74		229,62A	244,75A	
C.V.(%)		13,11			11,18		
Parcela							
C.V.(%)		14,63			13,43		
Subparcela							
C.V.(%)							
Subsubparcela		17,17			15,69		

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

Verificou-se crescimento linear da massa seca do caule e de receptáculo, com valores máximos aos 97 DAS, para as plantas provenientes de sementes condicionadas do lote 2 (Figuras 3A e 3C). Foi observado ajuste da equação quadrática para massa seca das folhas em função das coletas, sendo os maiores valores encontrados aos 60 DAS para as plantas provenientes das sementes condicionadas do lote 2, após este período foi verificado decréscimo deste valor, com exceção das plantas provenientes de sementes condicionadas do lote 1, as quais o decréscimo do valor de massa seca de folha somente foi ocorrer aos 75 DAS (Figura 3B). A queda nos valores de massa seca foliar após 60 DAS, esta de acordo com Schneider e Miller (1981), pois estes autores indicam que a partir deste período inicia-se o enchimento das sementes, aonde a planta começa a investir nas partes reprodutivas em detrimento as partes vegetativas. Para acúmulo de massa seca nas sementes foi verificado ajuste linear, com o máximo acúmulo as 97 DAS para as plantas do lote 2 (Figura 3D).

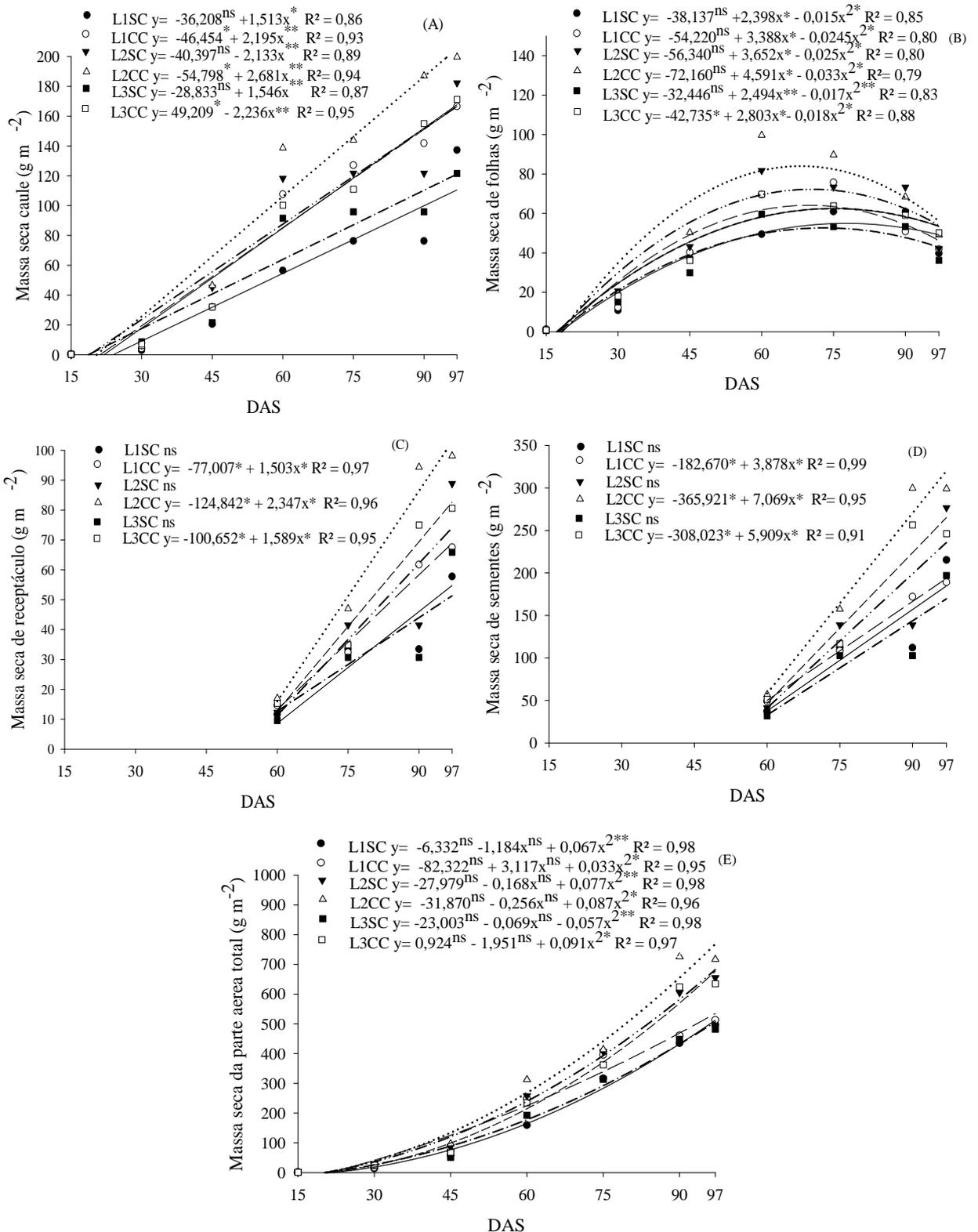


Figura 3 Massa seca de caule, folhas, receptáculo, sementes e total de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).

Aos 60 e 75 DAS, o condicionamento proporcionou maior acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas provenientes das sementes condicionadas dos três lotes. E aos 90 e 97 DAS, das plantas provenientes das sementes condicionadas dos lotes 2 e 3 (Tabela 7). De acordo com Sarmah, Katyal e Verma (1992), plantas de girassol em menor densidade populacional apresentaram aumento de área foliar e de acúmulo massa seca por planta. Em canola, Basra et al. (2003) também verificaram que esta técnica favoreceu o crescimento das plantas quando avaliaram o acúmulo de massa seca. Para o acúmulo de massa seca total, Braz e Rossetto (2009) observaram que plantas de girassol da cultivar Embrapa 122, cultivadas no município de Seropédica (RJ) apresentaram valores em torno de 3551 kg.ha<sup>-1</sup>. Já Spettar e Trecanti (2011) encontraram valores em torno de 6310 kg.ha<sup>-1</sup>, com a cultivar catissol no município de Planaltina (DF).

Além disto, na figura 3E, foi observado ajuste quadrático da massa seca da parte aérea total das plantas, provenientes de sementes condicionadas do lote 2 com valores máximos aos 90 DAS e posterior queda.

Tabela 7. Massa seca da parte aérea total, provenientes de três lotes de sementes de girassol, com e sem condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 97 DAS. Seropédica, 2009/2010.

Tratamentos	Lotes	Massa seca da parte aérea total (g m <sup>-2</sup> )		Médias
		Sem condicionamento	Com condicionamento	
15 DAS	1	0,90	1,41	1,16a
	2	1,23	1,15	1,19a
	3	0,91	1,08	0,99a
	Médias	1,01A*	1,21A	
30 DAS	1	13,65	16,38	15,02a
	2	27,28	25,08	26,18a
	3	23,78	25,24	24,51a
	Médias	21,57A	22,23A	
45 DAS	1	67,55	72,18	69,87a
	2	88,29	96,67	92,48a
	3	51,51	68,13	59,82a
	Médias	65,86A	79,00A	
60 DAS	1	159,38Bb	248,70Ab	204,04
	2	258,16Ba	312,18Aa	285,17
	3	192,74Bb	234,49Ab	213,61
	Médias	203,43	265,12	
75 DAS	1	316,33Bb	395,67Ab	356,00
	2	407,12Ba	483,34Aa	445,23
	3	314,00Bb	362,28Ab	338,14
	Médias	345,82	413,76	
90 DAS	1	434,89Ab	461,08Ac	447,98
	2	605,16Ba	715,40Aa	665,28
	3	448,02Bb	623,78Ab	535,90
	Médias	496,03	603,42	
97 DAS	1	497,58Ab	512,84Ac	505,21
	2	655,26Ba	726,63Aa	685,95
	3	482,46Bb	635,04Ab	558,75
	Médias	545,10	621,50	
C.V.(%) parcela		10,52		
C.V.(%) subparcela		11,88		
C.V.(%) subsubparcela		14,83		

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

### 3.3.3 Análise de crescimento

Ao avaliar os índices de crescimento, foi verificado que as plantas provenientes de sementes condicionadas do lote 2 apresentaram maior taxa de crescimento relativo (TCR) no início do ciclo da cultura do que as plantas provenientes de sementes sem condicionamento (Figura 4A), pois as plantas do lote 2 com condicionamento apresentaram maior índice de área foliar (Figura 2D), contribuindo desta forma para o aumento da área de interceptação da energia luminosa e maior atividade fotossintética, onde a maior TCR indica maior eficiência

na acumulação de fitomassa. A taxa de crescimento relativo esta associada à eficiência na conversão de fitomassa produzida por unidade de fitomassa já existente como comentado por Pereira e Machado (1987). Também foi observada uma queda nos valores da TCR no final do ciclo da cultura do girassol. A queda da taxa de crescimento relativo esta associado à variação na morfogênese das plantas ao longo de seu ciclo, passando a produzir maior quantidade de material estrutural, em detrimento aos tecidos fotossintetizantes (ALVARES et al., 2005), especialmente em cultura que possuem senescência foliar natural, com isso diminui a interceptação da energia luminosa, resultado disto, em menor fotossíntese e conseqüentemente menor acúmulo de fitomassa. Arif et al. (2010) verificaram maior taxa de crescimento relativo da cultura para plantas oriundas de sementes de soja submetidas ao condicionamento osmótico com solução de PEG 8000.

Plantas provenientes de sementes condicionadas dos lotes 2 e 3 apresentaram maior taxa de crescimento da cultura (TCC) quando comparada com plantas provenientes de sementes sem condicionamento (Figura 4B). Sendo verificado que as plantas do lote 2 atingiram valores máximos de TCC antes das plantas do lote 3, posteriormente verifica-se redução da TCC até o final do ciclo da cultura. Os maiores valores de TCC pelas plantas do lote 2 com condicionamento pode estar associada ao maior índice de área foliar alcançada por estas plantas (Figura 2D), pois a maior taxa de crescimento da cultura se dá em função do desenvolvimento de área foliar. Podendo esta maior área foliar estar associada ao maior espaço entre as plantas do lote 2, verificado através da menor população inicial e final (Tabela 2). O declínio na taxa de crescimento da cultura foi verificado após os 60 DAS, de acordo com a escala de Schneiter e Miller (1981) este é considerado período de pleno florescimento na cultura do girassol, onde a partir deste período a planta começa a investir energia na formação das sementes. Desta forma o decréscimo da TCC pode indicar o momento que a planta começa a remobilização dos fotoassimilados para os frutos. Aumento da taxa de crescimento da cultura foi verificado por Arif et al. (2010) ao condicionarem sementes de soja em solução de PEG 8000.

A taxa de assimilação líquida (TAL) no inicio da cultura foi similar para as plantas dos lotes 1 e 3 provenientes de sementes com e sem condicionamento (Figura 4C), sendo verificado aos os menores valores da TAL para as plantas provenientes de sementes condicionadas do lote 2 aos 15 DAS. No período reprodutivo aos 75 DAS o maior valor da TAL foi observada para as plantas provenientes de sementes não condicionadas do lote 3 (Figura 4C).

Na Figura 4D, verifica-se maior razão de área foliar (RAF) no inicio do ciclo para as plantas dos lotes 1 e 2 provenientes de sementes condicionadas, com destaque para as plantas do lote 2. Posteriormente foi verificado decréscimo ao longo do ciclo da cultura. A maior RAF favorece o maior investimento dos fotoassimilados nas folhas com a finalidade de aumentar a captação da radiação solar disponível e suprir a demanda da planta no período de enchimento das sementes.

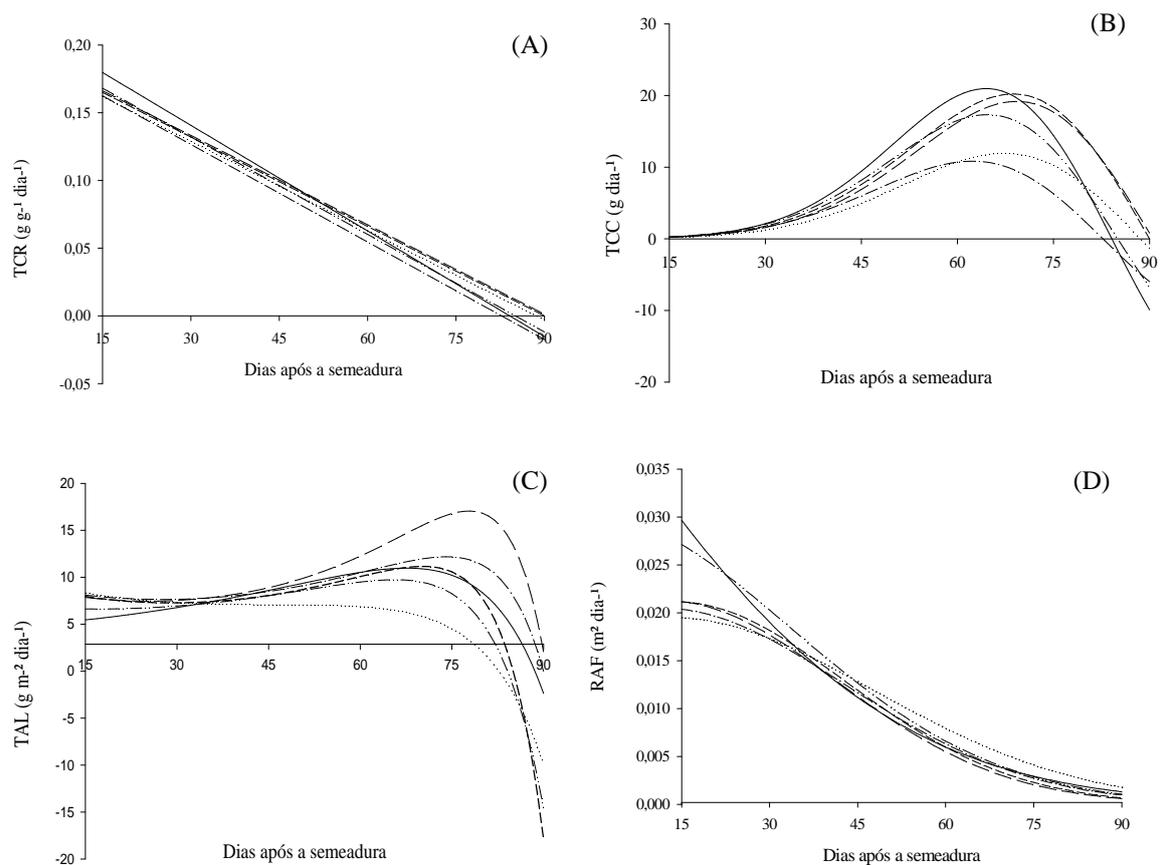


Figura 4 Taxas de crescimento relativo -TCR; taxas de crescimento da cultura- TCC; taxas de assimilação líquida - TAL e razão de área foliar - RAF, obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de semente de girassol com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico. Avaliados aos 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura. Seropédica, 2009/2010.

### 3.3.4 Análise de nutrientes

Pela análise de variância para os dados de cúmulo de nitrogênio houve interação significativa entre lote e condicionamento para sementes; da interação entre época e lote para caule, folhas, receptáculo e sementes; da interação entre época e condicionamento para caule e semente, assim como significância isolada de lote e condicionamento para caule, folhas e receptáculo (Anexo 6).

Ao avaliar a quantidade de nitrogênio nas diferentes partes das plantas de girassol, foi observado que o nitrogênio no caule e nas folhas aumentou até os 60DAS, sendo verificado os maiores valores para o lote 2 com condicionamento, e a partir deste período houve queda nestes valores (Figuras 5A e 5B). No período do florescimento (60DAS), o acúmulo de nitrogênio no caule foi de  $24 \text{ kg ha}^{-1}$  e de nitrogênio nas folhas de  $63 \text{ kg ha}^{-1}$  para as plantas do lote 2 com condicionamento (Figuras 5A e 5B). No mesmo município do Rio de Janeiro, esses resultados foram divergentes ao observado por Braz e Rossetto (2010), os quais verificaram que o acúmulo de nitrogênio no caule e nas folhas de plantas de girassol da cultivar Embrapa 122, foram em torno de  $43$  e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente.

Para nitrogênio no receptáculo foi verificado aumento linear com os maiores valores obtido pelas plantas do lote 2 com condicionamento aos 90 DAS (Figura 5C). O acúmulo de nitrogênio nas sementes apresentou aumento linear, sendo os maiores valores para as plantas

do lote 2 com condicionamento aos 97 DAS (Figura 5D). Os maiores valores de nitrogênio nas plantas do lote 2 com condicionamento podem estar associado ao maior índice de área foliar (Figura 2D) e maior massa seca de folhas (Figura 3B) encontrados nas plantas deste lote. Pois o nitrogênio possui efeito direto sobre a assimilação de carbono, atividade fotossintética e produção de biomassa. Evans (1989) identificou uma relação positiva entre a concentração foliar de nitrogênio e a taxa fotossintética, visto que esse elemento é parte integrante dos principais componentes do sistema fotossintético, tais como, clorofila e carboxilase/oxigenase da ribulose 1,5 bisfosfato (RubisCO).

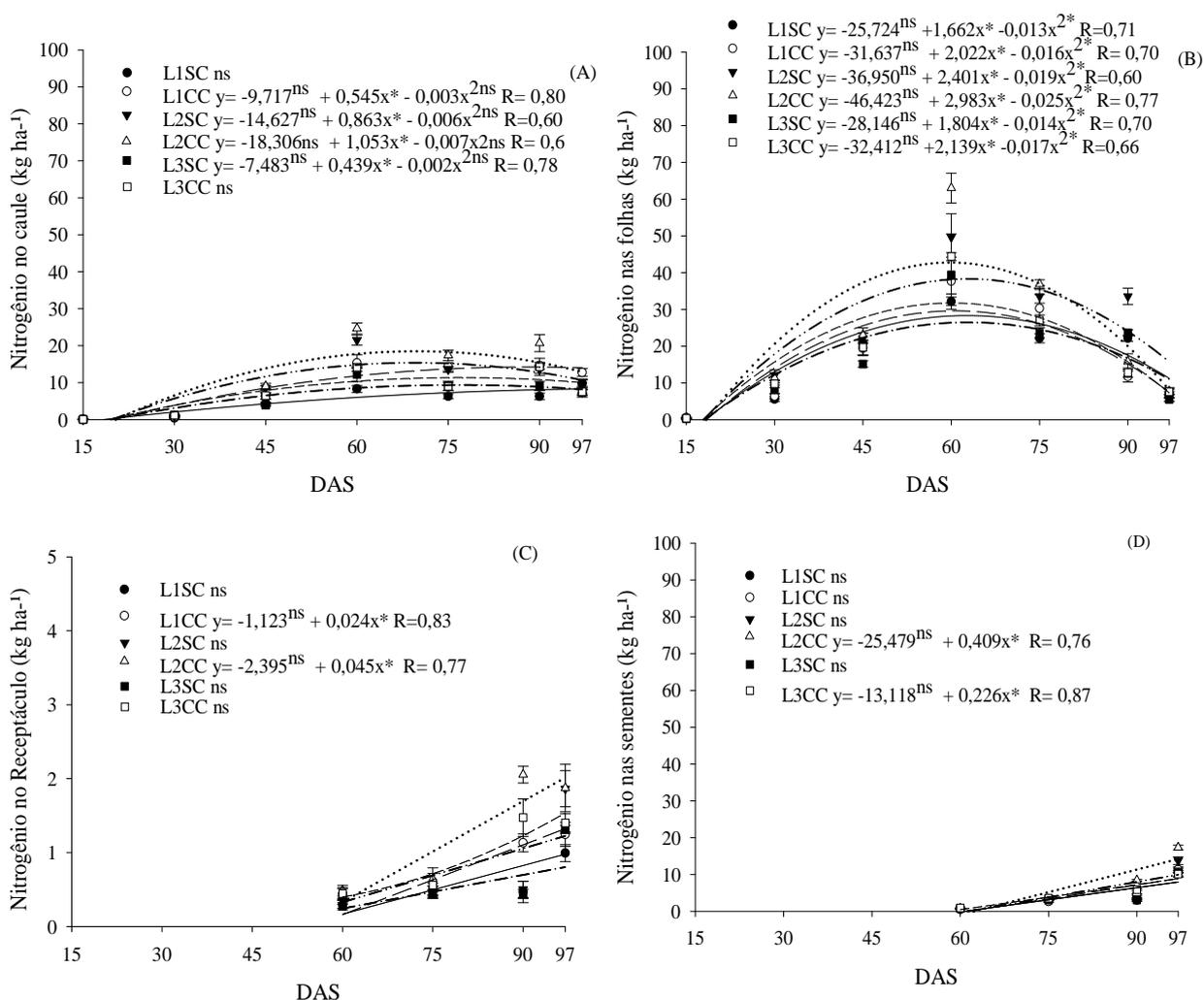


Figura 5 Acúmulo de nitrogênio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.

Na análise de variância para os dados de acúmulo de fósforo foi verificado que houve significância da interação dupla entre lote e condicionamento para receptáculo; da interação entre época e lote para caule, folhas, receptáculo e sementes e da interação entre época e condicionamento para receptáculo e sementes, assim como significância isolada de lote para caule, folhas e sementes; significância isolada de condicionamento para caule e folhas (Anexo 7).

Ao avaliar acúmulo de fósforo no caule das plantas de girassol foi verificado que ocorreu máximo valor aos 60 DAS para as plantas proveniente de sementes do lote 2 com condicionamento (Figura 6A). Para o acúmulo de fósforo nas folhas, as plantas do lote 2 com condicionamento aos 45 e 60 DAS obtiveram maior acúmulo do que os demais tratamentos, assim como as plantas do lote 2 sem condicionamento. No entanto o máximo acúmulo ocorreu aos 60 DAS pelas plantas do lote 2 com condicionamento, e a partir deste período foi observado decréscimo nos valores (Figura 6B). O período de maior absorção de fósforo antes do florescimento esta de acordo com a literatura. Pois Caram et al. (2007) indicam a fase de maior absorção de N e P entorno dos 30 a 35 dias antes do início da floração, (50 DAS de

acordo com a escala de Schneiter e Miller), ou seja, durante a fase de rápido crescimento vegetativo, o qual cessa no pleno florescimento.

No receptáculo o acúmulo de fósforo ocorreu de forma lenta dos 60 aos 75 DAS, a partir deste período foi verificado um pequeno aumento de fósforo no receptáculo, sendo observado tendência de maiores valores para as plantas do lote 3 sem condicionamento aos 97 DAS (Figura 6C). O cúmulo de fósforo na semente ocorreu de forma linear com os maiores valores observados para o lote 2 sem condicionamento aos 97 DAS (Figura 6D).

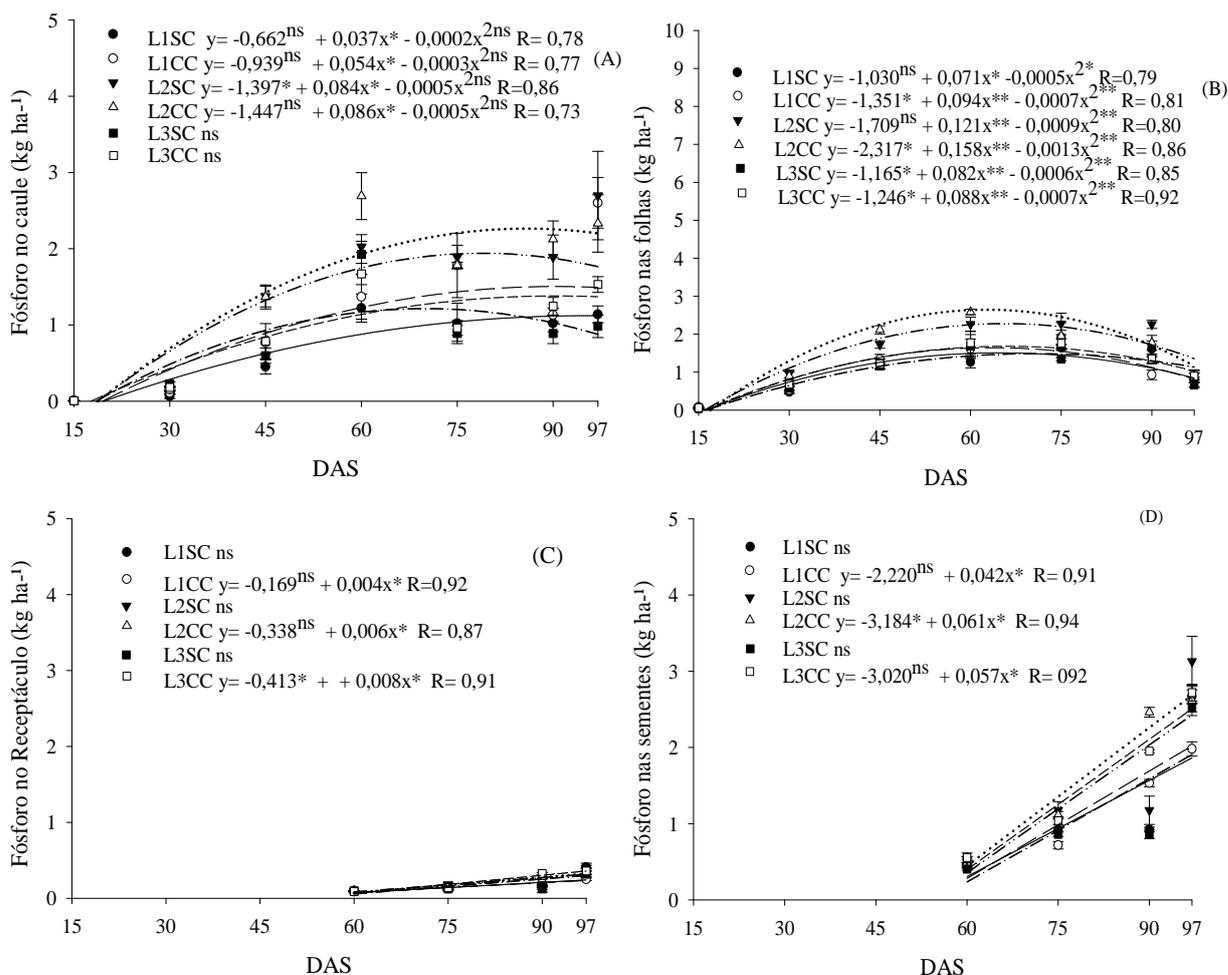


Figura 6 Acúmulo de fósforo no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.

Para os dados de acúmulo de potássio houve significância da interação entre época e lote para caule, folhas e receptáculo e da interação entre época e condicionamento para caule e folhas, assim como significância de interação tripla entre época, lote e condicionamento para sementes, assim como significância isolada de lote para caule e folhas; significância isolada de condicionamento para folhas (Anexo 8).

Ao avaliar a quantidade de potássio no caule de plantas de girassol foi verificado um ajuste quadrático, com um rápido aumento dos 30 aos 45 DAS, tendo o maior valor para as plantas do lote 2, a partir deste período foi verificado um aumento mais lento até os 75 DAS,

voltando a aumentar até os 90 DAS e a partir deste período observou-se uma queda na quantidade de potássio no caule (Figura 7A). Para potássio na folhas foi observado ajuste quadrático sendo observado aumento máximo até aos 60 DAS e posterior queda nos valores de potássio nas folhas, os maiores valores foram constatados para as plantas do lote 2 com condicionamento aos 60 DAS (Figura 7B). Hocking e Sterr (1983), também observaram queda de potássio nas folhas de girassol no período de enchimento das sementes, ou seja, após ao 60 DAS, de acordo com a escala de Schnaiter e Miller.

Para o receptáculo foi verificado aumento linear, com tendência de maior acúmulo para as plantas do lote 3 com condicionamento aos 90 DAS (Figura 7C). Para quantidade de potássio nas sementes foi verificada aumento linear, onde as sementes provenientes de plantas do lote 2 com condicionamento aos 90 DAS apresentaram os maiores valores de potássio (Figura 7D). No mesmo município do Rio de Janeiro, os resultados de acúmulo de potássio, na parte aérea das plantas de girassol cultivar Embrapa 122, encontrados por Braz e Rossetto (2010) foram superiores ( $149 \text{ kg ha}^{-1}$ ) aos encontrados no presente estudo.

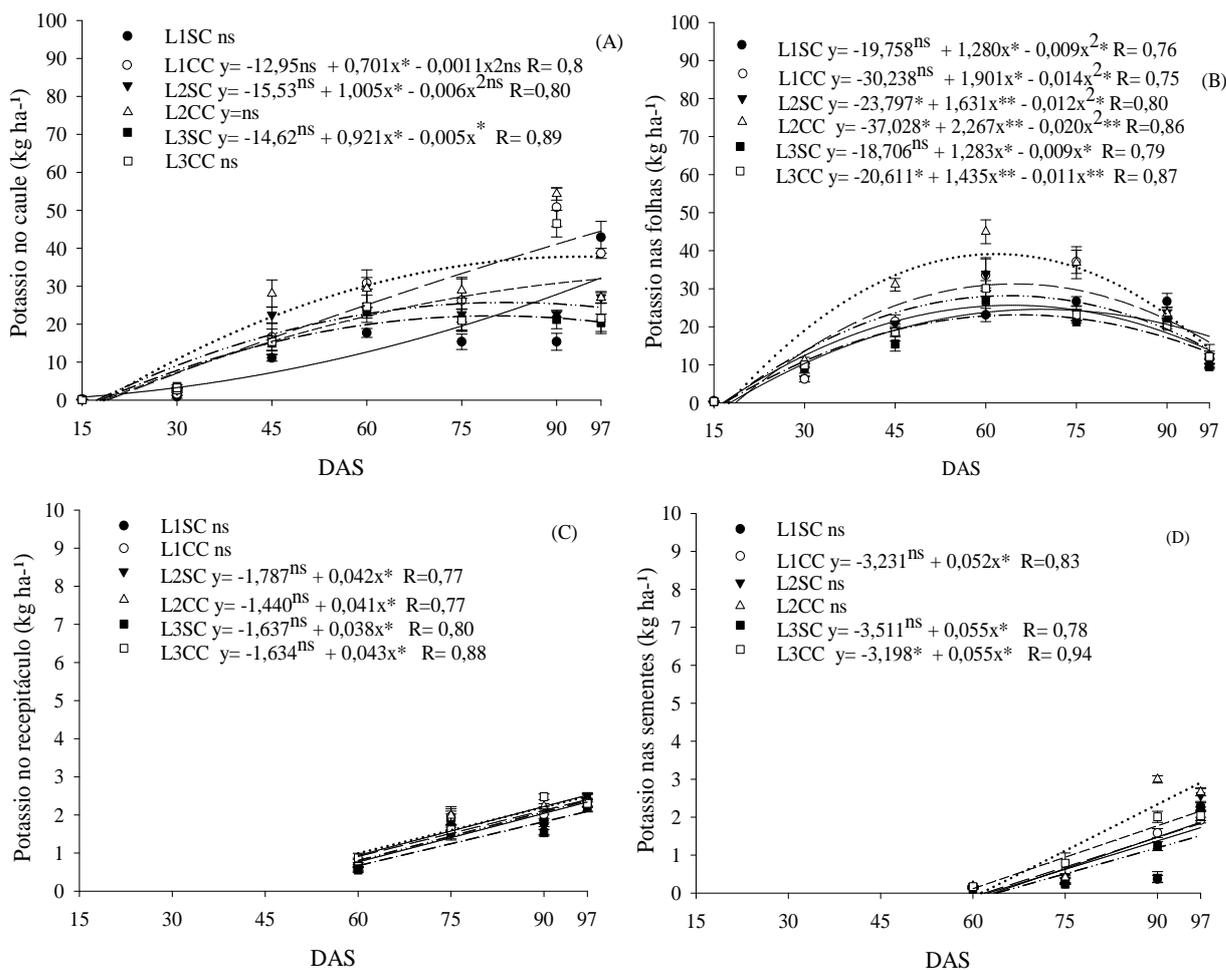


Figura 7 Acúmulo de potássio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.

Para os dados de acúmulo de cálcio houve significância da interação entre época e lote para caule, folhas, receptáculo e sementes e da interação entre época e condicionamento para caule e receptáculo, assim como significância da interação dupla entre lote e condicionamento para caule e receptáculo e significância isolada de lote para folhas (Anexo 9).

A avaliar o acúmulo de cálcio no caule foi observado ajuste quadrático, tendo um lento aumento no início do ciclo até os 30 DAS, após este período verifica-se um rápido aumento até os 60 DAS, sendo o lote 2 com condicionamento que apresentou tendência dos maiores valores, posteriormente verifica-se um novo aumento no acúmulo aos 90 DAS observado os maiores valores para as plantas do lote 2 com condicionamento e aos 97 DAS houve queda na quantidade de cálcio no caule (Figura 8A). O acúmulo de cálcio na folha se ajustou a função quadrática, onde foram verificados maiores valores para as plantas do lote 2 aos 60 DAS (Figura 8B). Os maiores valores de acúmulo de cálcio no receptáculo foram para as plantas do lote 3 com condicionamento aos 60 DAS após este período foi verificado decréscimo destes valores (Figura 8C). Para as sementes foi verificado aumento linear sendo o maior valor para aos 97 DAS para todos os tratamentos (Figura 8D).

Para os dados de acúmulo de magnésio houve significância da interação entre época e lote para caule, folhas, receptáculo e sementes e da interação entre época e condicionamento para caule e folhas, assim como significância isolada de lote para caule, folhas e receptáculo (Anexo 10).

Ao avaliar o acúmulo de magnésio no caule, foram verificados maiores valores em todos os tratamentos aos 60 DAS, sendo observado decréscimo após este período (Figura 9A). Para as folhas os maiores valores de magnésio foram para as plantas do lote 2 com condicionamento aos 75 DAS, e após este período ocorreu decréscimo nestes valores (Figura 9B). Tanto para acúmulo no receptáculo quanto nas sementes foram verificados aumentos lineares, sendo o maior valor de magnésio no receptáculo para os lotes sem condicionamento aos 90 DAS e nas semente de todos os tratamentos aos 97 DAS (Figuras 9C e 9D). Os valores de magnésio nas folhas estão superiores aos encontrados por Sfredo (1985) que foi de aproximadamente 45 kg ha<sup>-1</sup>.

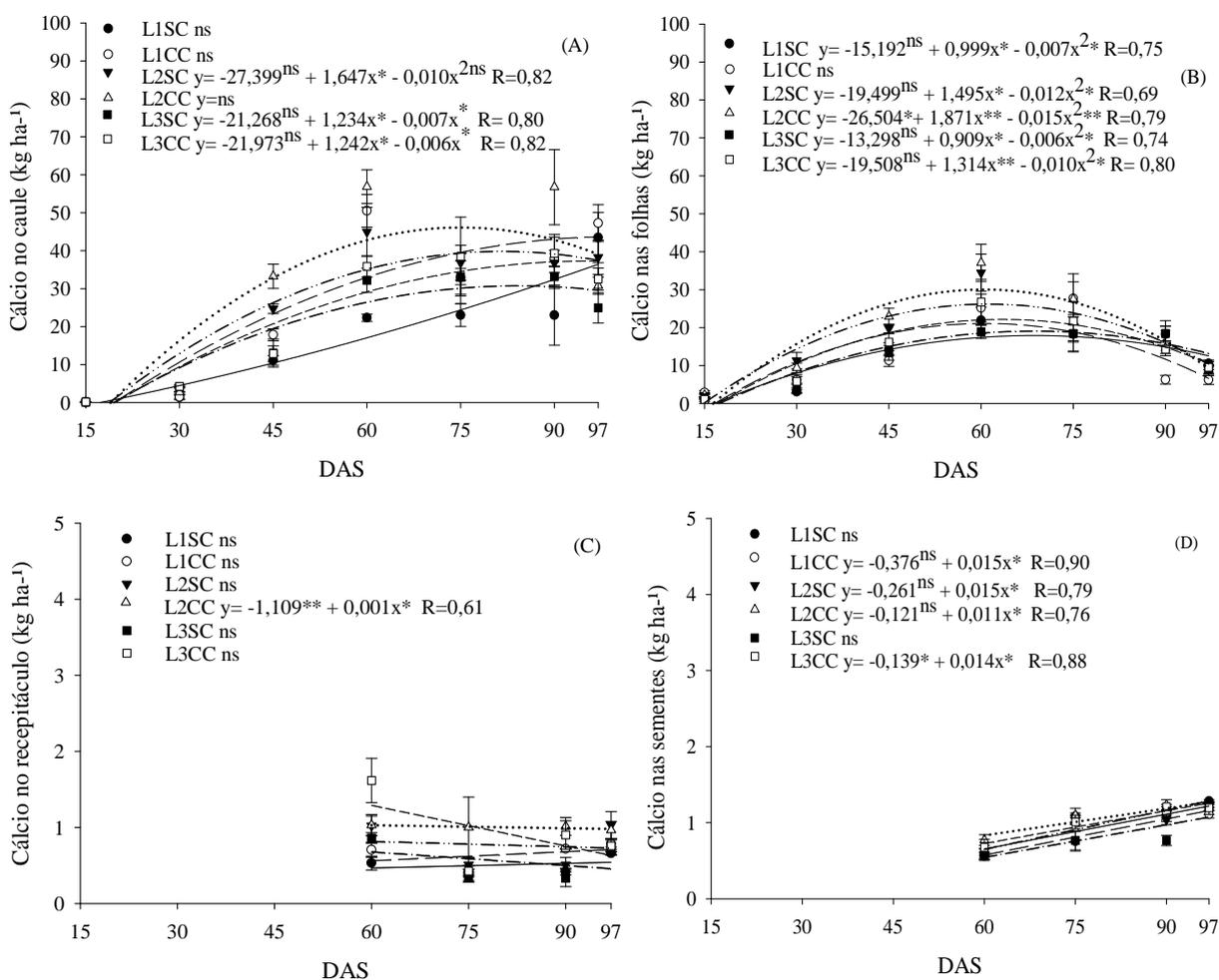


Figura 8 Acúmulo de cálcio no caule, folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.

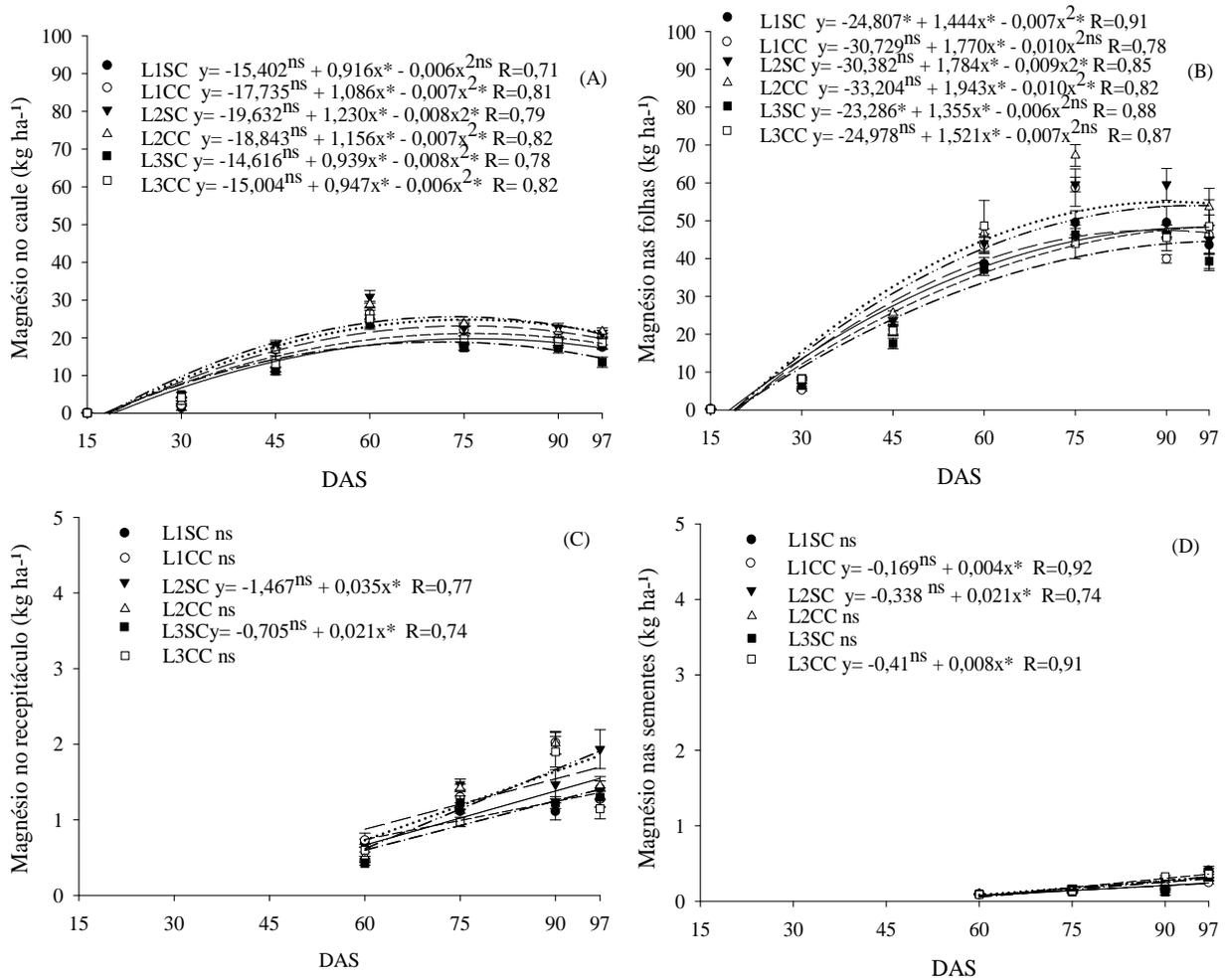


Figura 9 Acúmulo de magnésio no caule,folhas, receptáculo e sementes de plantas de girassol provenientes de três lotes de sementes (L1; L2 e L3) com (CC) e sem (SC) condicionamento osmótico.

### 3.3.5 Componentes de produção

Na avaliação dos componentes de produção, houve efeito significativo da interação entre lotes e tratamentos para número de sementes bem formadas por capítulo e para teor de óleo bem como efeito individual de lotes para produção de sementes (g.planta<sup>-1</sup>) (Anexos 11 e 12). Assim, foi verificado que o condicionamento osmótico favoreceu o número de sementes bem formadas por capítulo das plantas provenientes de sementes do lote 3 (Tabela 8). No entanto, independente das sementes terem sido ou não condicionadas, as plantas provenientes do lote 2 apresentaram maior produção de sementes (g planta<sup>-1</sup>) do que as dos demais lotes (Tabela 8).

Já, na avaliação do rendimento de sementes, não houve diferença entre os lotes e tratamentos. Estes resultados devem estar relacionados à menor população final de plantas (Tabela 2). Assim, mesmo quando as plantas do lote 2 produziram maior quantidade de sementes (g.planta<sup>-1</sup>) (Tabela 8) não houve aumento do rendimento, pois estas plantas estavam em menor número na área, por serem provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior (Tabela 1). De acordo Marcos Filho (2005), quando é obtida baixa população de plantas por unidade de área em decorrência da utilização de sementes de menor

vigor, a produção pode ser afetada, porém as plantas possuem capacidade de adaptação ao espaço mais amplo para o seu desenvolvimento, exibindo com isso, a elevação da produção individual ( $\text{g.planta}^{-1}$ ). Além disso, estes valores de rendimento de sementes de girassol estão acima da média brasileira que é de  $1255 \text{ kg.ha}^{-1}$ , para a safra de 2012/2013 (CONAB, 2013), favorecidos provavelmente pela ocorrência de precipitação pluvial superior a  $8 \text{ mm.dia}^{-1}$  (Figura 1) no período da floração e acúmulo de reserva das sementes, que ocorre de acordo com Schneiter e Miller (1981) dos 45 aos 60 DAS. Braz e Rossetto (2009), ao avaliar o rendimento de sementes de girassol da cultivar Embrapa 122, no mesmo município do Rio de Janeiro, verificaram um rendimento de  $1610 \text{ kg.ha}^{-1}$ , valor este bem próximo ao observado no presente estudo. Em canola e soja, respectivamente, Basra et al. (2003) e Arif et al. (2008) verificaram que o condicionamento osmótico favoreceu a produção de sementes por hectare.

Ao avaliar o índice de colheita, não foi verificada diferença significativa da interação e dos efeitos individuais de lotes e tratamentos (Tabela 9). No entanto, estes valores estão acima dos valores encontrados por Hussain et al. (2006), que foi de 0,32. Monteiro (2001) indica o girassol como cultura com baixa eficiência na partição dos fotoassimilados. As espécies oleaginosas como o girassol, as quais são ricas em lipídios, necessitam de maior quantidade de glicose e minerais para a produção de 1 grama de biomassa de semente, pois a via metabólica dos lipídios consome maior quantidade de esqueletos de carbono do que a via metabólica do amido, com base em Munier-Jolain e Salon (2005).

Na avaliação do teor de óleo, foi verificado que o condicionamento osmótico aumentou este teor das sementes das plantas provenientes dos lotes 2 e 3 (Tabela 9). Estes resultados foram divergentes dos encontrados por Hussain et al. (2006). Para estes autores, não houve diferença quanto ao teor de óleo de sementes de girassol provenientes de plantas condicionadas ou não. Braz e Rossetto (2010) verificaram maior teor de óleo (48,98%) em sementes de girassol da cultivar Embrapa 122, no mesmo município do estado do Rio de Janeiro, ao encontrado neste estudo, no entanto o rendimento de óleo por área foi similar, ficando entre  $625,87$  e  $772,52 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Tabela 8. Número de sementes viáveis por capítulo, peso de 1000 sementes, produção de sementes e rendimento de sementes, obtidos de plantas provenientes de três lotes de semente de girassol, submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica, 2009/2010.

Lotes	Sem Condicionamento	Com Condicionamento	Médias
Número de sementes viáveis por capítulo			
1	749 Ab*	707 Ab	728
2	893 Aa	930 Aa	911
3	666 Bb	815 Aab	741
Médias	770	795	
C.V.(%) parcela	10,14		
C.V.(%) subparcela	7,76		
Peso de 1000 sementes (g)			
1	57,34	58,42	57,88 a
2	58,21	57,34	57,78 a
3	57,53	59,67	58,60 a
Médias	57,69 A	58,47 A	
C.V.(%) parcela	3,71		
C.V.(%) subparcela	2,97		
Produção de sementes (g planta <sup>-1</sup> )			
1	42,77	41,61	42,19 b
2	53,14	51,75	52,45 a
3	38,40	43,54	40,97 b
Médias	45,00 A	45,66 A	
C.V.(%) parcela	8,83		
C.V.(%) subparcela	8,38		
Rendimento de sementes (kg ha <sup>-1</sup> )			
1	1604,27	1720,41	1662,34a
2	1798,01	2100,14	1949,08a
3	1603,62	1711,50	1657,56a
Médias	1668,63A	1797,35A	
C.V.(%) parcela	11,49		
C.V.(%) subparcela	16,32		

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

Tabela 9. Índice de colheita, teor de óleo (%) e rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>) obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico.

Lotes	Índice de colheita		Médias
	SC	CC	
1	0,43	0,38	0,43a
2	0,40	0,41	0,40a
3	0,41	0,36	0,41a
Médias	0,41 A	0,38A	
C.V.(%) parcela	22,64		
C.V.(%) subparcela	17,01		
Teor de óleo (%)			
1	42,51 Aa	41,00 Aa	41,75
2	38,00 Ba	43,29 Aa	40,64
3	38,85 Ba	44,75 Aa	41,80
Médias	39,78	42,76	
C.V.(%) parcela	4,25		
C.V.(%) subparcela	5,98		
Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )			
1	680,36	650,55	665,51b
2	783,63	909,24	796,43a
3	623,46	766,02	694,74b
Médias	662,48B	770,86A	
C.V.(%) parcela	6,44		
C.V.(%) subparcela	18,57		

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

### 3.3.6 Qualidade fisiológica das sementes produzidas

Na avaliação da qualidade fisiológica das sementes produzidas, não houve efeito significativo da interação entre lotes e tratamentos, porém houve efeitos individuais (Anexos 13 e 14). Além disto, independentes de terem sido ou não condicionadas, as sementes do lote 3, que foram produzidas de plantas provenientes de sementes de elevada qualidade fisiológica (Tabela 1), apresentaram maior germinação e vigor, quando avaliado pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, do que as sementes dos lotes 1 e 2 (Tabela 10). Estes resultados, provavelmente, podem estar relacionados ao estágio de maturação e a maior proporção destas sementes retidas na peneira de crivo circular de diâmetro de 5,56 mm (Tabela 10). Braz e Rossetto (2009), também verificaram maior germinação e vigor, quando avaliado pelos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e emergência em areia, em sementes de girassol produzidas de plantas provenientes de sementes de elevada qualidade fisiológica.

Para Carvalho e Nakagawa (2000), sementes maduras possuem desenvolvimento físico e fisiológico que lhes confere elevada qualidade fisiológica. Assim o condicionamento osmótico favoreceu o vigor das sementes produzidas, independente do lote, quando este foi avaliado pelos testes de IVE em areia e em campo (Tabela 11).



Tabela 11. Comprimento e massa seca de plântulas, de emergência de plântulas em areia e índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE), obtidos de plantas provenientes de três lotes (L1, L2 e L3) de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico.

Lotes	SC	CC	Médias
Comprimento de plântulas (cm)			
1	15,86 Aa*	12,00 Bb	13,93
2	14,83 Ba	16,37 Aa	15,60
3	15,30 Aa	12,43 Bb	13,87
Médias	15,33	13,60	14,47
C.V.(%)	11,56		
Massa seca de plântula (g)			
1	0,067 Aa	0,037 Ba	0,052
2	0,075 Aa	0,047 Ba	0,061
3	0,040 Bb	0,057 Aa	0,049
Médias	0,060	0,047	
C.V.(%)	10,57		
Emergência em areia (%)			
1	96	96	96 a
2	97	98	97 a
3	97	99	97 a
Médias	96A	98A	97
C.V.(%)	2,36		
IVE areia			
1	14,75	16,50	15,62 a
2	14,25	16,75	15,50 a
3	14,50	16,00	15,25 a
Médias	14,50 B	16,51 A	
C.V.(%)	5,76		
Emergência em campo (%)			
1	90	96	93 a
2	95	95	95 a
3	89	99	94 a
Médias	91B	97A	94
C.V.(%)	6,18		
IVE campo			
1	13,01	16,28	14,65 a
2	13,39	15,00	14,20 a
3	12,58	15,83	14,21 a
Médias	12,99B	15,70A	14,35
C.V.(%)	7,21		

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

Também na tabela 12 foi constatado que o condicionamento favoreceu o acúmulo de nitrogênio, independente do lote. O nitrogênio, dentre outras funções, atua no processo germinativo das sementes, pois é elemento constituinte das moléculas de poliamina, as quais possuem função na síntese e atividade de macromoléculas, na permeabilidade das membranas e processos parciais de mitose e meiose (BOTELHO; PEREZ, 2009). Quanto ao acúmulo de cálcio, foi constatado que embora não tenha sido verificada diferença estatística no acúmulo

de cálcio entre os lotes, cabe destacar que as sementes do lote 3 tenderam a apresentar maior acúmulo. O cálcio está relacionado à sanidade, pois aumenta a espessura da parede celular dificultando a penetração de fungos (MARSCHER, 1995). Isto, também pode auxiliar a explicar a maior germinação e vigor do lote 3 (Tabelas 10 e 11).

Bishnoi, Kaur e Khan (2007) verificaram efeito positivo do cálcio na qualidade fisiológica de sementes de soja, pois este nutriente é responsável pela estabilidade e permeabilidade da membrana celular, (MARSCHER, 1995), além do papel de interligar grupos fosfatos e carboxílicos dos fosfolipídios (LOTT et al., 2000). Além disso, os valores dos nutrientes estão de acordo com os encontrado nas sementes de girassol por Sfredo (1985). Este autor verificou 77, 35, 32, 10 e 15 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca e Mg respectivamente, em semente da cultivar catissol. Resultados semelhantes foram encontrados por Braz e Rossetto (2010), que observaram 88, 30, 30 e 16 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K e Ca respectivamente em sementes de girassol da cultivar Embrapa 122 V2000. Para proteína bruta nas sementes foi verificado os maiores valores para as sementes de plantas provenientes de sementes do lote 1 com condicionamento e do lote 2 sem condicionamento. Estes valores estão associados a ao teor de óleo na semente. Segundo Marcos Filho (2005), há relação inversa entre os teores de óleo e proteína, ou seja, quanto maior o teor de óleo menor o teor de proteínas e vice-versa.

Tabela 12. Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e porcentagem de proteína bruta nas sementes obtidos de plantas provenientes de sementes de girassol, submetidas (C/C) ou não (S/C) ao condicionamento osmótico.

Tratamentos	SC	CC	Médias	SC	CC	Médias
	Nitrogênio (kg.ha <sup>-1</sup> )			Fósforo (kg.ha <sup>-1</sup> )		
Lote 1	107,66	113,14	110,40 b	26,69	19,80	23,24 b
Lote 2	137,53	173,36	155,45 a	31,29	26,18	28,73 a
Lote 3	105,22	111,13	108,18 b	25,17	27,19	26,18 a
Médias	116,80 B	132,55 A		27,72 A	24,39 A	
C.V. parcela		12,56			10,92	
C.V. subparcela		10,24			13,99	
	Potássio(kg.ha <sup>-1</sup> )			Cálcio (kg.ha <sup>-1</sup> )		
Lote 1	22,81 Ab	19,21 Bb	21,01	12,84	11,11	11,97 a
Lote 2	27,31 Aa	29,95 Aa	28,63	12,19	11,99	12,09 a
Lote 3	22,25 Ab	20,37 Ab	21,31	12,37	11,93	12,15 a
Médias	24,12	23,18		12,47 A	11,68 B	
C.V. parcela		6,60			7,37	
C.V. subparcela		7,38			6,74	
	Magnésio (kg.ha <sup>-1</sup> )			Proteína bruta (%)		
Lote 1	5,35	4,99	5,17 a	30,18Bb	40,84Aa	35,51
Lote 2	4,39	4,36	4,37 a	39,80Aa	31,53Bb	35,66
Lote 3	5,19	5,10	5,14 a	33,29Ab	31,07Ab	32,18
Médias	4,97 A	4,82 A		34,42	34,48	
C.V. parcela		21,17		10,34		
C.V. subparcela		21,80		7,52		

\* Médias seguidas da mesma letra (maiúscula para tratamentos e minúscula para lotes), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **3.4 CONCLUSÃO**

O condicionamento osmótico favorece a sobrevivência das plântulas, a produção de sementes por planta e a massa seca de folhas e parte aérea de plantas, provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior.

Plantas provenientes de sementes condicionadas do lote de qualidade fisiológica inferior apresentaram maior taxa de crescimento relativo aos 15 dias após a semeadura e taxa de crescimento da cultura aos 60 dias após a semeadura.

Aos 60 dias após a semeadura, entre o florescimento e o enchimento das sementes, ocorreu maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, e potássio nas folhas de plantas provenientes de sementes condicionadas do lote de qualidade fisiológica inferior.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R.C.F.; RODRIGUES, J.D.; MARUBAYASHI, O.M.; ALVAREZ, A.C.C.; CRUSCIOL, C.A.A.. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Acta Scientia Agronomica**, Maringa, v.27, n.4, p.611-616, 2005.
- ARAUJO, A. P. Analysis of variance of primary data on plant growth analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 1-10, 2003.
- ARIF, M.; JAN, M. T.; MARWAT, K. B.; KHAN, M. A. Seed priming improves emergence and yield of soybean. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 40, n. 3, p. 1169-1177, 2008.
- ARIF, M.; JAN, M. T.; KHAN, N. U.; KHAN, A.; KHAN, M. J.; MUNIR, I. Effect of seed priming on growth parameters of soybean. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v.24, n 4, p. 2803-2812, 2010.
- BARROS, C. S.; ROSSETTO, C. A. V. Condicionamento fisiológico de sementes de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 39, n. 6, p. 1667-1675, 2009.
- BISHNOI, U. R. KAUR, G.; KHAN, M. H. calcium, phosphorus and harvest stages effects soybean seed production and quality. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 30, n. 3, p. 2119-2127, 2007.
- BASRA, M. A. S. ULLAH, E.; WARRAICH, E. A.; CHEEMA, M. A. AZFAL, I. Effect of Storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. **International journal of agriculture and biology**. Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 117-120, 2003.
- BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de *Canafistula*. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v.58, n. 1, p. 43-49, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.
- BRAZ, M. R. S.; BARROS, C. S.; CASTRO, F. P.; ROSSETTO, C. A. V. Testes de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1857-1863, 2008.
- BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A V. Crescimento de plantas de girassol em função do vigor de aquênios e da densidade de sementeira. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 39, n. 7, p. 1762-1771, 2009.
- 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 sementeira. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, suplemento 1, p. 1193-1204, 2010.
- BRUGINSKI, D. H.; PISSAIA, A. Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio na palha: II – Morfologia da planta e partição de massa seca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 3, n. 1-2, p. 47-53, 2002.

CARAM, G. A. de; ANGELONI, P.; PRAUSE, J. Determinación de la curva de dilución de nitrógeno en diferentes fases fenológicas del girasol **Agricultura Técnica**, Chile, v. 67, n.2, p.189-195 2007.

CARVALHO, D. B. Análise de crescimento de girassol em sistema de semeadura direta. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 63-70, out./dez. 2004.

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

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

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento, Janeiro 2013**. Brasília: Conab, 2013. Disponível em <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13\\_01\\_09\\_17\\_44\\_20\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2013.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_44_20_boletim_graos_janeiro_2013.pdf)> Acesso em 24 de janeiro de 2013.

COSTA, C. J.; VILLELA, F. A. Condicionamento osmótico de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 21-29, 2006.

EVANS, J.R. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C<sub>3</sub> plants. **Oecologia**, Berlim, v. 78, n.1, p.9-19, 1989

HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y. J. Invigoration of seeds ? **Seed Science and technology**. Zurich, v. 5, n. 2 , p.881-888, 1975.

HOCKING, P. J.; STEER, B. T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L.) during growth. **Field Crop Research**, Londres, v..6, n.2, p. 93-107, 1983.

HUSSAIN, M.; FAROOQ, M. BASRA, S.M.A.; AHMAD, N. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hibrid sunflower. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 8, n.1, p.14-18, 2006.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Monitoramento das estações automáticas**. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>>Acesso em 02de Janeiro de 2010.

KIBINZA,S.; BAZINA, J.; BAILLY, C.; FARRANTB, J. M.; CORBINEAUA, F. EL-MAAROUF-BOUTEAUA, F. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. **Plant Science**, Limerick, v.181, n.2, p. 309-315, 2011.

KVET, J.; ONDOK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. (eds). **Plant photosynthetic production - manual of methods**. The Hague: W Junk N.V. publishers, p. 343-391, 1971.

LONGHI, R; GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; SILVA, S. D. A.; SANTOS, G.F.; REDIN, M.; OLIVA, J.; SALAZEN, G. **Adição de Carbono e Produção de Biomassa por Culturas**

**Bioenergéticas de Verão.** Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira. XXXI Congresso de ciência do solo, agosto de 2007. CD-ROM.

LOTT, J. N. A.; OCKENDEN, I.; RABAY, V.; BATHER, G. D. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: a global estimative. **Seed Science Research**. Cambridge, v.10, n. 1, p. 11-33, 2000.

MARCOS FILHO, J. **Condicionamento Fisiológico de Sementes**, In: MARCOS FILHO, J. (Ed.). Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas. Piracicaba: Fealq, 2005, cap XI, p. 383-427.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic. Press. 1995, 305p.

MONTEIRO, C. de A. **Análise de crescimento e produtividade agrícola de girassol conduzido na safrinha em cinco densidades de plantas**. 2001, 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo, 2001.b

MUNIER-JOLAIN N.; SALON C. Are the carbon costs of seed production related to the quantitative and qualitative performance? An appraisal for legumes and other crops. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 28, p. 1388-1395, 2005.

MWALE. S. S.; HAMUSIMBI, C.; MWANSA, K. Germination, emergence and growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in response to osmotic seed priming. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 31, n. 1, p. 199-206, 2003.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina: ABRATES, 1999, cap.II, p.1-24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no crescimento de plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N. M. de. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa de crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico 114, 1987, 33p

RAIJ, B.V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas, Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1997, 198 p.

RAMOS, D. P.; CASTRO, A. F.; CAMARGO, M. N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 8, p.1-27, 1973.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análise estatística** no SAEG. Viçosa, UFV, 2001, 301p.

SANCHEZ, J.A.; ORTA, R.; MUNOZ, B.C. Tratamientos pregerminativos de hidratacion-deshidratacion de las semillas y sus efectos en plantas de interes agricola. **Agronomia Costarricense**, Costa Rica, v. 25, n.1, p.67-92, 2001.

SANTOS, J. B.; PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; COSTA, L. C. Captação e aproveitamento da radiação solar pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Bragântia**, Campinas, v. 62, n. 1, p. 147-153, 2003.

SARMAH, P. C.; KATYAL, S. K.; VERMA, O. P. S. Growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties in relation to fertility level and plant population. **Indian Journal of Agronomy**, New Delhi, v. 37, n. 2, p.285-289, 1992.

SCHNEITER, A. A.; MILLER, J. F. Description of sunflower growth stages. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 1, p. 901-903, 1981.

SILVA, H. P.; BRANDÃO JUNIOR, D. S. SAMPAIO, R. A.; DUARTE, R.F.; NEVES, J. M. G.; AQUINO, C. F. Momento ideal para a colheita do girassol em função da coloração do dorso dos capítulos. **Agrarian**, Dourados, v. 2, n. 4, p. 41-48, 2009.

SFREDO, G. J. **Girassol nutrição e adubação**. EMBRAPA-CNPS. Circular técnica 8, 1985, 36p.

SPETTAR, C. R.; TRECENTI, R. Desempenho agrônomo de espécies tradicionais e inovadoras da agricultura em semeadura de sucessão e entressafra no cerrado do planalto central brasileiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p. 102-111, 2011.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 171p.

UNGARO, M. R. G.; TOLEDO, N. M. P.; TEIXEIRA, J. P. F.; SUASSUNA FILHO, J. Determinação do teor de óleo em sementes de girassol pelos métodos de ressonância magnética nuclear e “soxhlet”. **Bragantia**, Campinas, v. 51, n. 1, p. 1-5, 1992.

ZOBIOLE, J. H. CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 55-62, 2010.

WAHID, A. NOREEN, A.; BASRA, S. M. A.; GELANI, S.; FAROOQ, M. Priming-induce metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus* L) achene improve germination and seedling growth. **Botanical Studies**, Taiwan. v. 49, n. 2, p. 343-350, 2008.

**4   CAPITULO II**  
**DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DO NABO FORRAGEIRO**  
**INFLUENCIADO PELOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE GIRASSOL**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência das plântulas, o crescimento das plantas, bem como a produtividade e a qualidade das sementes produzidas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) influenciados pelos resíduos de plantas de girassol. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram representadas por área com e sem resíduos de plantas de girassol e, as subparcelas, por seis épocas de coleta (20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após a semeadura- DAS). Os resíduos de plantas de girassol prejudicam o desenvolvimento inicial das plantas até 40 dias após a semeadura, reduzem a taxa de assimilação líquida dos fotoassimilados até os 80 dias e o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em plantas de nabo forrageiro, em todos os períodos avaliados. Os resíduos de plantas de girassol não interferiram no estabelecimento das plântulas de nabo forrageiro, reduziram a produção de sementes por planta e favoreceram o vigor das sementes produzidas.

**Palavras:** *Raphanus Sativus*, alelopatia, análise de crescimento, acúmulo nutrientes, qualidade

## ABSTRACT

This work aimed evaluate the seedling emergence, plant growth, seed yield and seed quality of oil radish (*Raphanus sativus* L.) influenced by the sunflower residues. The experiment was randomized in split plot complete block with four replications. The plots were represented by the area with and without sunflower residues and the subplots, by the six sampling times (20, 40, 60, 80, 100 and 120 days after sowing-DAS). The sunflower residues was hampered in the initial plant growth up to 40 days after sowing, reduced the net assimilation rate of photoassimilates to 80 days and nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium accumulation of oil radish plants in all periods. The sunflower residues did not affect seedling establishment oil radish, reduced seed production per plant and favored the vigour of seed produced.

**Key Words:** *Raphanus Sativus*, allelopathy, growth analysis, nutrients accumulation, quality

## 4.1 INTRODUÇÃO

O Brasil pretende consolidar o biodiesel no setor de agronegócio, juntamente com o etanol e as demais fontes renováveis de energia. No Estado do Rio de Janeiro, com o programa Riobiodiesel pelo Decreto Estadual n.37.927 de 06 de julho de 2005 (RIO DE JANEIRO, 2005), há incentivos para a identificação e produção de espécies oleaginosas, pela agricultura familiar, com resultados favoráveis nas regiões norte (ANDRADE, 2007) e sul fluminense (BRAZ; ROSSETTO, 2009). No entanto, há necessidade de informações a respeito de espécies produtoras de óleo também no outono e inverno, em sucessão e rotação, para a manutenção da sustentabilidade do sistema agrícola, tais como o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). O óleo de nabo forrageiro embora ainda que pouco explorado no Brasil constitui-se um potencial biocombustível e, pela facilidade de produção, pode se tornar uma excelente matéria prima para produção de biosiesel pela agricultura familiar (SLUSZZ; MACHADO, 2006). Esta espécie, de acordo com Derpesch e Calegari (1992) apresenta considerável resistência à seca, produzindo 3000 kg.ha<sup>-1</sup> de massa seca, quando ocorrer chuvas bem distribuídas nos primeiros 30 dias de cultivo e desenvolvendo-se em solos pouco férteis.

Em sistemas de rotação e sucessão de culturas é importante destacar a questão da presença de cobertura vegetal pela espécie antecessora na ocasião da semeadura. Quando se trata do girassol, tem sido constatado que esta espécie produz reduzida quantidade de fitomassa para cobertura do solo, em virtude da estrutura de seus resíduos predominantemente de caule (SODRÉ FILHO et al., 2004), mas apresenta baixo índice de colheita, que favorece a permanência dos nutrientes no sistema agrícola (CASTRO; OLIVEIRA, 2005).

Em avaliação de cultivos sucessivos ao girassol, foi observado redução da produtividade de sementes de feijão (JAKELAITIS et al., 2010), porém ausência de interferência na de milho (PASQUALETO; COSTA, 2001) e na de sorgo em semeaduras tardias (RIZZARDI et al., 2000). Além disso, os resíduos de plantas de girassol na área diminuem a incidência de plantas daninhas (MORRIS; PARRISH, 1992), porém podem prejudicar a germinação e o estabelecimento das culturas conforme a espécie. Assim, há informações de redução da germinação de sementes de trigo (PURVIS; JONES, 1990) e cevada (ASHRAFI et al., 2008), bem como de prejuízo do crescimento de plantas de sorgo, soja e girassol entre 30 e 60 dias de cultivo (BATISH et al., 2002) e de cevada (ASHRAFI et al., 2008). No entanto, não foram observados efeitos prejudiciais no estabelecimento de plântulas de feijão (JAKELAITIS et al., 2010) e no desenvolvimento de plantas de sorgo (RIZZARDI et al., 2000). Estes resultados estão associados à produção de aleloquímicos, tais como sesquiterpenos e flavonóides (MACIAS et al., 1997, 1998), tanto em curto quanto em longo prazo (ASHRAFI et al., 2008), que estão presentes preferencialmente nas folhas, mas também, nas raízes e caules (KAMAL, 2011). Estas substâncias, sendo solúveis em água, favorecem as diversas interações de transformação e síntese durante a decomposição dos resíduos de plantas no solo (KHALID; AHMAD; SHAD, 2002), dependendo das condições climáticas da região, da qualidade orgânica e nutricional do resíduo e da natureza dos macros e microorganismos (CORREIA; ANDRADE, 2008).

Ao aplicar extrato aquoso de girassol sobre as plantas de trigo, Kamal (2011) verificou diminuição das concentrações de ácido giberélico, auxina e aumento da concentração de ácido abscísico nas folhas, indicando com isso que o estresse alelopático pode vir a interferir no transporte dos hormônios de crescimento nos órgãos vegetativos. Além disso, para Taiz e Zinger (2004), o ácido abscísico sob estresses biótico ou abiótico promove o crescimento das raízes e inibe o crescimento da parte aérea por promover o fechamento estomático, ocorrendo desta forma diminuição da atividade fotossintética.

Dentro deste contexto, o objetivo do trabalho foi o de avaliar a emergência de plântulas, o desenvolvimento de plantas e a produção de sementes de nabo forrageiro influenciados pelo resíduo de plantas de girassol.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental do Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Seropédica, em uma área de transição dos solos classificados como Argissolo-Planossolo, com clima segundo a classificação de Köppen do tipo Tropical (Aw).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram representadas por área com e sem resíduos de plantas de girassol e, as subparcelas, por seis épocas de coleta de plantas de nabo forrageiro (20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após a semeadura- DAS). Em abril de 2010, por ocasião da semeadura, as sementes de nabo forrageiro da cv. CATI AL 1000 foram distribuídas em sucros espaçados entre si a 0,4 m, com densidade de semeadura de 300 mil sementes ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 2009), em área com predominância de *Brachiaria* e *Panicum maximum* (sem resíduos) e, em outra área anteriormente cultivada com girassol, cv. Catissol em novembro de 2009 (com resíduos).

Em ambas as áreas, antes do cultivo, as plantas foram roçadas mecanicamente e, os resíduos deixados sobre o solo. Foi realizada avaliação da decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais do girassol, através de coletas dos resíduos de girassol na superfície do solo, sendo a primeira realizada logo após o corte das plantas, e em intervalo de 15 dias até 60 dias após o corte da fitomassa. Para isso, foram retiradas ao acaso quatro amostras de 0,25 m<sup>2</sup> por parcela, com auxílio de um quadrado de PVC (CERETTA et al., 2002). O material coletado foi limpo com um pincel para a retirada do solo aderido, foi lavado rapidamente com água destilada e seco com papel toalha. As amostras foram levadas à estufa de circulação de ar a 65 °C até a obtenção da massa constante e moída para a análise química de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio (TEDESCO et al., 1995). Também foi analisada a massa seca em kg.ha<sup>-1</sup>. Os cálculos de decomposição dos resíduos de girassol, das espécies espontâneas e da liberação de nutrientes dos resíduos de girassol, seguiram o modelo exponencial simples  $x=x_0 e^{-kt}$ , sendo também calculado o tempo de meia vida para a decomposição dos resíduos (ESPINDOLA et al., 2006). Onde, x é a quantidade de matéria seca, ou nutrientes remanescentes após um período t, em dias; x<sub>0</sub> é a quantidade de matéria seca inicial; e k é a constante de decomposição, calculada por:  $k=\ln(x/x_0)/t$

Por ocasião da semeadura, foi realizada a adubação de acordo com análise de solo, cujos resultados foram para área sem resíduos de girassol: pH (água) 5,78; Ca 1,33 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 0,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P 5,45 mg L<sup>-1</sup>; K 2,85 mg L<sup>-1</sup>; H+Al 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C% 1,72 e V% 67 e, para área com resíduo de girassol, pH(água) 5,19; Ca 1,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg 0,53 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P 9,7 mg L<sup>-1</sup>; K 1,98 mg L<sup>-1</sup>; H+Al 1,68 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C% 1,32 e V% 69. Na adubação foram utilizados 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de uréia, fosfato super simples e cloreto de potássio, respectivamente, aplicados no sulco de semeadura. Os demais tratos culturais foram realizados com base em Derpesch e Calegari (1992).

As populações (inicial e final) de plântulas foram avaliadas aos 20 e 120 DAS, respectivamente, cujos resultados foram expressos em plantas por metro e em sobrevivência de plântulas (%). Em cada época de amostragem, por subparcela, as plantas contínuas em 0,5 m linear, foram coletadas a partir de cortes ao nível do solo e avaliadas quanto ao comprimento e diâmetro da haste principal, número de folhas, massa seca de ramos, folhas, síliquas (valva + semente) e total, bem como quanto a área foliar, empregando integrador de área foliar (modelo LI 3100c).

Para a análise de crescimento foi utilizado o método funcional (KVET et al., 1971). Os dados de área foliar e massa seca da parte aérea total foram utilizados para os cálculos das taxas, obtendo por derivação valores instantâneos das seguintes taxas:

$$\text{Taxa de crescimento da cultura (TCC)} = \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{);}$$

$$\text{Taxa de crescimento da cultura (TCR)} = \frac{1}{\text{MST}} \cdot \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Taxa assimilatória líquida (TAL)} = \frac{1}{A} \cdot \frac{d\text{MST}}{dT} \text{ (g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Razão de área foliar (RAF)} = \frac{\text{TCR}}{\text{TAL}} \text{ (m}^{-2} \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Área foliar específica (AFE)} = \frac{dA}{d\text{MST}} \text{ (m}^2 \text{ g}^{-1}\text{)}$$

Onde, MST é massa seca da parte aérea total (em g m<sup>-2</sup>), A é área foliar (em m<sup>2</sup>) e T é tempo (em dias).

Para a avaliação do acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio nas plantas de nabo forrageiro, foi realizada a digestão sulfúrica e as determinações dos macronutrientes, de acordo com Tedesco et al. (1995). Para a análise dos componentes de produção, aos 120 DAS, as plantas contínuas em 0,5 metro linear foram coletadas e avaliadas quanto ao número de síliquas, número de sementes por síliqua, número de sementes e massa (produção) de sementes por planta (g.planta<sup>-1</sup>) e por parte da planta (haste principal, ramo primário, ramo secundário), bem como o peso de mil sementes (g). Também nesta época, foi determinado o teor de óleo (%), bem como o cálculo do rendimento de óleo (kg.ha<sup>-1</sup>) (BRITO, 2009) e do índice de colheita da cultura, sendo a razão entre massa seca das sementes e a massa seca da parte aérea total (g g<sup>-1</sup>). Calculou-se também a porcentagem de proteína bruta nas sementes de nabo forrageiro, a qual foi obtida multiplicando-se o teor de nitrogênio presente nas sementes pelo fator de correção de 5,30.

Para a avaliação da produtividade de sementes (kg.ha<sup>-1</sup>), as plantas foram colhidas em 2 metros lineares (0,8 m<sup>2</sup>), cujas sementes apresentavam 7,3% de água. As sementes colhidas, após dois meses de armazenamento em câmara seca, foram submetidas às avaliações de qualidade fisiológica das sementes produzidas. Nesta fase, o delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados por sementes oriundas de plantas provenientes de área com e sem resíduos de girassol. Para isto, as sementes foram primeiramente submetidas à determinação do grau de umidade e aos testes de retenção em peneira (BRASIL, 2009). Em seguida, as sementes foram avaliadas pelo teste de germinação (BRASIL, 2009) e pelos testes de vigor (primeira contagem; comprimento e massa seca de plântulas; emergência de areia e campo), com base em Nakagawa (1999). Estas também foram avaliadas pelos testes de vigor baseados em resistência, tais como de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl sob 45 °C por 36 horas (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2008) e de deterioração controlada com sementes pré-umedecidas a 20%, e mantidas sob 45 °C (GOULART; TILLMANN, 2007) por 36 horas, bem como pelo teste de condutividade elétrica com quatro subamostras de 25 sementes em 50 mL sob 20 °C por 24 horas (TORRES; PEREIRA, 2010).

Para a análise estatística, os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade das variâncias dos erros com os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley,

respectivamente (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Os dados de desenvolvimento e acúmulo de nutrientes foram transformados em logarítmo neperiano sendo apresentados os dados originais (ARAUJO, 2003). Com os pressupostos atendidos, posteriormente, foram realizadas as análises de variância. Quando o teste F foi significativo para as fontes de variação qualitativa, foram comparadas as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Para a fonte de variação quantitativa, foi efetuada a análise de regressão, considerando a significância, o maior coeficiente de determinação e a expectativa biológica para o melhor ajuste da equação.

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Características da área cultivada

Durante o período de cultivo do nabo forrageiro, houve precipitação pluvial acumulada de 480 mm, sendo que deste valor 245,5 mm foram concentrados nos primeiros 20 dias após a semeadura e, a temperatura máxima foi de 24 °C e a mínima de 23 °C (Figura 10).

Na figura 11A, estão sendo apresentadas as curvas de fitomassa remanescente dos resíduos vegetais do girassol e das espécies espontâneas que compunham a área sem resíduo. nesta área, as espécies que ocorreram com maior frequência foram da família das Poaceas, tais como, *Panicum maximum*, *Brachiaria* sp., *Cyperus rotundus* e em seguida pela família das Fabaceas, como o *Desmodium tortuosum* com densidade média populacional de 13, 18, 11 e 11 plantas.m<sup>-2</sup> respectivamente (Tabela 13). No momento do corte da fitomassa, a área com cultivo do girassol apresentou maior massa seca do que área com espécies espontâneas, com valores de 4247 e 4026 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. No entanto verificou-se na área com resíduo de girassol, taxa de decomposição mais rápida do que na área com somente espécies espontâneas (figura 11A), pois os resíduos de girassol levaram em média 46 dias para reduzir a 50% de sua fitomassa, e os das espécies espontâneas em média 154 dias. Este comportamento pode estar associado à baixa relação C:N do girassol em comparação a das espécies espontâneas com predominância de Poaceae, as quais apresentam elevada relação C:N (PASQUALETO; COSTA, 2001).

Na observação da quantidade de macronutrientes remanescente na fitomassa durante a degradação da cobertura vegetal do girassol, tendo em consideração os tempos de meia vida obtidos pelas equações ajustada ao modelo exponencial, tem-se que cerca de 50% dos nutrientes contidos nos resíduos de plantas de girassol foram liberados em até aproximadamente 54, 45, 33, 33 e 26 dias para o fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio e potássio, respectivamente (Figura 11B).

Foi verificado que o modelo de liberação de nutrientes dos resíduos culturais do girassol (Figura 11B) apresentou semelhança à dinâmica de decomposição (Figura 11A). Houve diferença na velocidade de liberação entre os nutrientes dos resíduos culturais durante o processo de decomposição (GIACOMINI et al., 2003). Com isso verificou-se que o potássio foi o nutriente que mais rápido foi liberado dos resíduos vegetais do girassol para o solo, favorecendo a pronta absorção pela cultura em sucessão, favorecendo a cultura do nabo forrageiro, já que esta apresenta desenvolvimento inicial bastante acelerado. Esta rápida liberação do potássio pode estar associada, ao fato deste não ser componente estrutural do tecido vegetal das plantas e mais de 80 % deste estar presente nos tecidos vegetais em forma solúvel. De acordo com ROSOLEN; CALONEGO; FOLONI (2003), assim que se inicia a decomposição vegetal, com rompimento da parede celular, o potássio é facilmente removido por lixiviação através da chuva. Neste experimento, a chuva foi bastante intensa após o corte da fitomassa do girassol (Figura 10). Além disso, de acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) a liberação de nutrientes das plantas tem um significado ecológico importante, para o equilíbrio do sistema de produção, pois intensifica a ciclagem de nutrientes e a fertilização das camadas superficiais do solo.

Já em relação ao fósforo foi observado que este foi liberado de forma mais lenta e gradual dos tecidos residuais do girassol (Figura 11B), provavelmente devido a fato de maior parte deste encontrar-se no vacúolo da célula (MARSCHNER, 1995), e também pelo fato de que os resíduos de girassol no final do ciclo da cultura são compostos em sua grande maioria por haste, bastante lignificada, a qual é mais difícil de ser decomposta.

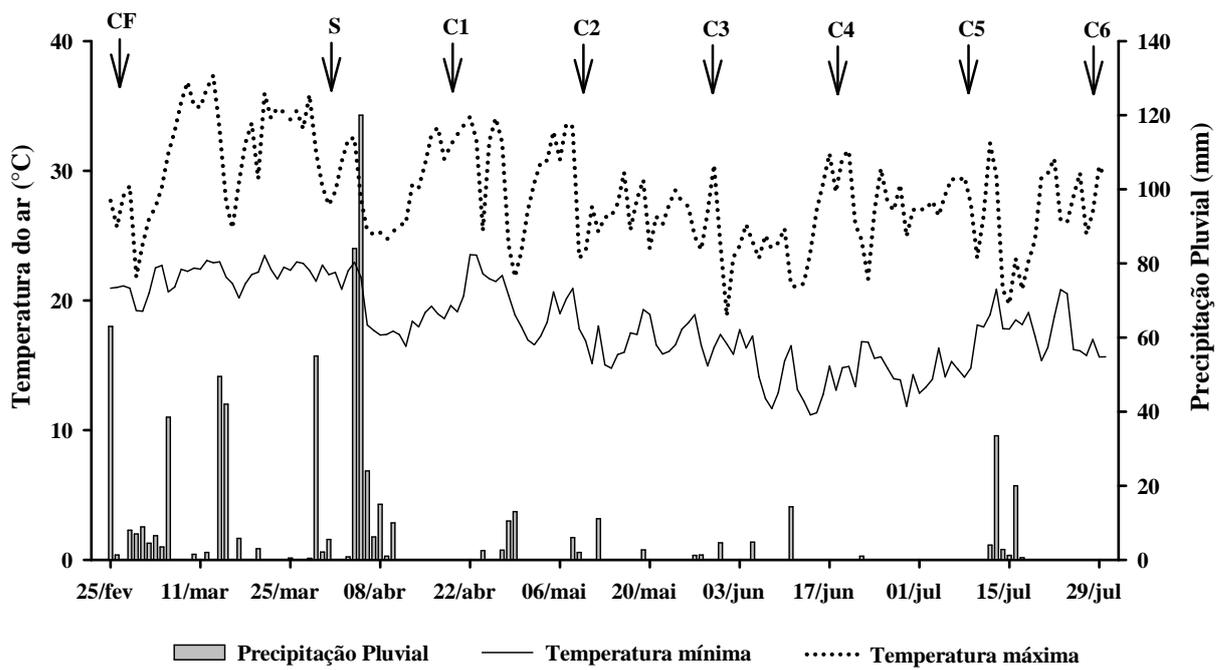


Figura 10 Dados climáticos, Seropédica-RJ. (CF= corte da fitomassa do girassol – 26/02/2010; S=semeadura do nabo forrageiro –31/3/10; C1=coleta aos 20 DAS – 19/4/10; C2=coleta aos 40 DAS –9/5/10; C3=coleta aos 60 DAS –29/5/10; C4=coleta aos 80 DAS –18/6/2010; C5=coleta as 100 DAS –8/7/10 e C6=coleta aos 120 DAS– 28/7/10).

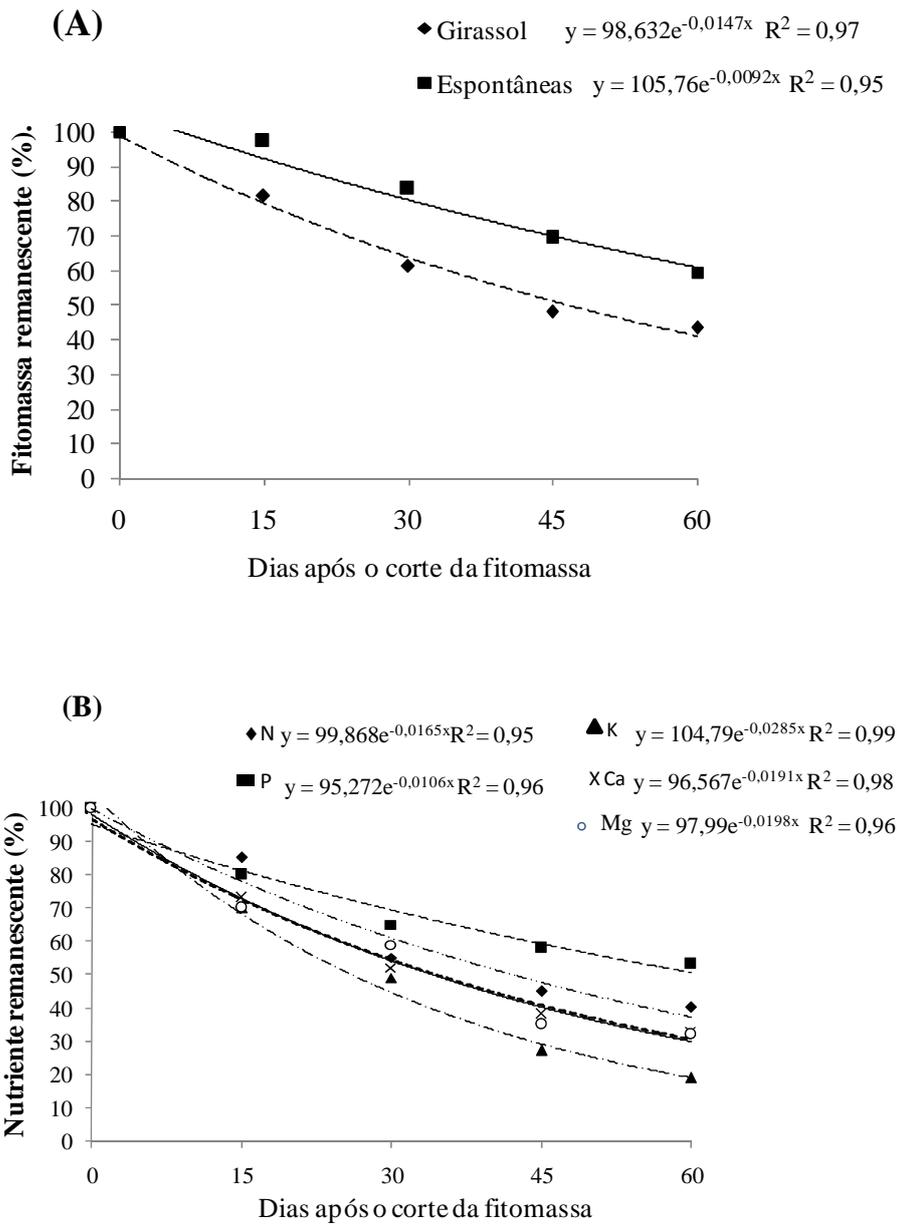


Figura 11 Massa seca de resíduo de girassol (...) e de espécies espontâneas (—) sobre o solo (A) e de nutriente, N (.-.-.-), P (---), K (- - -), Ca (.....) e Mg (—) remanescente na cobertura de girassol (B), em função dos dias após o corte da fitomassa.

Tabela 13. Tipo e densidade populacional de plantas espontâneas (plantas.m<sup>-2</sup>), antes da semeadura e após a colheita do nabo forrageiro, em áreas sem (SG) e com (CG) deposição de resíduo de girassol.

Família/Nome científico	Nome vulgar	Antes da semeadura do nabo forrageiro		Após colheita do nabo forrageiro	
		SG	CG	SG	CG
Densidade populacional (plantas m <sup>-2</sup> )					
<b>Poaceae</b>					
<i>Brachiaria</i> sp.	brachiaria	18	7	13	12
<i>Panicum maximum</i>	capim colônia	13	0	0	0
<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca	11	13	14	16
<b>Fabaceae</b>					
<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira	2	8	0	0
<i>Desmodium tortuosum</i>	desmódio	11	9	3	0
<b>Asteraceae</b>					
<i>Emilia sonchifolia</i>	falsa serralha	4	5	0	0
<i>Bidens pilosa</i>	picão preto	4	2	5	2
<b>Convolvulaceae</b>					
<i>Merremia aegyptia</i>	corda de viola	8	4	0	0
<b>Rubiaceae</b>					
<i>Richardia brasiliensis</i> G.	poaia branca	4	0	0	0
<b>Euphorbiaceae</b>					
<i>Phullanthus tenellus</i>	quebra pedra	3	0	0	5
<b>Commelinaceae</b>					
<i>Commelina bengalenses</i> L.	trapoeraba	2	6	11	2
Total		80	54	46	37

#### 4.3.2 Germinação

As porcentagens (inicial e final) de emergência de plântulas de nabo forrageiro bem como a sobrevivência destas plântulas não diferiram nas áreas com e sem resíduos de plantas de girassol (Tabela 14). Estes resultados, provavelmente, estão relacionados à ausência de liberação dos compostos aleloquímicos a partir da decomposição dos resíduos vegetais do girassol neste período. Batishi et al. (2002) e Jakelaitis et al. (2010) também não verificaram efeito prejudicial dos resíduos de plantas de girassol na germinação de sementes de sorgo, milho e feijão, respectivamente. Além disso, nos primeiros 20 dias, foi constatada temperatura média de 24 °C e 245,5 mm de precipitação pluvial (Figura 9), que são condições consideradas favoráveis a germinação e desenvolvimento inicial das plantas de nabo forrageiro (DERPESH; CALEGARI, 1992). Outra questão a qual se deve atentar é a diferença na sensibilidade às substâncias aleloquímicas entre espécies, desta forma, o nabo forrageiro pode ter demonstrado ser menos sensível as substâncias fitotóxicas presente no resíduo de girassol. De acordo com Ferreira e Aquila (2001), a resistência ou tolerância aos metabólitos secundários que funcionam como aleloquímicos é mais ou menos específica, existindo espécies mais sensíveis que outras.

Tabela 14. Número de plantas por metro linear (população inicial- 20DAS e final-120DAS) e porcentagem de sobrevivência de plantas (%) de nabo forrageiro, obtidas de área em sucessão ou não do cultivo de girassol. Seropédica, 2010.

	População inicial (%)	População final (%)	Sobrevivência (%)
Sem girassol	12 a*	7 a	63 a
Com girassol	11 a	7 a	66 a
C.V.(%) parcela	4,65	6,64	10,47

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

### 4.3.3 Desenvolvimento das plantas

Na análise de desenvolvimento das plantas de nabo forrageiro, houve efeito isolado de tratamentos (com e sem resíduos) somente para altura de plantas e, efeito isolado de épocas de coleta para altura de plantas, diâmetro da haste e número de folhas (Anexo 18). As plantas provenientes da área com resíduos de girassol apresentavam menor altura do que as da área sem resíduos (Figura 12A). Ashrafi et al. (2008) também verificaram que plantas de cevada apresentaram menor altura de plantas, quando semeadas em área anteriormente cultivada com girassol. Foi constatado, tanto na área com como sem resíduos de girassol, aumento dos valores de altura e diâmetro da haste principal até 60 DAS (Figuras 12A e 12C) e valor máximo de número de folhas aos 60 DAS (Figura 12B). Estes valores estão de acordo com os encontrados por Lima et al. (2007); Piffer; Benez e Bertolini (2010).

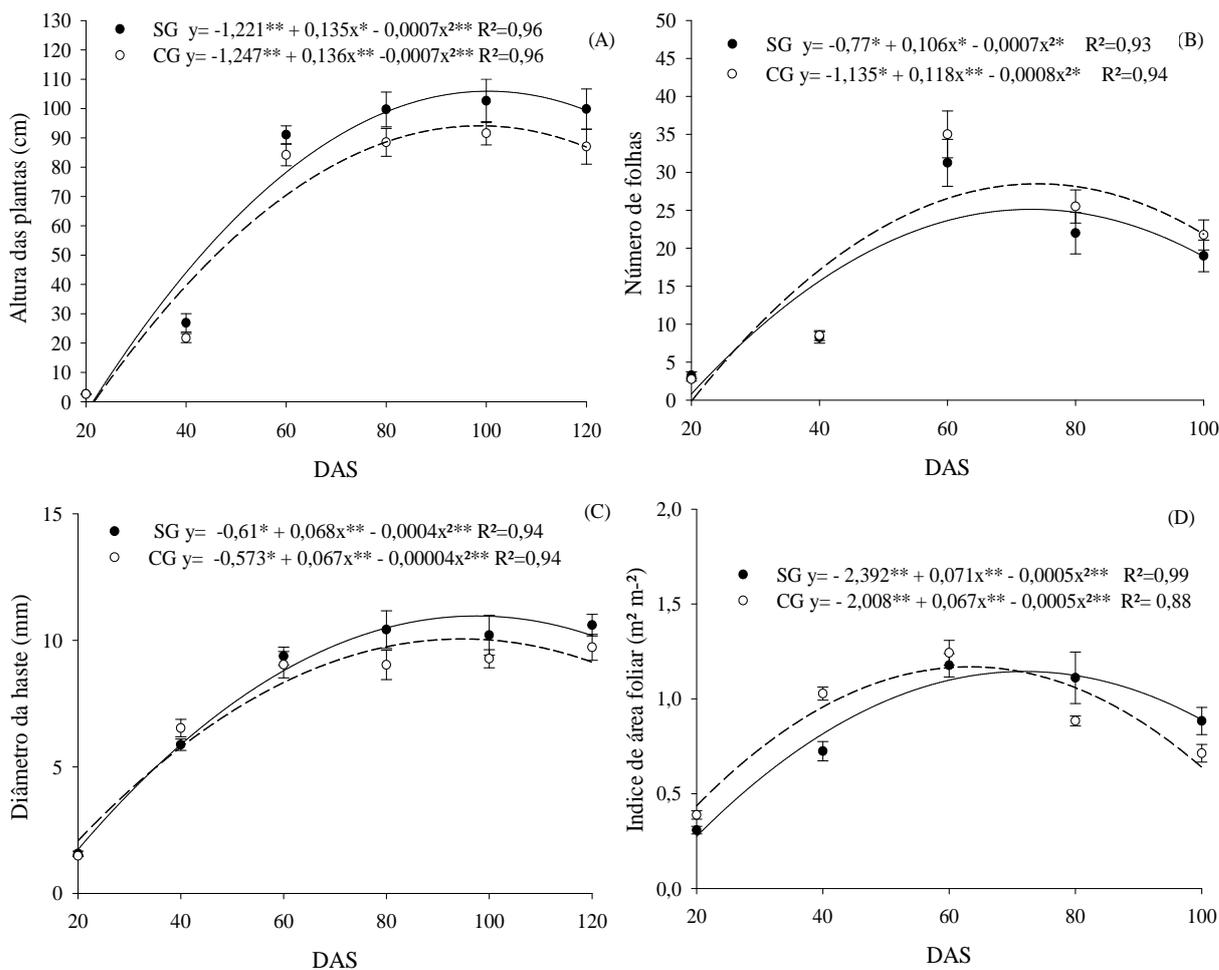


Figura 12 Desenvolvimento de plantas de nabo forrageiro, provenientes de área com (- - CG) ou sem (—SG) resíduos de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS).

Também foi observado efeito significativo da interação entre tratamentos e épocas de coleta para massa seca de folhas, de ramos, de síliquas e total (Anexos 19 e 20). Os dados para massa seca de folha se ajustaram à equação quadrática, sendo que as plantas provenientes de área com resíduos de girassol apresentaram maiores valores que as plantas provenientes de áreas sem resíduos até 40 DAS e, aos 80DAS, ocorreu o inverso (Figura 13A).

Para massa seca de ramos e massa seca de parte aérea total, os dados se ajustaram à equação quadrática (Figura 13B e 13D). Desta forma pode-se observar claramente para as plantas presentes na área com e sem resíduos de girassol, as três fases mais importantes do ciclo da planta. A primeira fase a qual é caracterizada pelo crescimento inicial da cultura, ou seja, período de estabelecimento, ocorrendo um acúmulo mais lento de massa seca na planta, dos 20 aos 40 DAS. A partir desse momento observa-se o ponto máximo de acúmulo de matéria seca para as plantas presentes nas duas áreas, com e sem resíduos de girassol (fase de crescimento exponencial da cultura, ou seja, a segunda fase da curva de crescimento), ocorrendo até os 100 DAS. E por fim a terceira fase, a de maturação e posterior senescência, a qual ocorreu a partir de 100 DAS, onde se é observado uma queda no conteúdo de massa seca da parte aérea total.

Na comparação entre as plantas provenientes da área sem e com resíduo de girassol, as plantas da área com resíduos de girassol tenderam a apresentar maiores valores que as plantas de área sem resíduos até 40 DAS e, após este período, foi o inverso, ou seja, os maiores valores de massa seca de ramos foram observados aos 60 DAS e de massa seca total aos 80 e 100 DAS, quando provenientes de áreas sem girassol (Figuras 12B e 12D). Estes valores de massa seca da parte aérea total estão de acordo com Piffer, Benez e Bertolini (2010).

O início da formação das siliquas ocorreu aos 80 DAS, com maior massa seca de siliquas para as plantas provenientes de área sem resíduos (Figura 13C). Estes resultados prejudiciais no desenvolvimento das plantas até 40 DAS, podem estar relacionados às possíveis substâncias alelopáticas presentes na área com resíduos de plantas de girassol. Estas substâncias podem apresentar vários mecanismos de ação, com modificações nos processos de fotossíntese, aberturas estomáticas, balanço hormonal, dentre outros (REZENDE et al., 2003). Batish et al. (2002) verificaram que entre 30 e 60 dias após a decomposição dos resíduos de girassol sobre o solo, há liberação de compostos fitotóxicos que prejudicaram o crescimento de milho, sorgo e milheto, cultivados em sucessão ao girassol. Além disso, Irons e Burnside (1982) verificaram que raízes de girassol liberam exsudados no solo e estes reduzem a massa seca de plantas de sorgo, soja e girassol semeados em solo anteriormente cultivado com girassol, em relação ao solo sem cultivo anterior de girassol.

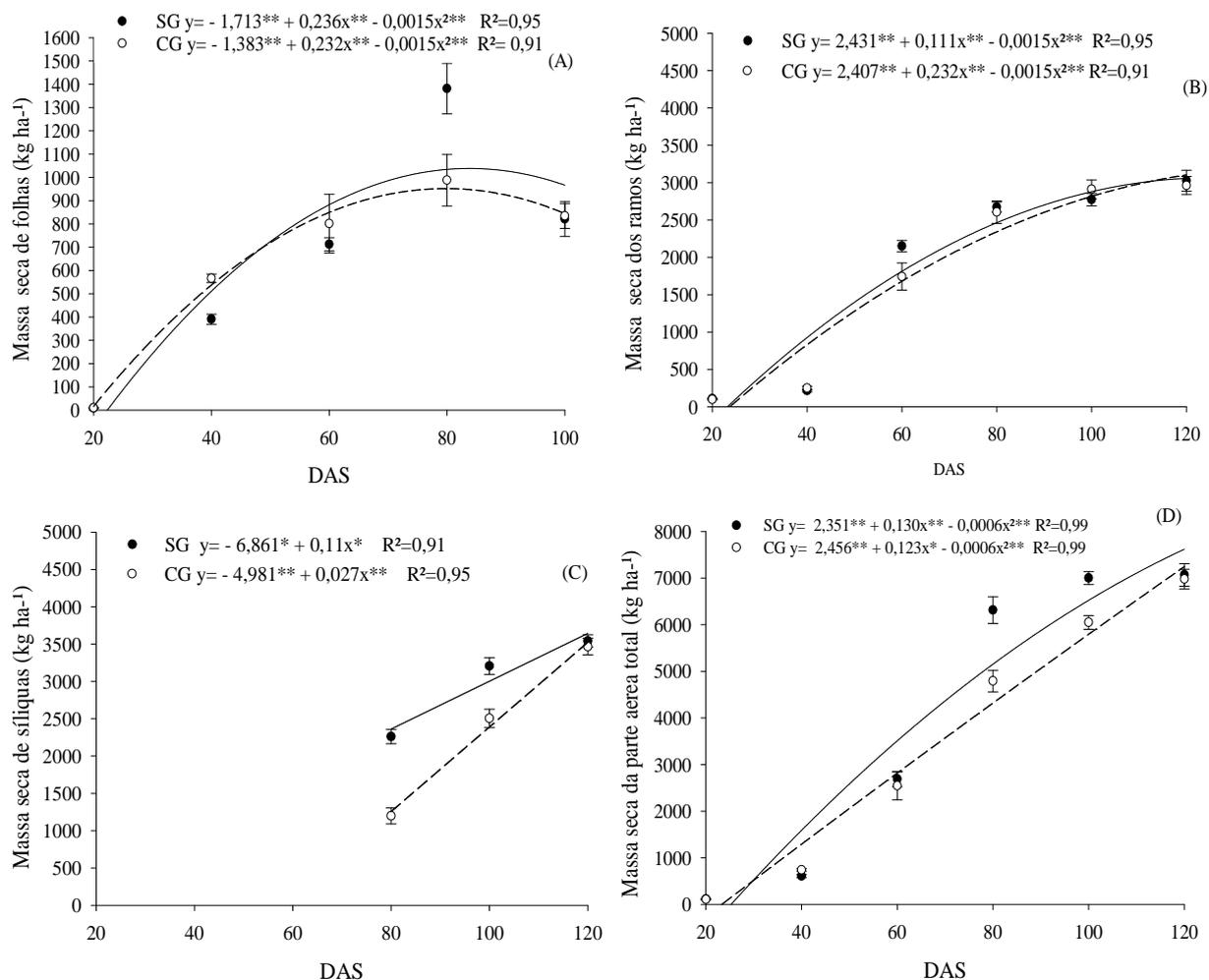


Figura 13 Massa seca de plantas de nabo forrageiro, provenientes de área com (---CG) ou sem (—SG) resíduos de cultivo de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS).

#### 4.3.4 Análise de crescimento

Quando foi realizada a análise de crescimento, houve interação entre os tratamentos e épocas de coleta para índice de área foliar (Anexo 16), sendo os dados representados por equação quadrática. As plantas provenientes de área com resíduos apresentaram maior índice de área foliar até 40 DAS. Já, aos 80 e 100 DAS foi observado para as plantas de área com resíduos de girassol, menor índice de área foliar (Figura 12D). Este comportamento de menor índice de área foliar a partir dos 60 DAS, por parte das plantas de nabo forrageiro presentes na área com resíduo de girassol, pode estar associado ao maior auto sombreamento, já que estas plantas até 60 DAS apresentaram maior expansão das folhas, caracterizado pelo maior índice de área foliar, quando comparado aos das plantas da área sem resíduo de girassol, também devido à ontogenia e senescência natural das folhas, presente nesta cultura.

Desta forma também pode constatar maior massa de folhas nas plantas provenientes de área com girassol até os 60 DAS. Estas plantas possuíam maior área foliar, a qual permitia elevada interceptação da energia luminosa e conversão desta em massa, através do processo

de fotossíntese. Estes resultados estão de acordo com os observados por Aguiar-Neto et al. (1995). Segundo Peixoto et al. (2011), o decréscimo de massa seca de folhas no final do ciclo acontece, pois após a planta atingir a altura máxima, esta entra em senescência, diminuindo a área foliar, apresentando menor interceptação de energia luminosa e, com isso ocorre balanço negativo da atividade fotossintética e respiração.

Na Figura 14A e 14B, foram constatados os maiores valores de RAF e de AFE ao longo de todo o ciclo da cultura para as plantas provenientes da área com resíduos do que de áreas sem resíduos. Esta maior AFE pode indicar maior espessura da folha, com o aumento do número de cloroplastos dispostos verticalmente, mantendo a alta atividade fotossintética. Também, foram observados os maiores valores de RMF para as plantas de área com resíduos até os 40 DAS, sendo que após este período, ocorreu o inverso (Figura 14C). De acordo com Pereira e Machado (1987), o comportamento de valores elevados de RAF no início do ciclo das culturas favorece o maior investimento dos fotoassimilados nas folhas com a finalidade de aumentar a captação da radiação solar disponível e suprir a demanda da planta no período de enchimento das sementes.

As plantas provenientes de área com resíduos de girassol apresentaram maiores valores de TCC, durante todo o ciclo da cultura, do que as de área sem resíduos (Figuras 14D). Estes resultados esta relacionado ao maior índice de área foliar apresentada pelas plantas provenientes da área com resíduos de girassol (Figura 12D), pois a maior taxa de crescimento da cultura se dá em função do desenvolvimento de área foliar. Assim como, a elevada taxa de crescimento da cultura indica maior acumulação de massa seca da planta por unidade de terreno.

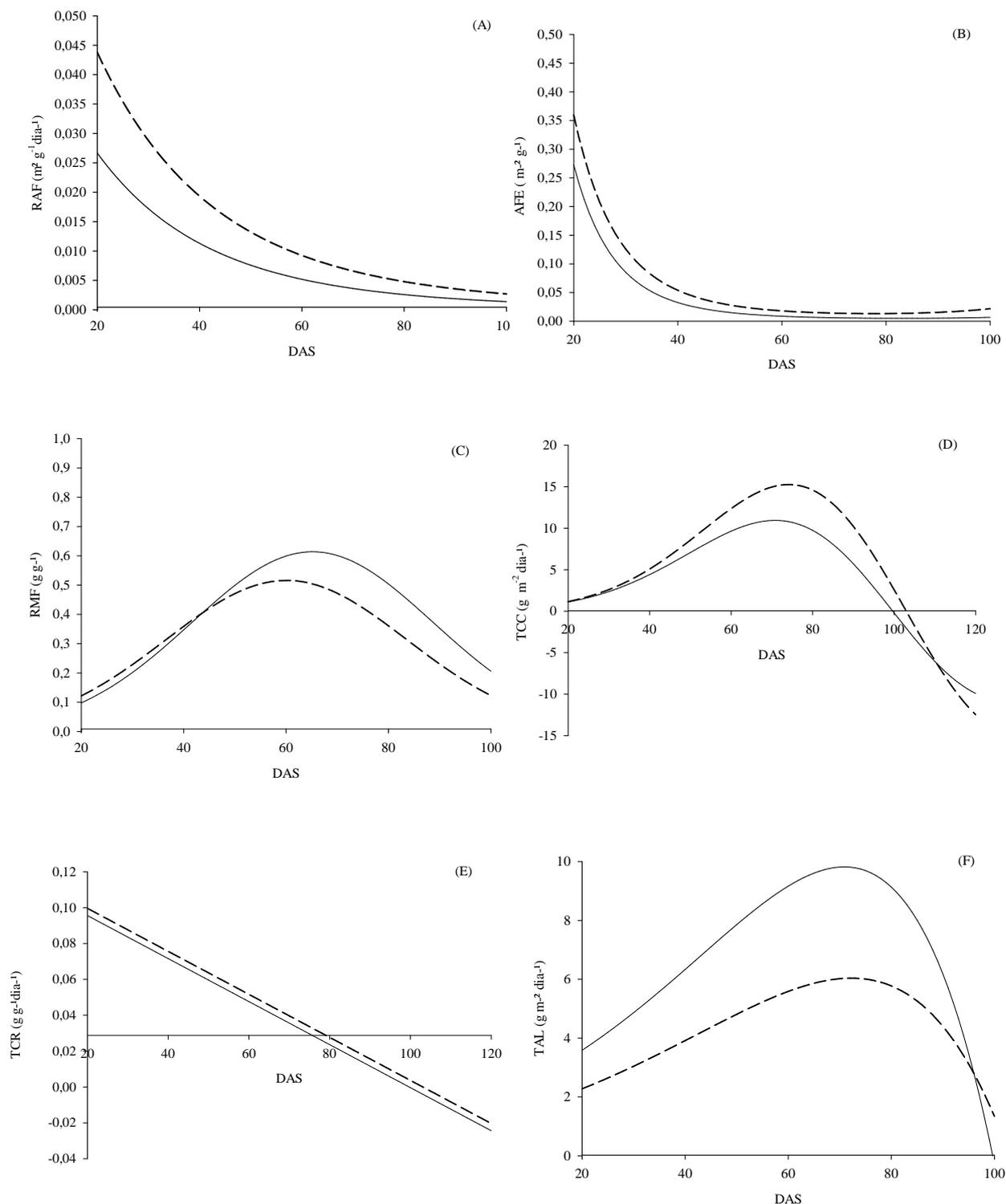


Figura 14 Razão de área foliar (RAF); Área foliar específica (AFE); Razão de massa foliar (RMF); Taxa de crescimento da cultura (TCC); Taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL) obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área sem (-SG) e com (---CG) resíduos de girassol.

Para a taxa de crescimento relativo (TCR), foi observado o mesmo comportamento tanto das plantas presentes na área sem resíduo quanto das plantas de nabo forrageiro presentes na área com resíduos de girassol, ao longo de todo o ciclo da cultura (Figura 14E). Sendo verificados os maiores valores no início do ciclo, ou seja, aos 20 DAS, e a partir deste

período ocorreu o decréscimo nesta taxa, o que é explicado pelo desenvolvimento ontogenético, em virtude do aumento da proporção de material estrutural em relação aos tecidos fotossintéticos. A taxa de crescimento relativo esta associada à eficiência na conversão de fitomassa produzida por unidade de fitomassa já existente como comentado por Pereira e Machado (1987). No entanto, os maiores valores de TAL foram observados para as plantas de área sem resíduo durante todo o ciclo, quando comparada as plantas presentes em área com resíduo de girassol. As plantas de nabo forrageiro presentes na área sem resíduo também apresentando declínio mais acentuado da TAL do que as plantas de área com resíduos (Figura 14F). Estes resultados podem estar provavelmente associados à diminuição da atividade fotossintética. Para Kamal (2011), o estresse alelopático pode interferir no transporte de ácido abscísico nos órgãos vegetativos, pois de acordo com Taiz e Zinger (2004), este hormônio sob estresse biótico ou abiótico inibe o crescimento da parte aérea por promover o fechamento estomático, ocorrendo diminuição da atividade fotossintética.

#### 4.3.5 Análise de nutrientes

Pela análise de nutrientes, foi constatado que houve interação significativa entre época de coleta e resíduos de plantas de girassol para acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio. Além disto, houve efeito isolado de época de coleta para os dados de acúmulo de fósforo (Anexo 21). Para o acúmulo de N verificou-se comportamento linear, sendo verificada tendência de maior acúmulo até os 40 DAS para as plantas de área com resíduo e posteriormente os maiores valores foram verificados para as plantas da área sem resíduo de girassol (Figura 15A). Foi constatado comportamento semelhante para o acúmulo de P, tanto na área com resíduo de girassol como na área sem resíduo, sendo observada tendência de maior acúmulo até os 40 DAS pelas plantas da área com resíduo, e após este período tendência de maior acúmulo de P para as plantas da área sem resíduo de girassol (Figura 15B). Dentre os nutrientes avaliados o nitrogênio foi o mais acumulado pelo nabo forrageiro cerca de 230 kg ha<sup>-1</sup>. De acordo com Silva et al. (2006), embora o nabo forrageiro não seja uma espécie fixadora de N, ela apresenta alta capacidade de extrair este nutriente das camadas mais profundas do solo.

Nas Figuras 15C e 15D, foi verificado ajuste da equação quadrática para dados de acúmulo de K, Ca. Deste modo as plantas de nabo forrageiro da área com resíduo apresentaram tendência de maior acúmulo de K e Ca até os 40 DAS, sendo observado que as plantas de área sem resíduos aos 80 DAS apresentaram os maiores acúmulos destes nutrientes, assim como aos 100 DAS para K em área com resíduo (Figuras 15C e 15D). O potássio foi o segundo nutriente mais acumulado pelas plantas de nabo forrageiro, concordando com dados da literatura, onde indicam a habilidade desta cultura em acumular potássio (CERETTA et al., 2005).

Para o acúmulo de magnésio foi verificado acúmulo linear, com tendência de maior acúmulo até os 40 DAS para as plantas da área com resíduo e os maiores valores aos 80 e 100 DAS para plantas de área sem resíduo de girassol (Figura 15E).

Heinz et al. (2011) constatou que plantas de nabo forrageiro no período do pleno florescimento (64 DAS) apresentaram acúmulo entorno de 145 kg ha<sup>-1</sup> de N, 20 kg ha<sup>-1</sup> de P, 235 kg ha<sup>-1</sup> de K, 33 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 20 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, no município de Dourado (MS). Valores estes superiores aos encontrados no presente estudo (Figuras 15A até 15E), isto pode estar associado ao baixo acúmulo de massa seca da planta obtida neste período (Figura 13D). No entanto no final do ciclo da cultura os valores dos nutrientes encontrados foram semelhantes aos observado por Andrade (2007) no município de Campo dos Goytacazes (RJ), que foram de 30,6 kg ha<sup>-1</sup> de N, 5,7 kg ha<sup>-1</sup> de P, 118 kg ha<sup>-1</sup> de K, 26,8 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 6,2 kg ha<sup>-1</sup> de Mg.

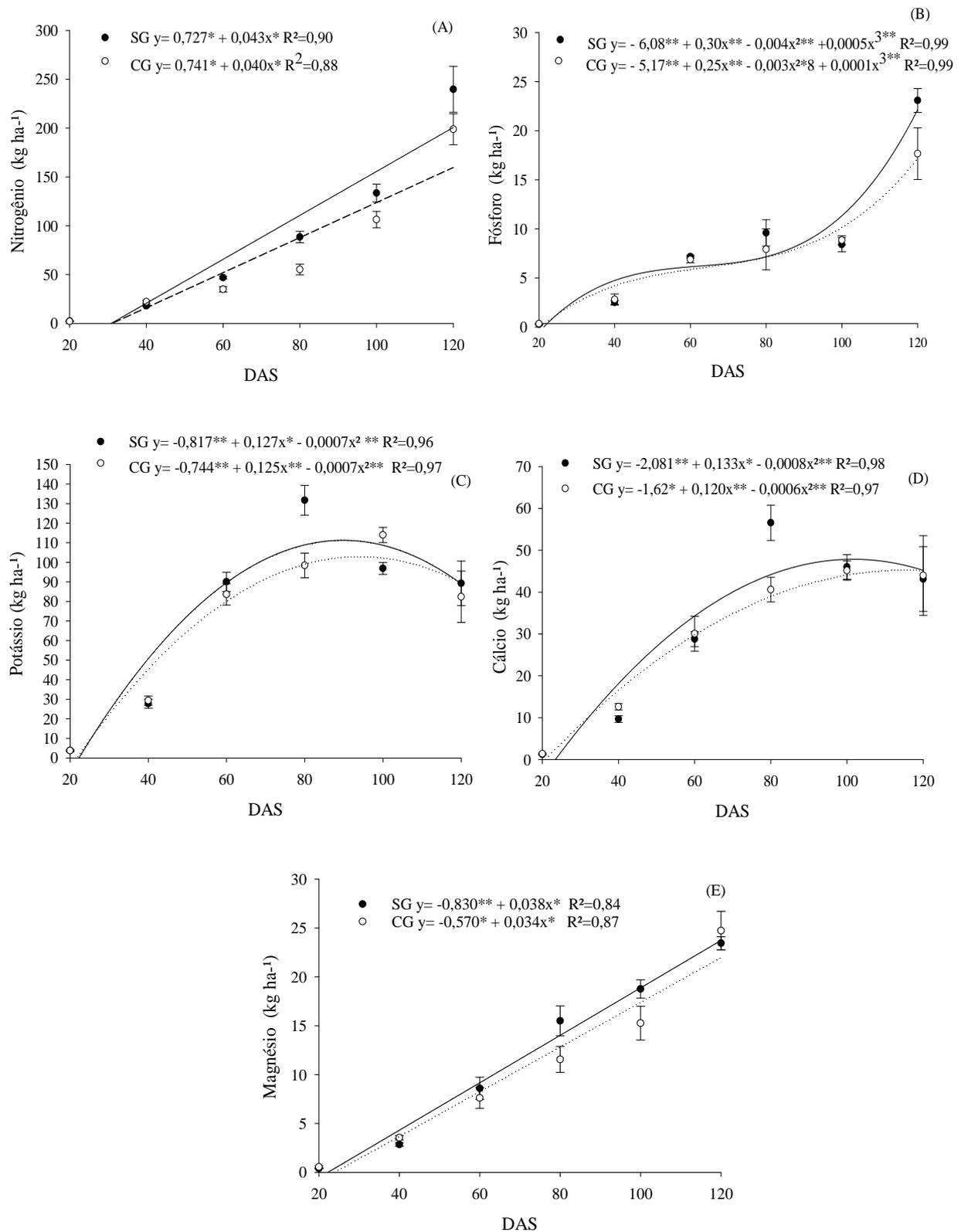


Figura 15 Acúmulo de nutrientes na parte aérea de plantas de nabo forrageiro cultivadas em área sem (-SG) e com (-CG) resíduo de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS).

Na tabela 15, não foram observadas diferenças entre tratamentos para acúmulo de nutrientes nas sementes. No entanto houve tendência de maior acúmulo de N nas sementes de plantas provenientes de área com resíduos de girassol (Tabela 15). De acordo com Pasqualetto e Costa (2001) a formação de sementes está estritamente ligada ao processo de translocação de açúcares e de nitrogênio de órgãos vegetativos especialmente de folhas para as sementes. Esta capacidade, em contribuir com o N para a outra cultura, vai depender da taxa de mineralização de nutrientes por ocasião da maior demanda pela cultura beneficiada (TEIXEIRA; TESTA; MIELNICZUK, 1994). Em comparação, estes dados estão acima dos encontrados por Derpesh e Calegari (1992), quando produziram sementes de nabo sem adubação. Foi verificada maior porcentagem de proteína bruta para as sementes oriundas das plantas da área com resíduo de girassol (Tabela 15).

Tabela 15. Acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio e proteína bruta nas sementes de plantas de nabo forrageiro cultivadas em área de sucessão ou não do cultivo de girassol. Seropédica, 2010.

	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Proteína Bruta
	(kg ha <sup>-1</sup> )					(%)
Sem girassol	66,41 a*	8,54 a	18,86 a	3,28 a	8,08 a	15 b
Com girassol	84,78 a	7,61 a	16,68 a	2,22 a	7,31 a	18 a
C.V(%)	13,49	26,02	15,28	40,41	11,78	2,57

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

#### 4.3.6 Componentes de produção

Nos anexos 21, 22 e 23, foi constatado que houve efeito significativo de tratamentos somente para número de sementes totais por planta, produção de sementes por planta e índice de colheita, sendo os valores maiores provenientes de plantas crescidas em área sem resíduos de girassol (Tabela 15 e 17). Além disso, não houve efeito significativo na produtividade de sementes e de rendimento de óleo (Tabela 17). No entanto, Jakelaitis et al. (2010) constataram que a área com resíduos de girassol proporcionou menor produtividade de sementes de feijão, do que as a área somente com plantas espontâneas. E, Pasqualetto e Costa (2001) não verificaram diferença na produtividade de sementes de milho. Estes valores estão acima dos encontrados para a cultura por Piffer, Benez e Bertolini (2010) sob distintos manejos e sem utilização de adubos, bem como são semelhantes aos observados por Oliveira (2009), quando cultivaram em diferentes espaçamentos e densidade de semeadura, com correção da fertilidade do solo.

Tabela 16. Número de siliquas, número de sementes por síliqua, e número de sementes da haste principal, ramos primários, ramos secundários e total, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com e sem resíduos de girassol. Seropédica, 2010.

	Haste principal	Ramos primários	Ramos secundários	Total
Número de siliquas				
Sem resíduo	10 a	49 a	53 a	112 a
Com resíduo	9 a	42 a	45 a	96 a
C.V.(%) parcela	14,89	31,66	21,65	7,38
Número de sementes por síliquas				
Sem resíduo	6 a	6 a	6 a	6 a
Com resíduo	5 a	6 a	5 a	5 a
C.V.(%)	11,55	9,62	12,60	7,42
Número de sementes				
Sem resíduo	57 a	288 a	284 a	622 a
Com resíduo	42 a	252 a	242 a	540 b
C.V.(%)	23,80	33,92	25,75	4,62
Massa de sementes (g m <sup>-2</sup> )				
Sem resíduo	0,67 a	3,29 a	3,43 a	7,59 a
Com resíduo	0,48 a	2,93 a	2,85 a	6,76 b
C.V.(%)	20,50	35,80	28,34	1,66

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

Tabela 17. Número de siliquas, número de sementes por síliqua, e peso de 1000 sementes da haste principal, ramos primários, ramos secundários e total, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com e sem resíduos de girassol.

	Peso de mil sementes (g)	Rendimento de sementes (kg ha <sup>-1</sup> )	IC (g g <sup>-1</sup> )	Teor de óleo (%)	Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )
Sem resíduo	1,19 a	1286,50 a	0,21 a	41,29 a	552,17 a
Com resíduo	1,17 a	1015,25 a	0,15 b	38,99 a	443,55 a
C.V.(%) parcela	5,30	14,47	6,76	7,31	11,93

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

#### 4.3.7 Qualidade fisiológica de sementes produzidas

Na avaliação das sementes produzidas, também foi constatado que não houve efeito significativo de tratamentos para porcentagem de sementes que foram retidas na peneira de crivo circular 2,38 mm, grau de umidade das sementes, porcentagem de germinação e vigor, avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação (Tabela 18). Oliveira (2009) também observou que a maioria das sementes produzidas estavam retidas na peneira circular de diâmetro de 2,38 mm e que os valores de germinação também foram acima do recomendado para a comercialização que é de 60%. (BRASIL, 2008). No entanto, quando o vigor foi avaliado pelos testes de condutividade elétrica, comprimento e massa de plântulas, deterioração controlada, envelhecimento acelerado bem como IVE em areia, foi verificado que as sementes de nabo forrageiro das plantas oriundas de área com resíduos de girassol apresentaram maiores valores (Tabela 19 e 20). Esta diferença no vigor pode estar associada à tendência de maior acúmulo de nitrogênio nas sementes de

plantas provenientes de área com resíduos de girassol (Tabela 15). O nitrogênio também atua na germinação, sendo constituinte das poliamina, as quais possuem função na síntese e atividade de macromoléculas, na permeabilidade das membranas e nos processos parciais de mitose e meiose (BOTELHO; PEREZ, 2001). Além disso, Schmitz; Abrms e Kermodé (2000) relataram que a indução da síntese protéica nas sementes ocorre sob maiores concentrações de ABA nas folhas, que é aumentada de acordo com Kamal (2011) pela ação dos alelopáticos. Resultados semelhantes foram encontrados por Calarota e Carvalho (1984), que verificaram que o aumento de proteína em sementes de girassol tornou-as mais vigorosas. Sendo observado este aumento nas sementes de nabo forrageiro oriundas das plantas provenientes de área com resíduo de girassol (Tabela 15)

Tabela 18. Retenção em peneira de crivo circular 2,38 mm, de grau de umidade, de germinação e de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, obtidas de sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

	Retenção em peneira 2,83	Grau de umidade (%)	Germinação	Primeira contagem
Sem girassol	71,3 a*	7,0 a	85 a	66 a
Com girassol	71,6 a	6,7 a	87 a	72 a
C.V.(%)	1,08	5,37	8,24	13,44

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

Tabela 19. Condutividade elétrica, de deterioração controlada de sementes a 20% de umidade sob 45 °C por 36 horas, de envelhecimento acelerado com solução de NaCl sob 45 °C por 36 horas, de comprimento de plântulas e de massa seca de plântulas de sementes de nabo forrageiro, oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ )	Deterioração controlada (%)	Envelhecimento acelerado (%)	Comprimento de plântula (cm)	Massa de plântula (g)
Sem girassol	98,99 a	68 b	68 b	13,0 b	3,04 b
Com girassol	89,78 b	87 a	80 a	18,5 a	4,06 a
C.V.(%)	6,40	13,03	7,07	19,93	15,27

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

Tabela 20. Emergência em areia e campo e de índice de velocidade em areia e em campo-IVE, obtidas de sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

	Emergência areia	Emergência campo	IVE areia	IVE campo
Sem girassol	95 a	76 b	15,38 a	9,00 b
Com girassol	94 a	88 a	15,32 a	11,48 a
C.V.(%)	2,99	7,24	3,02	12,84

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

#### **4.4 CONCLUSÕES**

Os resíduos de plantas de girassol prejudicam o desenvolvimento inicial das plantas até 40 dias após a semeadura, reduzem a taxa de assimilação líquida dos fotoassimilados até os 80 dias e o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em plantas de nabo forrageiro, em todos os períodos avaliados.

Os resíduos de plantas de girassol não interferem no estabelecimento das plântulas de nabo forrageiro, reduzem a produção de sementes por planta e favorecem o vigor das sementes produzidas.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-NETO, A. O.; RODRIGUES, J.O.; BASTOS E. A.; OMO, E. O. Desenvolvimento de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.), submetidas à diferentes potências da água no solo e índices fisiológicos. **Scientia Agrária**. Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 521-527, 1995.

ANDRADE, W. E. B. **Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no Norte Fluminense. A experiência da Pesagro-Rio**. Campos dos Goytacazes: Pesagro, 2007, 47p.

ARAUJO, A. P. Analysis of variance of primary data on plant growth analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 1-10, 2003.

ASHRAFI, Z.Y., SADEGHI, S., MASHHADI, H.R. and HASSAN, M.A. Allelopathic Effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on Germination and Growth of Wild Barley (*Hordeum spontaneum*). **Journal of Agricultural Technology**, Bimonthly v. 4, n.1, p. 219-229, 2008.

BATISH, D.R., TUNG, P., SINGH, H.P., KOHLI, R.K.: Phytotoxicity of sunflower residues against some summer season crops. **Journal of Agronomy and Crop Science**. Braunschweig, v.188, n.1, p. 19-24, 2002.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de *Canafistula*. **Scientia agrícola**, Piracicaba, v.58, n. 1, p. 43-49, 2001.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de Maio de 2008. Estabelecer normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras de clima tropical**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso em: 18 mai.2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A V. Crescimento de plantas de girassol em função do vigor de aquênios e da densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria. v. 39, n. 7, 1997-2003, 2009.

BRITO, D.M.C. **Aspectos do metabolismo de plantas de crambe (*Crambe abyssinica*) submetidas a diferentes doses de nitrogênio visando a produção de óleo para biodiesel**. 2009. 58p Dissertação (Mestrado em Química). Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

CALAROTA, E. N.; CARVALHO, N. M. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura sobre os conteúdos de óleo e de proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v. 6, n. 3, p. 41-50, 1984.

CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: LEITE, R., M., V., B., C.; BRIGHENTI, A., M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**, Londrina, 2005, cap 8, p. 317-373.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; PAVINATO, P. S.; TRENTIN, E. E.; GIROTTO, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria v.35, n.6, p. 1287-1295, 2005.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n.1, p.49-54, 2002.

CORREIA, M.E.F. ; ANDRADE, A.G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F.A.O., **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª Ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. cap. 5, p.137-158.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Iapar, Londrina. Circular 73, 1992, 80 p

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30 n.2, p.321-328, 2006.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A.. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 12 (Edição especial). P. 175-204, 2001.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação c/n e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.2, p.325-334, 2003.

GOULART, L.S.; TILLMANN, M.A.A. Vigor de sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.) pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, n.2, p.179-186, 2007.

HEINZ, R.; GARBIATE, M. V.; VIEGAS NETO, A. L.; MOTA, L. H. S.; CORREIA, A. M. P.; VITORINO, A. C. T. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crame e nabo forrageiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.9, p. 1549-1555, 2011.

IRONS, S. M.; BURNSIDE, O. C. Competitive and allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*). **Weed Science**. Champaign, v.30, n.2, p. 372-377, 1982.

JAKELAITIS, A.; SANTOS, C. L.; BORCHART, L.; VALADÃO, F. C.A.; PITTCLOKOW, F. K. Efeitos de resíduos vegetais e herbicidas sobre as plantas daninhas e produção do feijoeiro-comum. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2010.

KAMAL, J. Impact of allelopathy of sunflower (*Helianthus annuus* L.) roots extract on physiology of wheat (*Triticum aestivum* L.). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n.65, p. 14465-14477, 2011.

KIKUTI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Physiological potential of cauliflower seeds. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.65, n.4, p.374-380, 2008.

- KHALID, S.; AHAMAD, T.; SHAD, R. A. Use of alleopathy in agriculture. **Asian journal of Plant Science**, Faisalabad, v.1, n.3, p.292-297, 2002.
- KVET, J. ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P.G. (eds). **Plant photosynthetic production - manual of methods**. The Hague: Junk W. N.V. publishers, p. 343-391, 1971.
- LIMA, J.D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R. K.; SOLIMAN, E.P.; MORAES, W. DA S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.37, n.1, p. 60-63, 2007
- MACIAS, F. A., MOLINILLO, J. M. G.; TORRES, A.; VARELA, R. M.; CASTELLANO, D. Bioactive flavo-noids from *Helianthus annuus* cultivars. **Phytochemistry**, New York, v.45, n.4, 683-687, 1997.
- MACIAS, F. A.; VARELA, R. M.; TORRES, A.; OLIVA, R.M.; MOLINILLO, J. M. G. Bioactive flavo-noids from *Helianthus annuus* cultivars. **Phytochemistry**, New York, v.48, n.4, 631-632, 1998.
- MALAVOLTA, E.A.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1997. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic. Press. 1995, 305p.
- MORRIS, P.J.; PARRISH, D.J. Effects of sunflower residues and tillage on winter wheat. **Field Crop Research**, Amsterdam. v.29, n1, p.317-327, 1992.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina: ABRATES, 1999, cap.II, p.1-24.
- OLIVEIRA, A.S. **Característica agronômicas e qualidade de nabo forrageiro em função da densidade de semeadura e espaçamento**. 2009. 78p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.
- PASQUALETTO, A.; COSTA, L. M. Influência de sucessão de culturas sobre características agronômicas do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia v.31, n.1, p. 61-64, 2001.
- PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T.V.da; PEIXOTO, M. de F.da S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e Prática, **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p. 51-76, 2011.
- PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa de crescimento de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico 114, 1987, 33p.
- PIFFER, C. R.; BENEZ, S.H.; BERTOLINI, E. V. comportamento de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphannus Raphanistrus* L) em sistema de manejo do solo. **Revista Varia Scientia Agrárias**. Cascavél, v.1, n.2, p. 33-47, 2010.

PURVIS, C. E.; JONES, G. P. D.: Differential response of wheat to retain crop stubbles. II. Other factors influencing allelopathic potential; intraspecific variation, soil type and stubble quantity. **Australian Journal of Agricultura Research**. Queensland, v.41, n.1 p. 243-252, 1990.

REZENDE, C.P., PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R; SANTOS, I.P.A. Alelopatia e suas interações na formação e manejo de pastagens. **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, MG. v.54, n.1, p.1-55, 2003.

RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análise estatística** no SAEG. Viçosa, UFV, 2001, 301p.

RIO DE JANEIRO, Decreto nº 37.927 de 06 de julho de 2005. **Cria o Programa RIOBIODIESEL e da outras providências**. Acesso em: <http://www.fazenda.rj.gov.br>

RIZZARDI, M. A.; ARGENTA, G.; PIRES, J. L.F.; R. NEVES; Viabilidade da sucessão girassol/sorgo granífero na região do planalto médio do rio grande do sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.6 n.2, 102-106, 2000.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palhada de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Visoça, v. 27, n.3, p. 355-362, 2003.

SCHMITZ N, ABRAMS SR, KERMODE AR. Changes in the abscisic acid content and embryo sensitivity to (+)-abscisic acid during the termination of dormancy of yellow cedar seed. **Journal Experimental of Botany**, Oxford, v.51, n.1, p. 1159- 1162, 2000.

SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; STRIEDER, M. L. SILVA, A. A. Estratégias de manejo de coberturas de solo no inverno para cultivo do milho em sucessão no sistema semeadura direta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p. 1011-1020, 2006.

SLUSZZ, T.; MACHADO, J. A. D.. **Características das potenciais culturas matérias-primas do biodiesel e sua adoção pela agricultura familiar**. In: Encontro de energia no meio rural, 6., 2006, Campinas. Anais eletrônicos. Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MSC000000002200600100032&lng=pt&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC000000002200600100032&lng=pt&nrm=abn)>. Acesso em: 24 Jan. 2013.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região dos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.4, p. 327-334, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719p.

TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J. ; BOHNEN, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 171p

TEIXEIRA, L. A. J.; TESTA, V. M.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio do solo, nutrição e rendimento afetados por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n. 2, p. 207-214, 1994.

TORRES, S.B.; PEREIRA, R. A. Condutividade elétrica em sementes de rúcula. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.4, p.58-70, 2010.

**5 CAPÍTULO III**  
**POTENCIAL ALELOPÁTICO DE PLANTAS DE GIRASSOL**

## RESUMO

Os objetivos deste estudo foram avaliar o efeito e a ação fitotóxica do extrato de plantas de girassol sobre o processo de germinação de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, bem como verificar o efeito dos resíduos de girassol na emergência das plântulas destas espécies. Foram instalados três experimentos. No primeiro foi avaliada a germinação das sementes em substrato com extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 dias após a semeadura (DAS) nas concentrações de 0, 5 e 10% (m/v), bem como o extravasamento de eletrólitos e ação das enzimas superóxido desmutase e catalase nas plântulas obtidas. No segundo experimento, foi avaliada a semeadura das distintas sementes em substrato na presença de plântulas de girassol. No terceiro experimento, foi realizada a avaliação da interferência da quantidade e do período de decomposição de resíduos de girassol na emergência e desenvolvimento das plantas provenientes de distintas sementes. Os resultados permitiram concluir que o extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 DAS a 10% prejudicaram a germinação de sementes de alface, corda e picão preto, por causar restrição hídrica além do efeito fitotóxico. Os extratos promoveram extravasamento de eletrólitos, aumento da atividade da catalase e da superóxido desmutase. Houve redução da porcentagem de emergência de plântulas de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto na presença de plântulas de girassol no substrato. A presença de resíduos (40 g/3kg) de parte aérea de plantas de girassol depositados aos 30 DAS na superfície do solo provocaram redução no comprimento da parte aérea nas plântulas de alface e corda de viola.

**Palavras chave:** *Helianthus annuus*, alelopatia, metodologia de avaliação, modo de ação

## ABSTRACT

This study aimed evaluate the effect and phytotoxic action of the sunflower extract on the seed germination of oil radish, lettuce, morning glory and hairy beggarticks, as well as, the effect of sunflower residues on seedling emergence these species. Three experiments were conducted. The first experiment were realized the seeds germination in moistened substrate with leaf aqueous extracts of sunflower, harvested at 60 and 90 days after seeding (DAS)and at concentrations of 0, 5 and 10% (m/v). It was rated the electrolyte leakage and action of enzymes superoxide dismutase and catalase in seedlings exposed or not the aqueous sunflower extracts. The second experiment evaluated the seeds sowing in different substrates in the presence of sunflower seedlings. The third experiment was evaluated the interference of the sunflower amount and the deposition period of these residues in the substrate, in the emergence and plants development from different seeds. The results showed that the leave extracts collected at 60 DAS caused a 10% of reduction in lettuce and morning glory germination. The extracts promote electrolyte leakage, increased activity of superoxide dismutase and catalase. The oil radish, lettuce, morning glory and hairy beggarticks species had the lowest percentage of seedling emergence when in presence with sunflower seedlings. The presence of sunflower residues (40g/3kg soil) deposited 30 days before sowing the soil surface caused a reduction in shoot length in lettuce and morning glory.

**Keywords:** *Helianthus annuus* L., allelopathy, methodologies , action mode

## 5.1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta dentre outros, valor energético como fonte renovável de combustível (CASTRO; FARIAS, 2005). Além disto, exerce ação alelopática na área de cultivo (PURVIS; JONES, 1990; MACIAS et al., 2000; SILVA, 2009). Todas as partes da planta desta espécie podem possuir compostos alelopáticos e estes podem ser liberados para o meio através da liberação de exudados radiculares e da decomposição dos resíduos, pois em contato com o solo ocorre a degradação da parede celular, liberando os aleloquímicos, favorecendo a mobilidade destas substâncias no solo (SILVA, 2009). Resultados de redução do crescimento e da produtividade de milho e trigo foram encontrados em cultivo sucessivo ao de girassol (BATISH et al., 2002) e em cultivo na mesma área (MACIAS et al., 2000).

Dentre as metodologias para avaliação da alelopatia, a mais utilizada é a técnica de extratos de partes de plantas aplicados às plantas indicadoras (CORSATO et al. 2010). Em geral, essa técnica utiliza extratos de alta polaridade, como os extratos aquosos, hidroalcoólicos ou mesmo metanólico, de forma a verificar que os compostos químicos de alta polaridade possuem também alta atividade alelopática (SOUZA FILHO et al., 2010). No entanto, quando se emprega esta técnica é preciso separar o efeito fitotóxico do efeito hídrico. Oracz et al. (2007) verificaram que o extrato aquoso de folhas de girassol coletadas no florescimento prejudica a germinação de sementes mostarda devido, não estritamente ao estresse hídrico, embora este ocorra, mas também a imposição de estresse oxidativo que ocorre no início do processo de embebição das sementes, causado pelas possíveis substâncias fitotóxicas presente no extrato aquoso de girassol. Além disto, as substâncias alelopáticas além de agir de forma direta, atuando no metabolismo da planta receptora, também podem agir de forma indireta, causando alterações nas condições de solo ou na atividade microbiana do solo (FERREIRA; AQUILA, 2000).

Outra abordagem dada no estudo de metodologias para avaliação do potencial alelopático de uma espécie sobre a outra é a técnica de semeadura por substituição. A qual consiste na retirada de certa quantidade de plantas produtoras de aleloquímicos do substrato e substituir estas, por outras espécies, avaliando assim, o convívio entre as espécies, com o intuito de verificar a ocorrência de liberação dos aleloquímicos através de exudados radiculares. Silva (2009) verificou que o convívio com plantas de girassol proporcionou efeito inibitório no crescimento de plântulas de picão preto, trigo e corda de viola.

Também vem sendo bastante estudada a técnica que emprega a cobertura de resíduos de plantas com potencial alelopático, pois ao se decompor nas diferentes partes da planta, ocorrem perda da integridade das membranas celulares, permitindo assim a liberação de compostos com possível toxicidade as plantas presente nesta área. Silva (2009) por esta técnica constatou que o corte em pleno florescimento das plantas de girassol proporcionou redução significativa na porcentagem de emergência de picão preto, que foi semeada no dia da deposição de 13.143 kg ha<sup>-1</sup> de resíduos de girassol. Almeida et al. (1991) relatam que a potencialidade da ação alelopática dos resíduos depende de diversos fatores, dentre eles, o período de permanência em contato com o solo, pois resíduos de decomposição rápida tem ação alelopática intensa, porém de curta duração. Além disto, para Silva (2009) é possível que maiores quantidade de matéria seca de plantas de girassol depositada sobre o solo possa liberar quantidades maiores de substâncias com potencial aleloquímico, ocasionando diferenças no crescimento das raízes de picão preto. No entanto, para Moraes et al. (2010) o efeito da ação alelopática dos resíduos de plantas de canola, nabo forrageiro, azevém e trevo podem ser modificado caso estes sejam incorporados ou deixados sobre o solo. Morris e Parrish (1992) verificaram que resíduos de girassol sobre o solo estimularam o crescimento de

plantas de trigo. Já, Moraes et al. (2010) observaram que a presença de resíduos das culturas de nabo forrageiro e canola sobre o solo reduziram o crescimento de picão preto, avaliado aos 30 dias após a semeadura. E quando ocorreu à incorporação foi verificado o estímulo no crescimento desta espécie.

A maioria das pesquisas em alelopatia refere-se apenas ao efeito do aleloquímico sobre os aspectos morfológicos na germinação e no crescimento da planta-teste, não considerando os eventos celulares relacionados às mudanças fisiológicas no sistema da planta (PIRES et al. 2001). Desta forma há a necessidade de estudar também os mecanismos de ação dos aleloquímicos, nos componentes fisiológicos e bioquímicos, com a intenção de verificar de que forma pode ocorrer a inibição e modificação do crescimento ou desenvolvimento das plantas.

A atuação dos aleloquímicos é bastante ampla e pode interferir em um grande número de reações metabólicas, resultando em diferentes modificações fisiológicas nas plantas como, alteração na divisão e estruturação das células, permeabilidade das membranas, modificação das atividades enzimáticas, com isso culminando na redução ou inativação da germinação e crescimento das plantas (ALMEIDA et al., 2008).

A ação dos aleloquímicos de extratos aquosos de plantas de girassol pode ser bastante complexa, pela quantidade de substâncias que podem estar presentes, não sendo possível indicar efeito específico destes diretamente em enzimas antioxidantes (MACIAS et al., 2002). Sabe-se que a primeira ação negativa dos compostos aleloquímicos é o aumento na produção de espécies reativas em oxigênio, como o peróxido de hidrogênio. Os intermediários ativos em oxigênio ocasionam aumento da atividade e da expressão de enzimas antioxidantes, as quais são responsáveis pela remoção desses, como o caso da superóxido desmutase que catalisa a desmutação do  $O_2^-$  em  $H_2O_2$  e  $O_2$  e a catalase que remove o  $H_2O_2$ . Desta forma é provável que o aumento das enzimas antioxidantes não resulte em efeito direto dos compostos aleloquímicos do girassol, mais de reação oxidativa que ocorre no metabolismo das células das plantas indicadoras (ORACZ et al., 2007). Assim a eletroforese vem sendo utilizada para monitorar as mudanças na qualidade fisiológica das sementes, nas regulações gênicas e bioquímicas de sementes e plantas, através da avaliação da atividade de enzimas antioxidantes, tais como catalase, superóxido desmutase, hidrogenase e glutatona redutase (ALFENAS, 2006).

No sistema enzimático relacionado com a qualidade da semente, merecem destaques as enzimas superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT), uma vez que a superóxido dismutase pode auxiliar na proteção dos efeitos deletérios da formação de radicais superóxidos livres, combatendo-os. A catalase possui atividade essencial na remoção do peróxido de hidrogênio potencialmente tóxico, produzido sob várias condições de estresse, de forma a evitar danos celulares e mudanças metabólicas relacionadas ao estresse oxidativo (BAILLY et al., 2004). Quanto a técnica da eletroforese, Muniz et al. (2007) verificaram efeito do extrato de bulbo de tiririca na germinação de sementes de feijão, milho, soja e alface. Assim a substância presente no extrato estaria induzindo a formação de radicais livres nas sementes, ocasionando estresse oxidativo nas células, e desta forma foi verificado menor atividade da atividade da enzima superóxido dismutase, a qual foi utilizada no processo de catalização dos radicais superóxidos livres. Para a enzima catalase foi observado aumento da atividade para as sementes de feijão e milho, sob extrato de bulbo de tiririca nas concentrações de 10 e 100 g L<sup>-1</sup>, respectivamente (MUNIZ et al., 2007). Oracz et al. (2007) verificaram o aumento da atividade de enzima superóxido desmutase em sementes de mostarda (*Brassica juncea* L.) quando submetidas ao extrato aquoso de folhas de girassol, sugerindo que substâncias alelopáticas presentes no extrato estariam induzindo a formação de radicais livres, tais como  $O_2^-$ , nas células e conseqüentemente ativação da enzima superóxido desmutase. Estes mesmos autores também verificaram aumento da atividade da enzima

catalase, em plântulas provenientes de sementes de mostarda submetidas ao extrato aquoso de folhas de girassol coletadas no florescimento, sendo este aumento reflexo do aumento dos teores de peróxido de hidrogênio.

Outro efeito é na liberação de exsudatos, Bogateck et al. (2006) e Oracz et al. (2007) verificaram que plântulas de mostarda provenientes de sementes submetidas ao extrato de girassol na concentração de 10% apresentaram aumento acentuado de liberação de eletrólitos, demonstrando que pode ter ocorrido perda da integridade das membranas, pela ação alelopática do girassol, produzindo formas reativas de oxigênio, causando com isso a peroxidação dos lipídios.

Diversos estudos têm, demonstrado que o girassol por possuir diferentes tipos de substâncias fitotóxicas, pode apresenta-se como potencial herbicida natural, sendo alternativa para o controle de plantas espontâneas, em substituição aos herbicidas sintéticos. Leather (1986) em estudo com herbicidas sintéticos e resíduos de girassol verificou que a presença de resíduos de girassol reduziu a emergência e o crescimento de espécies espontâneas, *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium álbum* L., *Cirsium arvense* (L.) scop. e *Setaria faberi* Herm., tal como, quando utilizou-se herbicida sintético, indicando assim que a planta de girassol pode ser utilizada como herbicida natural. Mais recentemente outros autores também observaram este comportamento na planta de girassol, como Anjum e Bajwa (2006), que ao compararem extrato aquoso de folhas de girassol como herbicida natural com dois herbicidas sintéticos (Chawastox® e butctril-super®), verificaram redução significativa de *Chenopodium álbum* L na cultura do trigo. Já Alsaadawi et al., (2011), ao utilizarem a incorporação 1400 g m<sup>-2</sup> de resíduos de plantas de girassol, como herbicida natural, também verificaram que as plantas de girassol apresentaram a mesma intensidade de supressão de *Melilotus indicus*, presente no cultivo de feijão, quando foi utilizado 750 mL do herbicida sintético Tefran. Com isso, a utilização de espécies que possuam substâncias com atividade alelopática na agricultura pode reduzir o uso de herbicidas sintéticos proporcionando assim menos danos ao meio ambiente.

Outro ponto bastante, importante no estudo de alelopatia é a escolha das espécies que serão utilizadas como indicadores de algum tipo de fitotoxicidade nos ensaios, tanto de laboratório quanto de campo. De acordo com Souza Filho et al. (2010) há a recomendação da utilização de diferentes espécies visando à obtenção de resultados mais amplos. Também Silva et al. (2009) defende a idéia de não somente avaliar espécies espontâneas, ou seja, de ocorrência na área de cultivo da cultura de interesse, como exemplo o picão preto e corda de viola (ADEGAS et al., 2003; AZANIA et al. 2003), pois o estudo unicamente com espécies espontâneas podem acarretar resultados imprecisos, por conta de fatores como dormência, variabilidade genética. Desta forma deve-se também avaliar a ação alelopática que uma espécie poderá ocasionar a outra, quando forem realizados cultivos sucessivos, como o caso do nabo forrageiro, o qual esta sendo bastante difundido como cultura potencialmente produtora de biodiesel, utilizada em rotações de culturas (SILVA et al., 2006), sendo o nabo forrageiro considerado uma semente oleaginosa apresentando teor de óleo entre 30 a 43% (CULTURA, 2003), se torna outra fonte de produção de óleo para produtores familiares juntamente com o girassol. Além disto, dentre as espécies indicadoras, a alface é amplamente utilizada por possui extrema sensibilidade a diversos agentes químicos, sendo esta característica importante quando se deseja identificar atividades sutis de determinado agente fitotóxico (SOUZA FILHO et al., 2010).

Dentro deste contexto, os objetivos foram avaliar o efeito e a ação fitotóxica do extrato de plantas de girassol sobre o processo de germinação de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, bem como verificar o efeito dos resíduos de girassol na emergência das plântulas destas espécies.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos em 2010/2011 com picão preto (*Bidens pilosa*) e corda de viola (*Merremya aegyptia*) que são consideradas espécies invasoras, com nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) que é considerada planta com potencial para produção de matéria prima para biodiesel e com alface (*Lactuca Sativa*) considerada indicadora do potencial fitotóxico do girassol. Sendo três lotes de sementes de alface da cv. Elba, adquiridos da empresa Agristar, três lotes de sementes de nabo forrageiro adquiridos das empresas (Pirai- lote 1, Prosementes- lote 2 e Coordenadoria de assistência técnica integral (CATI)- lote 3, safra 2008), dois lotes de sementes de corda de viola e picão preto (L1- ano 2007 e L2- ano 2008) da empresa Agrocósmos. Após o recebimento, as sementes foram armazenadas em câmara seca a 17 °C e 46% de umidade relativa do ar (UR), até o início da primeira avaliação, que ocorreu três meses após o recebimento.

### 5.2.1 Experimento 1 – Avaliação do efeito fitotóxico pela técnica de extrato aquoso de folhas de girassol aplicado em distintas espécies

Em laboratório, foram preparados extratos aquosos de folhas de girassol, que foram coletadas aos 60 e 90 dias após instalação do experimento (DAS), período de pleno florescimento e maturidade das sementes, respectivamente, conduzido com a variedade Catissol 01, em 2009. As folhas (limbo mais pecíolos), após secagem a 65°C por 48 horas, foram moídas até a formação de um fino pó, 50 e 100g deste pó foi misturado com 1,0 litro de água destilada e esterilizada em autoclave, visando obter as concentrações de 5 e 10% (m/v) respectivamente, esta mistura ficou em repouso, no escuro em ambiente sem controle por 24 horas, após este período foi efetuada a filtração com papel de filtro (BOGATEK et al., 2006).

Em seguida, foi instalado o teste de germinação com quatro repetições de 50 sementes por espécie foram distribuídas em substrato umedecido com água destilada (0%) e com extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 5 e a 10%. Assim, sementes de nabo e corda de viola foram mantidas em germinador a 20-30 °C em ausência de luz e avaliadas aos quatro e dez dias da instalação, sendo as sementes de corda de viola previamente submetidas ao tratamento com ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos para quebra de dormência (AZANIA et al., 2003). Para alface, as sementes foram mantidas em germinador a 20 °C em presença de luz (12h de luz e 12h de escuro) e avaliadas aos quatro e sete dias da instalação (BRASIL, 2009). As sementes de picão preto permaneceram a 20-30 °C sob 14 horas de luz e 10 horas de escuro (ADEGAS et al., 2003). As sementes de nabo forrageiro foram mantidas em germinador a 20 e 30 °C em ausência de luz e foram avaliadas aos quatro e sete dias da instalação (BRASIL, 2009). Nas duas avaliações, foram consideradas como plântula normal, as plântulas que se apresentavam com comprimento maior que 2,0 cm e com todas as estruturas desenvolvidas; para plântula anormal, foram consideradas aquelas com desenvolvimento fraco. Para sementes não germinadas, foram consideradas aquelas que não absorveram água (dura), bem como aquelas que estavam dormentes (absorveram água, mas não germinaram) e também aquelas que estavam mortas (amolecidas e com sintomas ou sinais causados por microorganismos).

Visando avaliar o efeito da restrição hídrica promovida pelo extrato de folhas de girassol durante o teste de germinação, foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes, por espécie, distribuídas no interior de caixas plásticas tipo gerbox entre folhas de papel tipo germitest umedecido com água destilada (0,0 MPa) e com solução de polietilenoglicol (PEG), usando 27,56 e 58,49g de PEG por litro, respectivamente visando atingir potencial osmótico de -0,05 e -0,15 MPa, na verificação do estresse osmótico, que correspondem as

concentrações dos extratos de folhas de girassol, coletadas aos 60 DAS, obtidos através do método de Shardakov modificado (SALISBURY; ROSS, 1992).

Para avaliação do potencial osmótico do extrato foram preparadas soluções osmóticas de Polietileno glicol 6000 (PEG 6000), nos potenciais 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, -0,05; -0,07; -0,10 -0,11; -0,12; -0,13; -0,14; -0,15; -0,16 MPa, obtidos pela equação  $\Psi_{os} = -(1,18 \times 10^{-2})C - (1,18 \times 10^{-4})C^2 + (2,67 \times 10^{-4})CT + (8,39 \times 10^{-7})C^2T$  (MICHAEL; KAUFFMAM, 1973). Com auxílio de uma pipeta uma gota do extrato foi colocada em todos os tubos com soluções com potenciais conhecidos e observou o movimento da gota do extrato na solução. Quando a gota subiu indicou que a densidade do extrato era menor do que a da solução, tendo menor potencial osmótico, quando a gota do extrato desceu indicou que a densidade desta era maior do que a da solução e quando a gota do extrato permaneceu estática indicou que este possuía a mesma densidade, ou seja, possui o mesmo potencial osmótico do que da solução de PEG 6000 do tubo de ensaio. Os demais procedimentos foram semelhantes aos realizados para o teste de germinação conforme descrito quando se utilizou extrato aquoso de folhas de girassol.

Também, foram realizados estudos dos diferentes modos de ação dos compostos alelopáticos do extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS. Para verificar a ação do extrato aquoso de folhas de girassol na integridade das membranas celulares das plântulas das distintas espécies, foi avaliado o extravasamento de eletrólitos, com base em Oracz et al, (2007). As sementes de cada espécie foram distribuídas em substrato umedecido com solução de extrato aquoso de folhas de girassol (5% e 10% com folhas coletadas aos 60 e 90 DAS) e com água destilada (0%), colocadas para germinar, conforme os procedimentos discriminados para o teste de germinação, que estão descritos no item 4.4.1.

Aos quatro dias após a instalação do teste de germinação com extrato aquoso de folhas de girassol. As plântulas obtidas foram colocadas em tubos de ensaio, contendo em 20 ml de água destilada, durante duas horas na temperatura de 20 °C e aferida a condutividade elétrica da solução, através de um condutivímetro da marca Quimis–modelo Q795P, a qual representou o extravasamento inicial de eletrólitos. Os resultados desta primeira etapa foram expressos em  $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ . Após a aferição do extravasamento inicial, os tubos de ensaio contendo as plântulas de cada espécie, foram expostos a temperatura de 90 °C por 20 min, em aparelho de banho maria, após este período os tubos foram retirados do banho maria, e deixado a temperatura ambiente, para que ocorresse o resfriamento da solução, e fosse realizada uma segunda medição do extravasamento de eletrólitos das plântulas, representando desta forma o extravasamento total de eletrólitos. Sendo o resultado expresso desta segunda etapa em  $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ . O extravasamento relativo de eletrólitos foi calculado através da razão entre o extravasamento inicial e o total e o valor multiplicado por cem. Sendo o resultado final expresso em porcentagem.

Na verificação da ação do extrato aquoso de folhas de girassol no metabolismo enzimático das plântulas das diferentes espécies, foi realizada a avaliação das isoenzimas superóxido desmutase (SOD) e catalase (CAT). As avaliações enzimáticas foram realizadas no Laboratório Multiuso do Departamento de Parasitologia- Instituto de veterinária da UFRRJ. Para isto, as sementes das distintas espécies foram colocadas para germinar em substrato de papel umedecido com água destilada (0%) e com extrato de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, na concentração de 10% (m/v) para nabo forrageiro e 5% (m/v) para alface, corda de viola e picão preto, pois alface. Esta diferença na concentração do extrato em que as espécies forma submetidas, foi devido à quantidade de plântulas presente aos quatro dias após as sementes terem sidas colocadas para germinar, pois em alface, corda de viola e picão preto na concentração de 10% não apresentou plântulas suficientes ao desenvolvimento do teste.

Posteriormente as plântulas foram separadas em hipocótilo, raiz primária, até pesar 400 mg de cada tecido. Os tecidos foram macerados em nitrogênio líquido em almofariz até a obtenção de um fino pó e transferidos para microtubos. Por microtubo, foram aplicados 800  $\mu\text{L}$  da solução extratora composta de tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,5) contendo 1mM de EDTA, 3 mM de ditioneitol (DTT) e 4% de polivinilpirrolidona (PVPP) (AZEVEDO et al., 1998). Em seguida os microtubos contendo a mistura, composta pelo pó de cada parte da planta mais a solução extratora foram colocados na centrífuga e centrifugados a 15000 rpm por 30 minutos sob temperatura de 4 °C (MÉDICI et al., 2004). O sobrenadante foi separado em alíquotas de 200  $\mu\text{L}$  e armazenado por 2 dias em freezer a -20 °C, para posteriores avaliações enzimáticas. Para a avaliação das isoenzimas foram utilizados 40 mL do extrato protéico por espécie.

Na avaliação das alterações bioquímicas através da isoenzima superóxido dismutase (SOD) foi realizada a técnica da eletroforese (MUNIZ et al., 2007) em gel de poliacrilamida (10% gel de separação e 5% gel de concentração), utilizando o mini-gel em cuba vertical. O tampão gel/eletrodo utilizado foi tris-glicina 0,5 M em pH 8,9 (ALFENAS,2006). As amostras protéicas provenientes de cada parte das plântulas (raiz e hipocótilo) de cada espécie foram analisadas pelo método de Bradford (BRADFORD, 1996), sendo realizado a diluição de 1:4 v/v (amostra protéica: água ultra pura) pois estavam muito concentradas, posteriormente as amostras protéicas foram aplicadas no gel de poliacrilamida. A cuba vertical foi mantida na temperatura de 4 °C. As migrações eletroforéticas foram realizadas com uma diferença de potencial de 10  $\text{Vcm}^{-1}$ , até que a linha de frente formada pelo azul de bromofenol atingisse a extremidade inferior do gel. Os géis foram revelados, para a enzima superóxido desmutase.

Após a eletroforese foi realizada a revelação das bandas para a enzima superóxido desmutase através do sistema tetrazólio, que consiste em deixar o gel incubado em uma solução composta por 100 ml de tampão fosfato 50 mM, pH 7,5 e 20 mg de 3-4,5-Dimetiltetrazólio. O gel permaneceu incubado nesta solução por 20 minutos em escuro. Passado este período de incubação o gel foi lavado rapidamente com água destilada e imerso em uma segunda solução, composta por 100 ml de tampão fosfato 50 mM, pH 7,5 contendo 0,4 ml de Tetrametil diaminoetileno e 1 mg de Riboflavina, sob iluminação até o aparecimento das acromáticas. Para paralisar o processo de reação de revelação o gel foi lavado em água destilada e colocado na solução de ácido acético durante 10 minutos (ALFENAS, 2006). O resultado foi através da observação da intensidade das bandas acromáticas.

A atividade da catalase (CAT) foi determinada pela adição de 100  $\mu\text{L}$  da amostra protéica de raiz e hipocótilo de plântulas de nabo forrageiro, alface, picão preto e corda de viola. Em cada amostra protéica (de cada parte da plântula- raiz hipocótilo) foi acrescida 1000  $\mu\text{L}$  do tampão fosfato de potássio 100 mM (pH 7,5) e 2,5  $\mu\text{L}$  de água oxigenada –  $\text{H}_2\text{O}_2$  (solução a 30%). Esta mistura foi levada para espectrofotometro e acompanhado a queda da absorbância a 240 nm por 1 minutos, a cada 20 segundos foi anotado o valor da absorbância, e calculada a atividade com base no fator de extinção molar de 39,4  $\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ . O resultado foi expresso em  $\mu\text{mol.mim}^{-1}.\text{mg prote\u00edna}^{-1}$  (AZEVEDO et al., 1998).

Para o experimento 1, na utilização de extrato aquoso de folhas de girassol, foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial triplo 3x3x3 (3 lotes; duas épocas de coletas de folhas de girassol e 3 concentrações dos extratos de folhas de girassol), para alface e nabo forrageiro. Já para corda de viola e picão preto, foi adotado o esquema fatorial 2x2x3 (2 lotes; duas épocas de coletas de folhas de girassol e 3 concentrações dos extratos de folhas de girassol). Para a avaliação de da restrição hídrica dos extratos foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo (3 lotes e 3 potenciais osmóticos referentes às concentrações dos extratos de

folhas de girassol), para alface e nabo forrageiro. Já para corda de viola e picão preto, foi adotado o esquema fatorial 2 x 3 (2 lotes e 3 potenciais osmóticos). Na avaliação da atividade da enzima catalase o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial duplo 3 x 2 (3 lotes e duas épocas de coleta de folhas de girassol), para alface e nabo forrageiro. Já para corda de viola e picão preto, foi adotado o esquema fatorial 2 x 2 (2 lotes e 2 épocas de coletas das folhas de girassol).

Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade da variância dos erros, sendo utilizados os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley, respectivamente. Foi necessária a transformação em arcoseno de raiz de x para os dados de porcentagem de germinação de alface e picão preto; porcentagem de plântulas anormais para alface, corda de viola e picão preto; porcentagem de sementes não germinadas para nabo forrageiro, alface e picão preto. Posteriormente foi realizada a análise de variância (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Para as variáveis cujo teste F foi significativo, foram comparadas as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

### **5.2.2 Experimento 2 - Avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica de semeadura por substituição**

Em laboratório foi avaliada a interferência das plântulas de girassol na germinação e desenvolvimento de plântulas das distintas espécies (SILVA et al., 2009). Para isso foram semeadas 15 sementes de girassol da cultivar Catissol 01, por caixa plástica de 12 x 14 x 10 cm, contendo 500 g de areia esterilizada em autoclave e umedecida com água destilada até a obtenção de 60% da capacidade de campo (BRASIL, 2009). As caixas permaneceram em laboratório, com temperatura ambiente média de 26°C. Sete dias após a semeadura foi realizado o desbaste e permaneceram por caixa, nove plântulas de girassol. Posteriormente, foram semeadas 25 sementes de cada espécie. A avaliação foi realizada sete dias após a semeadura das espécies, ou seja, 14 dias após a semeadura do girassol, sendo computada a porcentagem de emergência de plântulas, o comprimento ( $\text{cm plântula}^{-1}$ ) e a massa seca ( $\text{mg plântula}^{-1}$ ) das raízes e da parte da aérea das plântulas de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto.

Para alface e nabo forrageiro, foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (lotes x tratamento de presença ou ausência de plântulas de girassol), com quatro repetições. Para corda de viola e picão preto, foi utilizado o esquema fatorial 2 x 2 (lotes x tratamento de presença ou ausência de plântulas de girassol), com quatro repetições. Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade da variância dos erros, sendo utilizados os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley, respectivamente, não sendo necessária a transformação dos dados. Posteriormente foi realizada a análise de variância (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Para as variáveis cujo teste F foi significativo, foram comparadas as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

### **5.2.3 Experimento 3 - Avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica da cobertura residual de plantas de girassol**

Em casa de vegetação, sem controle de umidade e temperatura do ar, foi avaliada a interferência dos resíduos de plantas de girassol (MORRIS; PARRISH, 1992), na emergência e no crescimento das plantas. Para isso, a parte aérea (colmo e folhas-limbo mais pecíolo) das plantas de girassol foi coletada aos 97 DAS e submetida à secagem em estufa de circulação de ar a temperatura de 65°C por 72 horas e picadas com tesoura de poda em fragmentos de 3 cm de comprimento. Os fragmentos foram depositados, em diferentes épocas (0, 5, 15, 30 dias antes da semeadura), no interior de vasos com 15 cm de diâmetro, os quais continham 3 kg de

solo do tipo planossolo, oriundo da área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram adicionados as quantidades de 0, 5, 10, 21 e 40 g de massa seca das partes aérea das plantas de girassol por vaso, com base em Silva (2009). Estes valores em grama de massa seca de parte aérea de plantas de girassol, utilizados nos vasos, simulam a quantidade de 0, 50, 100, 200 e 400% de resíduos presentes na área de cultivo de girassol. A determinação do valor de 100% de matéria seca foi feita através da coleta de quatro amostras aleatórias da parte aérea das plantas de girassol a campo, aos 97 DAS. As plantas de girassol contidas no interior de um quadrado de 0,5 x 0,5 m foram secadas em estufa de circulação de ar 65 °C até massa. Posteriormente, foram semeadas as sementes de cada espécie nos vasos e efetuada a irrigação com água de abastecimento local, com mangueira até a obtenção da capacidade de campo. Estes foram mantidos durante 21 dias na estufa, sendo efetuada a irrigação somente na primeira semana. Após os 21 dias, avaliou-se porcentagem de emergência (NAKAGAWA, 1999), bem como a massa (mg) e o comprimento das plantas (cm) (parte aérea e raiz).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 4 (4 quantidades de resíduo de girassol sobre o solo x 4 período de deposição dos resíduos de girassol ao solo), com um tratamento adicional (sem resíduo de girassol - controle), com três repetições. Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade da variância dos erros, sendo utilizados os testes de Lilliefors e de Cochran & Bartley, respectivamente. Foi necessária a transformação e raiz de  $x+1$  para os dados de comprimento de parte aérea de alface, de comprimento de raiz de corda de viola, de massa seca de raiz de picão preto e porcentagem de emergência de plantas de nabo forrageiro. Posteriormente foi realizada a análise de variância (RIBEIRO JUNIOR, 2001). Para as variáveis cujo teste F foi significativo, foram comparadas as médias dos tratamentos, pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ).

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.3.1 Experimento 1 – Avaliação do efeito fitotóxico pela técnica de extrato aquoso de folhas de girassol aplicado em distintas plantas

Pelos resultados da análise de variância (Anexo 32), foi verificado para nabo forrageiro, somente efeito da interação tripla (lotes x épocas de coletas de folhas x concentração do extrato aquoso) para a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Foi observada significância da interação dupla (época de coleta x concentração do extrato aquoso) para a porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de sementes não germinadas de nabo forrageiro. Também foi observada interação dupla significativa (lotes x concentração do extrato aquoso) para porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de sementes não germinadas. Houve significância da interação dupla (lotes x época de coleta de folhas) para porcentagem de germinação e plântulas anormais de nabo forrageiro. Foi constatada significância de efeito simples para todas as variáveis analisadas para nabo forrageiro exceto de época de coleta para os dados de porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação e de concentração para porcentagem de sementes não germinadas para nabo forrageiro.

No Anexo 33, para alface foi verificada interação tripla significativa (lotes x épocas de coletas de folhas x concentração do extrato aquoso) para porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais, porcentagem de sementes não germinadas e porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Também foi observada interação dupla (época de coleta x concentração do extrato aquoso) para porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Significância da interação dupla (lotes x concentração do extrato aquoso) para todas as variáveis analisadas para alface. Houve significância da interação dupla (lotes x época de coleta de folhas) para porcentagem de germinação e para porcentagem plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Também foi verificada significância de efeito isolado de época, concentração e lotes para todas as variáveis analisadas de alface, exceto para época de coleta para sementes não germinadas.

Pelo Anexo 34, para corda de viola, foi observada significância da interação tripla (lotes x épocas de coletas de folhas x concentração do extrato aquoso) para porcentagem de germinação, para porcentagem de sementes não germinadas e para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Também foi verificada interação para as três duplas (época de coleta x concentração do extrato aquoso), (lotes x concentração do extrato aquoso) e (lotes x época de coleta de folhas) para todas as variáveis analisadas de corda de viola. Houve significância de efeito isolado de lote para porcentagem de plântulas anormais e para porcentagem de sementes não germinadas, significância de época de coleta para porcentagem de germinação e para porcentagem de plântulas anormais, assim como significância isolada de concentração do extrato aquoso para porcentagem de plântulas anormais, para porcentagem de sementes não germinadas e para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação.

Para picão preto (Anexo 35), somente foi observada significância da interação tripla (lotes x épocas de coletas de folhas x concentração do extrato aquoso) para a porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Houve significância da interação dupla (época de coleta x concentração do extrato aquoso) para porcentagem de germinação, para porcentagem de plântulas anormais e para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação. Foi verificada significância da interação dupla (lotes x concentração do extrato aquoso) para todas as variáveis analisadas de

picão preto. Já para interação dupla (lotes x época de coleta de folhas) não foi observada significância para as variáveis analisadas. Foi verificada interação de efeito simples de época, concentração e lotes para todas as variáveis analisadas de picão preto, exceto para época de coleta para sementes não germinadas.

Para nabo forrageiro, ao considerar as três interações duplas significativas, foi constatado na interação época x concentração, que independente do lote, o extrato aquoso de folhas de girassol coletadas tanto aos 60 como aos 90 DAS, na concentração de 10% causou redução drástica na germinação, devido ao aumento de sementes não germinadas (dados não apresentados). Além disto, pela interação dupla significativa de lote x concentração, foi constatado, que independente da época o extrato de folhas a 10% causou a maior redução da germinação dos lotes 1 e 2, devido à elevada porcentagem de sementes não germinadas. E, considerando a interação dupla significativa de lote x época, foi verificada que independente da concentração, o extrato de folhas coletadas aos 60 DAS promoveu menor redução da germinação das sementes dos lotes 1 e 2, provavelmente devido ao aumento de plântulas anormais, ou seja, plântulas com menor desenvolvimento (Tabela 21). Estes lotes, 1 e 2, foram os que apresentaram a menor qualidade fisiológica. As respostas à fitotoxicidade de substâncias alelopáticas podem estar associadas a qualidade fisiológica das sementes. Pois sementes com maior nível de deterioração estão mais suscetíveis aos estresses ambientais, por apresentar menor quantidade de material de reserva, ou por este já se encontrar em um estágio mais avançado de deterioração (Carvalho e Nakagawa, 2000). De acordo com Muniz et al. (2007) as substâncias alelopáticas presentes no extrato de tiririca, interferiram na fase inicial do processo de germinação de sementes de alface possivelmente durante a degradação dos materiais de reserva da semente.

Além disto, para as sementes de alface, foi verificado que considerando a interação tripla significativa, o extrato aquoso coletado a 60 DAS na concentração de 10% causou maior redução da germinação do lote 1, de pior qualidade fisiológica (Tabela 22), provavelmente devido ao aumento de plântulas anormais, ou seja, com menor desenvolvimento.

Para sementes de corda de viola, considerando a interação tripla significativa, o extrato de folhas coletadas aos 90 DAS na concentração de 5% causaram maior redução da germinação de sementes do lote 2, de menor qualidade fisiológica, provavelmente em função do aumento da porcentagem de plântulas anormais e sementes não germinadas (Tabela 23).

Tabela 21. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
Germinação (%)												
Lote 1	77	60	38	58Yb	78	69	41	63Xa	77Aa	65 Ba	40 Cb	61
Lote 2	63	53	40	52Xc	65	60	43	56Xb	64Ab	57Ab	42Bb	54
Lote 3	81	65	51	66Xa	83	68	44	65Xa	82Aa	67 Ba	48 Ca	65
Médias	74AX*	59BY	43 CX	59	75A X	66 BX	43 CX	61	74	63	43	60
C.V.(%)	4,65											
Plântulas anormais (%)												
Lote 1	22	28	32	27 Xb	21	19	26	22 Yb	22 Bb	24 Bb	29 Aa	25
Lote 2	35	33	32	33 Xa	34	22	22	26 Ya	34 Aa	28 Ba	27 Ba	30
Lote 3	18	24	30	24 Xc	16	22	24	22 Yb	17 Cc	23 Bb	27 Aa	23
Médias	25 BX	28 BX	31 AX	28	24 AX	21 AY	24 AY	23	24	25	28	26
C.V.(%)	11,04											
Sementes não germinadas (%)												
Lote 1	1	13	30	15	1	12	34	15	1	12	25	15b
Lote 2	2	15	29	15	2	18	36	19	2	16	33	17a
Lote 3	1	11	19	10	1	10	32	14	1	10	26	12b
Médias	1 CX	13 BX	26 AY	13	1 CX	13 BX	34 AX	16	1C	13B	30A	15
C.V.(%)	22,76											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 22. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de alface, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
Germinação (%)												
Lote 1	75 AXb*	33 BYb	27 BYc	45	75 AXb	45 BXb	36 BXa	52	75	39	32	49
Lote 2	85 AXa	64 BYa	34 CXb	61	85 AXa	68 BXa	36 CXa	63	85	66	35	62
Lote 3	90 AXa	66 BXa	38 CXa	65	90 AXa	67 BXa	39 CXa	65	90	66	38	65
Médias	83	54	33	57	83	60	37	60	83	57	35	59
C.V.(%)	2,45											
Plântulas anormais (%)												
Lote 1	21 BXa	38 AYa	36 AXab	32	21 BXa	31 AXa	32 AYa	28	21	35	34	30
Lote 2	14 BXb	31 AXb	32 AXb	26	14 CXb	22 BYb	32 AXa	23	14	27	32	25
Lote 3	10 CXb	24 BXc	38 AYa	24	10 CXb	27 BXa	31 AXa	23	10	26	35	23
Médias	15	31	35	27	15	27	31	25	15	29	33	26
C.V.(%)	10,03											
Sementes não germinadas (%)												
Lote 1	4 CXa	29 BXa	38 AXa	23	4 CXa	25 BXa	33 AXa	20	4	27	36	21
Lote 2	1 BXb	5 BYc	34 AXa	13	1 BXb	10 BXb	32 AXa	14	1	7	33	13
Lote 3	0 BXb	10 BXb	24 AYb	11	0 BXb	6 BYb	30 AXa	12	0	8	27	11
Médias	1	14	32	16	1	13	32	15	1	13	32	15
C.V.(%)	13,32											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 23. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de corda de viola, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
Germinação (%)												
Lote 1	45AXa*	32BYb	29BYb	35	45AXa	45AXa	38BXb	43	45	39	30	39
Lote 2	35BXb	54AXa	36BYa	41	35BXb	26CYb	56AXa	39	35	40	46	40
Médias	40	43	32	38	40	36	47	41	40	39	38	39
C.V.(%)	5,96											
Plântulas anormais (%)												
Lote 1	37	31	39	35 Xa	37	28	27	31 Ya	37Aa	30Ca	33Ba	33
Lote 2	24	25	26	25 Xb	24	27	22	25 Xb	24Ab	26Ab	24Ab	25
Médias	31 ABX	28 BX	32 AX	30	31 AX	28 ABX	25 BY	28	31	28	29	29
C.V.(%)	9,28											
Sementes não germinadas (%)												
Lote 1	18BXb	37AXa	33AXb	29	18CXb	27BYb	35AXa	26	18	32	34	27
Lote 2	41AXa	21BYb	39AXa	34	41AXa	47AXa	22BYb	37	41	34	31	36
Médias	29	29	36	32	29	37	28	32	29	33	32	32
C.V.(%)	12,50											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em sementes de picão preto, considerando a interação dupla significativa de lote e concentração foi verificado que independente da época de coleta de folhas, o extrato na concentração de 10% causou maior redução da germinação das sementes do lote 1, que apresentavam menor qualidade fisiológica. Além disto, considerando a interação dupla significativa de época x concentração, foi observado que independente do lote, tanto o extrato de folhas coletadas aos 60 como 90 DAS na concentração de 10% proporcionaram redução drástica da porcentagem de germinação. Este resultado provavelmente está associado ao aumento de plântulas anormais e sementes não germinadas na concentração de 10% para ambos os lotes, independente da época de coleta das folhas (Tabela 24). Para a interação dupla lote x época não foi observado diferença significativa.

De acordo com Ashrafi et al. (2008) uma das implicações da atividade alelopática é alteração na morfologia das plântulas, os quais verificaram aparecimento de maior quantidade de plântulas deformadas de cevada quando expostas aos extratos de girassol do que no tratamento controle (sem extrato). Gavazza; Brito e Rossetto (2008) verificaram intensa redução na porcentagem de germinação de alface sob extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 DAS. Onde a alface apresentou 20% de germinação sob extrato aquoso na concentração de 1,5% e não houve germinação com o aumento da concentração para 6,0%. No entanto, em trigo Morris e Parrish (1992), verificaram que o extrato aquoso, na concentração de 1:10 (m.v), provenientes de folhas de girassol no estágio de maturidade fisiológica, aproximadamente 90 DAS, não interferiram na germinação de trigo.

Pela Tabela 25, foi constatado pelas interações triplas significativas, que o extrato de folhas de girassol coletadas aos 60 DAS na concentração de 10% reduziu o vigor das sementes, avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, de nabo forrageiro do lote 1 e 2; das sementes do lote 1 de corda de viola e picão preto. Para alface, o extrato de folhas coletadas a 60 e 90 DAS na concentração de 10% não propiciou formação de plântulas normais nesta avaliação, para todos os lotes.

Além disto, na avaliação do vigor, considerando a interação tripla significativa, foi observada redução do vigor de sementes de nabo forrageiro, avaliado pela porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, quando foi empregado o extrato aquoso a 60 e 90 DAS na concentração de 10% para os lotes 1 e 2, assim como para o lote 3 submetido ao extrato aquoso de folhas coletadas aos 90 DAS na concentração de 10% (Tabela 25).

Para as sementes de alface não foi observado presença de plantas normais na primeira contagem do teste de germinação, para os três lotes quando estes foram submetidos aos extratos de folhas coletadas tanto aos 60 quanto aos 90 DAS na concentração de 10% (Tabela 25).

Para corda de viola e picão preto ao avaliar a interação tripla significativa, foi constatado redução acentuada na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, dos lotes 1 e 2 na presença do extrato de folhas coletadas aos 60 DAS na concentração de 10% (Tabela 25). De acordo com Rice 1984, a produção de aleloquímicos por plantas depende de um número grande de fatores, entre eles idade e estágio metabólico em que a planta se encontra. Bogatek et al. (2006) observaram que o extrato aquoso de folhas de girassol coletadas em pleno florescimento, aproximadamente aos 60 DAS na concentração de 10%, proporcionaram redução da germinação de sementes de mostarda. Já, Saeed; Ashfaq e Gul (2011) verificaram que extrato aquoso de plantas de girassol na maturidade, aproximadamente 90 DAS, proporcionou elevada redução da germinação, de *Trianthema portulacastrum* L, planta espontânea, que causa interferência na produção de milho.

Tabela 24. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
<b>Germinação (%)</b>												
Lote 1	64	35	32	44	64	42	34	47	64Aa	39Bb	33Cb	45
Lote 2	66	53	36	52	66	57	37	53	66Aa	55Ba	36Ca	52
Médias	65AX*	44BY	34CX	48	65AX	49BX	35CX	50	65	47	34	49
C.V.(%)	5,22											
<b>Plântulas anormais (%)</b>												
Lote 1	24	40	35	33	24	32	38	31	24Ba	36Aa	37Aa	32
Lote 2	24	33	34	30	24	24	32	27	24Ca	29Bb	33Ab	29
Médias	24BX	36AX	34AX	32	24BX	28BY	35AX	29	24	32	34	31
C.V.(%)	7,83											
<b>Sementes não germinadas (%)</b>												
Lote 1	12	25	33	23	12	27	28	22	12Ca	26Ba	31Aa	22
Lote 2	10	14	30	18	10	19	31	20	10Ca	16Bb	30Aa	19
Médias	11	20	32	21	11	23	30	21	11	21	31	21
C.V.(%)	13,22											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 25. Porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, obtidos de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
Plântulas normais na primeira contagem da germinação de nabo (%)												
Lote 1	56AXb*	44BXa	24CYc	41	57AXb	41BXa	28CXa	42	56	42	26	41
Lote 2	51AXc	41BXa	31CXb	41	52AXb	44BXa	28CXa	41	51	42	29	41
Lote 3	69AXa	43BXa	37BXa	50	70AXa	35BYb	26CYa	44	69	39	31	47
Médias	59	43	31	44	60	40	27	42	59	41	29	43
C.V.(%)	7,00											
Plântulas normais na primeira contagem da germinação de alface (%)												
Lote 1	53AXc	14BYb	0CXa	22	53AXc	22BXC	0CXa	25	53	18	0	23
Lote 2	60AXb	34BYa	0CXa	31	60AXb	48BXa	0CXa	36	60	41	0	33
Lote 3	70AXa	34BXa	0CXa	35	70AXa	32BXb	0CXa	34	70	33	0	34
Médias	61	27	0	29	61	34	0	32	61	30	0	30
C.V.(%)	5,09											
Plântulas normais na primeira contagem da germinação de corda de viola (%)												
Lote 1	21AXa	17BYb	14BYb	17	21AXa	21AXa	16BXb	19	21	19	15	18
Lote 2	11CXb	27AXa	17BYa	18	11CXb	13BYb	28AXa	17	11	20	23	16
Médias	16	22	15	17	16	17	22	18	16	20	19	16
C.V.(%)	7,68											
Plântulas normais na primeira contagem da germinação de picão preto (%)												
Lote 1	35AXb	12BYb	8CYb	18	35AXb	19BXb	20BXa	25	35	16	14	22
Lote 2	51AXa	26BYa	12CYa	30	51AXa	40AXa	20BXa	37	51	33	16	33
Médias	43	19	10	24	43	29	20	31	43	24	15	27
C.V.(%)	5,70											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados da análise de variância para os dados de disponibilidade hídrica (Anexos 36, 37, 38 e 39), foi observada nas sementes de nabo forrageiro significância da interação dupla (lote x potencial osmótico) para porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de sementes não germinadas. Também foi verificado que houve significância de efeito isolado de lotes e potencial osmótico para todas as variáveis analisadas em nabo forrageiro. Para alface, foi observada significância da interação dupla (lote x potencial osmótico) somente para sementes não germinadas. Houve significância de efeito isolado de lote e potencial osmótico para todas as variáveis analisadas em alface. Para corda de viola, foi observada significância da interação dupla (lote x potencial osmótico) para porcentagem de plântulas anormais e porcentagem de sementes não germinadas. Foi verificada significância de efeito isolado de lote para todas as variáveis avaliadas e de potencial osmótico para porcentagem de germinação e porcentagem de sementes não germinadas. Em picão preto somente foi verificada significância da interação dupla (lote x potencial osmótico) para porcentagem de plântulas anormais. Houve significância de efeito isolado de potencial osmótico para porcentagem de germinação, porcentagem de plântulas anormais e para porcentagem de sementes não germinadas. Não foi observada significância de efeito isolado de lote para todas as variáveis analisadas, nas sementes de picão preto.

Na Tabela 26. para apenas os extratos de folhas coletadas aos 60 DAS, pois foram as que promoveram maior redução da germinação, foi constatado para sementes de nabo forrageiro, ao observar a interação dupla significativa, que o potencial osmótico de -0,15 MPa com o uso de polietilenoglicol, o qual sumulava o potencial osmótico do extrato na concentração de 10% reduziu a germinação principalmente do lote 2 devido ao aumento de sementes não germinadas, estas sementes apresentavam menor qualidade fisiológica inicial (Tabela 26).

Tabela 26. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa.

Tratamentos	0,0 MPa	-0,05MPa	-0,15MPa	Médias
	Germinação (%)			
Lote 1	77Aa	61ABb	55Ba	64
Lote 2	66Ab	63Ab	46Bb	58
Lote 3	80Aa	67ABa	51Ba	66
Médias	74	63	51	
C.V.(%)	3,16			
Plântulas anormais (%)				
Lote 1	21Cb	33Ba	37Aa	30
Lote 2	25Ba	28Bb	32Ab	28
Lote 3	16Cc	21Bc	35Aab	24
Médias	21	27	35	
C.V.(%)	6,38			
Sementes não germinadas (%)				
Lote 1	2Bb	7Ab	9Ac	6
Lote 2	9Ba	9Aa	22Aa	13
Lote 3	4Bb	13Ab	14Ab	10
Médias	5	9	15	
C.V.(%)	20,85			

\* Médias seguida da mesma letra, maiúscula na coluna para potencial e minúscula na linha para lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as demais espécies estudadas, não houve interação dupla significativa para germinação, assim independente do lote, para sementes de alface, corda de viola e picão preto, o potencial hídrico a  $-0,15$  MPa (extrato a 10%) reduziu a germinação de maneira acentuada, provavelmente devido ao aumento de plântulas anormais, com menor desenvolvimento, tanto da raiz quanto do hipocótilo, assim como maior porcentagem de sementes não germinadas (Tabelas 27, 28 e 29).

E, independente do potencial, para alface o lote três apresentou os maiores valores de germinação (Tabela 27), para corda de viola o lote de foi o que apresentou os maiores valores de germinação (Tabela 28) e para picão preto não houve diferença na porcentagem de germinação entre os lotes (Tabela 29).

Assim, como houve redução ou ausência de germinação, pressupõe-se efeito fitotóxico do extrato aquoso de folhas de girassol (Tabelas 21 a 25). Também houve restrição hídrica causada pelo potencial osmótico (Tabelas 28 a 30). De acordo com a literatura, os potenciais osmóticos maiores que  $-0,2$  MPa para corda de viola (RIZZARD et al., 2009) e  $-0,3$  MPa para alface (BERTAGNOLLI et al., 2003) proporcionam redução na germinação, os autores consideraram a porcentagem de emissão da raiz e de plântulas normais, respectivamente. Estes resultados também foram constatados por Oracz et al. (2007). Para os autores, o extrato aquoso de folhas de girassol no florescimento prejudica a germinação de mostarda devido não estritamente ao estresse hídrico, embora este ocorra, mas também a imposição de um estresse oxidativo no início do processo de embebição das sementes, causado pelas substâncias fitotóxicas presente no girassol.

Além disso, de acordo com Miro et al. (1998), com a utilização de substâncias inertes, como o polietilenoglicol, que simula potenciais conhecidos, é possível desassociar o efeito do potencial osmótico e verificar a ação alelopática. O potencial osmótico dos extratos pode exercer efeitos negativos sobre a germinação mascarando, ou super estimando os efeitos da atividade alelopática, pois potenciais muito negativo diminuem a quantidade de água disponível a semente para que ocorram os eventos metabólicos da germinação.

Desta forma, como estes efeitos foram pronunciados para todas as espécies avaliadas, isto pode demonstrar que os extratos podem ser usados como estratégia para controle de plantas espontâneas. Leather (1986), Oracz et al. (2007) também comentam este potencial do extrato de folhas de girassol contra espécies espontâneas, podendo assim ser usado como herbicida natural.

Tabela 27. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de alface, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa.

Tratamentos	Germinação (%)			Médias
	0,0 MPa	-0,05MPa	-0,15MPa	
Lote 1	75	68	56	66b
Lote 2	81	67	55	68b
Lote3	85	75	64	74a
Médias	80A	70B	58C	
C.V.(%)	2,73			
Plântulas anormais (%)				
Lote 1	16	26	32	24 a
Lote 2	17	26	33	25 a
Lote 3	12	23	30	22 b
Médias	15 C	25 B	32 A	
C.V.(%)	8,78			
Sementes não germinadas (%)				
Lote 1	10ABa	7Ba	12Aa	10
Lote 2	3Cb	7Ba	12Aa	7
Lote 3	4ABb	2Bb	7Ab	4
Médias	5	5	10	
C.V.(%)	16,77			

\* Médias seguida da mesma letra, maiúscula na coluna para potencial e minúscula na linha para lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 28. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de corda de viola, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa.

Tratamentos	Germinação (%)			Médias
	0,0 MPa	-0,05MPa	-0,15MPa	
Lote 1	46	37	23	35 b
Lote 2	58	53	35	49 a
Médias	52A	45B	29C	
C.V.(%)	5,40			
Plântulas anormais deformadas (%)				
Lote 1	37Ba	38Ba	42Aa	39
Lote 2	35Aa	30Bb	27Bb	30
Médias	36	34	35	
C.V.(%)	6,93			
Sementes não germinadas (%)				
Lote 1	17Ca	26Ba	35Aa	26
Lote 2	8Cb	17Bb	38Aa	21
Médias	12	21	36	
C.V.(%)	13,54			

\* Médias seguida da mesma letra, maiúscula na coluna para potencial e minúscula na linha para lote, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 29. Porcentagem de germinação, de plântulas anormais e de sementes não germinadas, obtidos de sementes de picão preto, sob solução de PEG a -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa.

Tratamentos	0,0 MPa	-0,05MPa	-0,15MPa	Médias
	Germinação (%)			
Lote 1	64	56	48	56 a
Lote 2	68	55	46	56 a
Médias	66A	55B	47C	
C.V.(%)	6,90			
Plântulas anormais deformadas (%)				
Lote 1	27Ba	35Aa	33Ab	32
Lote 2	22Cb	34Ba	37Aa	31
Médias	24	35	35	
C.V.(%)	5,11			
Sementes não germinadas (%)				
Lote 1	9	10	19	13 a
Lote 2	11	12	17	13 a
Médias	10 B	11 B	18 A	
C.V.(%)	17,29			

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

Na avaliação do modo de ação pelo extravasamento de eletrólitos (Anexo 40), foi verificado pela análise de variância para os dados de porcentagem de extravasamento de eletrólitos, que não houve significância da interação tripla (lote x época de coleta de folhas de girassol x concentração dos extratos aquosos) para nenhuma das espécies estudadas. Somente foi constatada significância da interação dupla (época de coleta de folhas de girassol x concentração dos extratos aquosos) para alface. Também foi observada significância do efeito isolado de concentração para os dados de nabo, alface e corda de viola. Os demais efeitos isolados, época de coleta e lote não apresentaram significância.

Para nabo forrageiro, ao considerar o efeito dos fatores isoladamente, foi constatado, que a concentração de 5%, independente do lote e da época de colheita das folhas de girassol, proporcionou maior extravasamento de eletrólitos nas plântulas de nabo forrageiro (Tabela 30). Foi observado um aumento de 36% no extravasamento de eletrólito das plântulas na presença do extrato aquoso na concentração de 5%, quando comparado ao extravasamento daquelas que permaneceram em água destilada.

Para alface, ao considerar interação dupla significativa de época x concentração, independente do lote, o extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 DAS na concentração de 5% causou maiores danos as membranas celulares das plântulas de alface, pois estas apresentaram maior quantidade de extravasamento de eletrólitos (Tabela 30). Ao avaliar o efeito isolado de concentração, independente de lote e época de coleta das folhas de girassol, foi observado maior extravasamento de eletrólitos das plântulas na presença do extrato aquoso na concentração de 5% (Tabela 30).

Para corda de viola, ao analisar o efeito dos fatores isoladamente, foi observado que as concentrações de 5 e 10%, independente do lote e da época de coleta das folhas de girassol, proporcionaram maior extravasamento de eletrólitos (Tabela 30). Já para picão preto, ao analisar os fatores isoladamente, não foi observada diferença para nenhum dos três fatores estudados, lote, concentração e época de coleta das folhas de girassol (Tabela 30).

Tabela 30. Porcentagem de extravasamento relativo de eletrólitos de plântulas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, nas concentrações de 0, 5% e 10%.

Tratamentos	Folhas coletadas aos 60 DAS				Folhas coletadas aos 90 DAS				Médias			
	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Médias	0	5%	10%	Lotes
Extravasamento de eletrólitos de plântulas de nabo (%)												
Lote 1	34	68	56	53	34	71	58	54	34	70	57	53a
Lote 2	34	67	59	53	34	67	59	53	34	67	59	53a
Lote 3	33	78	55	55	33	70	61	55	33	74	58	55a
Médias	34	71	56	53X*	34	69	59	54X	34C	70A	58B	54
C.V.(%)	2,10											
Extravasamento de eletrólitos de plântulas de alface (%)												
Lote 1	38	59	51	49	38	64	60	54	38	62	56	52 a
Lote 2	36	66	43	48	36	55	60	50	36	61	52	49 a
Lote 3	34	78	46	53	34	54	57	49	34	66	51	51 a
Médias	36BX	68AX	47BY	50	36BX	58AY	59AX	51	36C	63A	53B	50
C.V.(%)	2,11											
Extravasamento de eletrólitos de plântulas de corda de viola (%)												
Lote 1	40	67	70	59	40	60	67	55	40	64	68	57a
Lote 2	39	58	67	55	39	59	60	53	39	58	64	54a
Médias	39	63	68	57X	39	60	63	54X	39B	62A	66A	55
C.V.(%)	17,86											
Extravasamento de eletrólitos de plântulas de picão preto (%)												
Lote 1	52	67	66	62	52	54	64	56	52	60	65	59a
Lote 2	50	61	62	58	50	67	60	59	50	64	61	60a
Médias	51	64	64	60X	51	61	62	57X	51A	62A	63A	62
C.V.(%)	5,70											

\* Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas A e B na linha (concentrações), minúsculas a e b na coluna (lotes) e maiúsculas X e Y na linha (épocas de coleta de folhas), não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados apresentados para nabo forrageiro, alface e corda de viola (Tabela 30), observou-se que o extrato com menor concentração (5%), foi o que causou maior extravasamento de eletrólitos, isto pode não estar associado à questão alelopática e sim, em relação à maior disponibilidade hídrica da solução nesta concentração. Pois em soluções menos concentradas, a água fica mais disponível as células, proporcionando desta forma maior velocidade de entrada da água, podendo ocorrer rupturas das membranas celulares e conseqüentemente maior lixiviação das substâncias. Rossetto et al. (1997) verificaram que sementes de soja sob plena disponibilidade hídrica (-0,04 MPa) apresentaram maior exsudação de eletrólitos após as primeiras 6 horas de embebição, do que quando sob potencial hídrico do substrato inicial (-0,10; -0,20 e -0,40 MPa), onde ocorreu a embebição das sementes. Para Vertucci (1989), a eficiência de reorganização dos constituintes celulares depende da velocidade de hidratação, ou seja, da pressão osmótica da água ou da solução que umedece o substrato.

Oracz et al. (2007) observaram que plântulas de mostarda expostas ao extrato de girassol, na concentração de 10%, de folhas de coletadas no florescimento, aproximadamente 60 DAS, apresentaram aumento acentuado no extravasamento de eletrólitos na solução de imersão, indicando perda da atividade das membranas celulares nas plântulas. De acordo com Scandalios (1993) em condições de estresse, tais como presença de compostos alelopáticos, ocorre à formação de radicais livres, os quais irão gerar uma severa carga oxidativa. Uma das ações alvo do estresse oxidativo é a peroxidação dos lipídios, processo que degrada ácidos graxos presentes nas membranas, conduzindo assim a graves danos celulares ou na reserva de lipídios presentes em sementes de oleaginosas. Além disto, Cruz-Ortega et al. (2002) demonstraram que na presença de fitotóxico ocorreu aumento da peroxidação de lipídeos em tomate, degradando as membranas.

Quando foi avaliado o modo de ação pela atividade enzimática foi constatado que houve efeito significativo da interação dupla (lotes x épocas de coleta das folhas de girassol) da atividade da catalase para raiz e hipocótilo de plântulas para todas as espécies estudadas. Assim como significância de efeito isolado de lote e época de coleta das folhas de girassol para todas as variáveis analisadas para as quatro espécies (Anexos 41 e 42).

Pela figura 16A e 16B, para nabo forrageiro, ao avaliar a interação época de coleta e lotes, foi constatada que as plântulas de nabo forrageiro submetidas ao extrato a 10% de folhas de girassol coletadas aos 60 DAS apresentaram maior atividade da catalase nas raízes do lote 1 e hipocótilos do lote 2. Sendo estes dois lotes os de menor qualidade fisiológica (Tabela 21). Oracz et al. (2007) observaram aumento na atividade da catalase, quando as plântulas de mostarda foram expostas ao extrato na concentração de 10% de folhas de girassol coletadas no pleno florescimento.

Pela figura 16C e 16D, para alface, foi observada que nas raízes e hipocótilos das plântulas do lote 3 provenientes de sementes distribuídas em substrato umedecido com extrato aquoso de folhas coletadas aos 60 DAS, ocorreu os maiores valores da atividade da catalase. No entanto este lote era o de maior qualidade fisiológica (Tabela 22).

Para corda de viola (Figuras 16E e 16F), foi observada maior atividade da catalase tanto para raiz quanto para hipocótilo das plântulas do lote 1 provenientes de sementes distribuídas em substrato umedecido com extrato aquoso aos 90 DAS e das plântulas do lote 2 provenientes de sementes distribuídas em substrato umedecido com extrato aquoso aos 60 DAS. Sendo o lote 2 de pior qualidade fisiológica (Tabela 23).

Este mesmo comportamento de maior atividade da catalase foi constatado para raiz e hipocótilo de plântulas de picão preto do lote 2 quando submetidas ao extrato de folhas coletadas aos 60 DAS (Figura 16G e 16H), lote este que apresentou menor qualidade fisiológica quando avaliado pelo teste de germinação (Tabela 24).

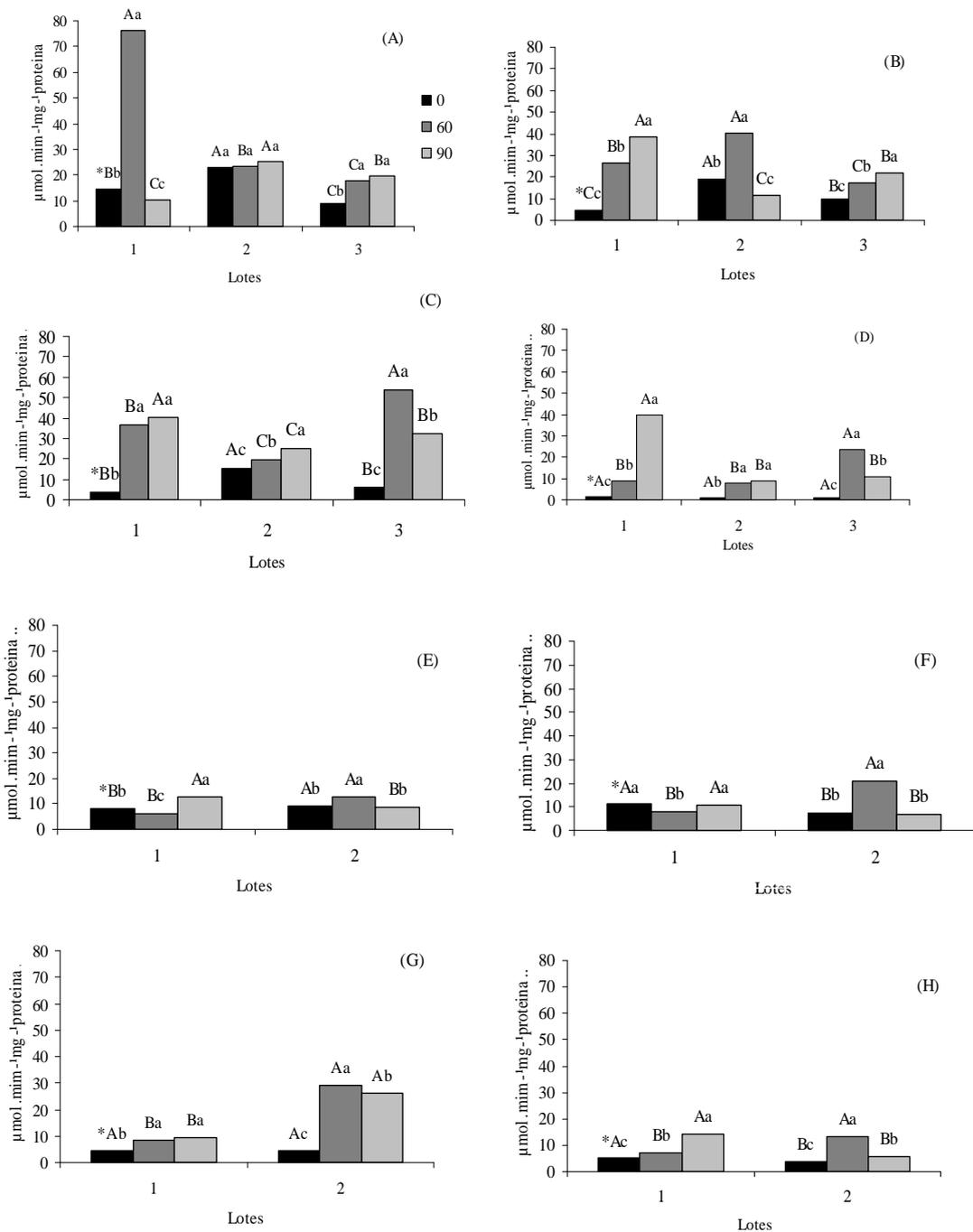


Figura 16 Atividade da Catalase (CAT) nas raízes (A, C, E e G) e nos hipocótilos (B, D, F e H) de nabo, alface, corda de viola e picão preto, respectivamente. Oriundo de sementes sob extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS, e sob água destilada (0). \* Medias seguidas da mesma letra maiúscula, para lotes e letra minúscula para substrato, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Compostos aleloquímicos estimulam a produção de espécies ativas em oxigênio, tais como peróxido de hidrogênio, através do bloqueio da cadeia transporta de elétrons, onde os

elétrons ficam livres e reagem facilmente com o O<sub>2</sub> formando superóxido (ALMEIDA et al., 2008). Por este motivo há maior formação de enzima catalase, já que esta enzima é responsável pela remoção dos radicais livres, fazendo o papel de proteção das células contra o estresse oxidativo. Muniz et al. (2007), ao avaliar a atividade da enzima catalase através de eletroforese, observaram padrões diferenciados das bandas desta enzima em sementes de milho submetidas ao extrato aquoso de tiririca nas concentrações de 10 e 100 g L<sup>-1</sup>.

A atividade da enzima superóxido desmutase (SOD) foi avaliada através da visualização da intensidade das bandas acromáticas no gel de poliacrilamida. Na figura 17A e 17B, foi observada maior intensidade das bandas para as raízes e hipocótilos de plântulas de nabo forrageiro provenientes de sementes do lote 1 distribuídas sobre substrato com extrato de folhas de girassol coletadas tanto aos 60 quanto aos 90 DAS, quando comparada as sementes distribuídas em substrato umedecido com água destilada, entre as épocas de coletas das folhas de girassol não foi possível a diferenciação da intensidade das bandas da enzima SOD. Este lote é o de menor qualidade fisiológica (Tabela 21). Nas figuras 17C e 17D, para raiz e hipocótilo de alface foi observado aumento no padrão das bandas da enzima SOD provenientes dos lotes 2 e 3 sob extrato de folhas de girassol tanto aos 60 quanto 90 DAS. Esta diferenciação indica aumento na atividade da enzima SOD, em comparação as plântulas sob água destilada. Estes lotes são os que apresentaram a menor qualidade fisiológica pelo teste de germinação (Tabela 22), com isso pode-se inferir uma correlação entre menor qualidade fisiológica e maior atividade das enzimas removedoras de radicais livres, tal como a SOD. Desta forma o extrato aquoso de folhas de girassol estaria induzindo a formação de radicais livres nas plântulas de nabo forrageiro e conseqüentemente ativando a enzima SOD. Ou pelo fato destes lotes serem de qualidade fisiológica inferior, a peroxidação dos lipídios e formação de radicais livres já estaria em um estágio mais avançado, vindo as substâncias fitotóxicas, presente no extrato aquosos de girassol, somente a intensificar este processo.

De acordo com Taiz e Zinger (2004), as enzimas são ótimos indicadores de deterioração de sementes, pois a atividade enzimática pode indicar transformações degenerativas nas sementes. Assim a técnica de eletroforese de izoenzimas pode auxiliar de maneira eficaz a avaliação do vigor em sementes, por meio da atividade de enzimas associadas a degradação e oxidação de substâncias de reserva. No sistema enzimático relacionado com a deterioração das sementes as enzimas superóxido desmutase, catalase e peroxidase, malatodesidrogenase, esterase, possuem papel de destaque uma vez que estão envolvidas no metabolismo celular (CARVALHO; VIEIRA; VON PINHO, 2000). Santos; Menezes e Villela (2005) ao avaliar o vigor de quatro cultivares de feijão após o armazenamento, verificaram que a técnica de eletroforese de proteínas possibilitou a detecção dos estágios iniciais de deterioração nos cultivares menos vigorosos, através da atividade de enzimas associadas à degradação, respiração, germinação e degradação dos lipídios.

Nas figuras 17E e 17F, para as raízes e hipocótilos de plântulas de corda de viola, respectivamente, não foram observadas diferença na intensidade das bandas, tanto para as raízes e hipocótilos sob água destilada quanto como sob os extratos aquosos de girassol a 5% de folhas coletadas tanto aos 60 quanto aos 90 DAS. Assim como, também não foi observada diferença da intensidade das bandas da enzima SOD entre os lotes e nem entre as épocas de coletas das folhas. Já para as raízes e hipocótilos de picão preto, Figuras 17G e 17H, foi observado que plântulas dos lotes 1 e 2, provenientes de sementes sob extrato aquoso de folhas de girassol, a 5% de folhas coletadas aos 60 e aos 90 DAS apresentaram aumento na atividade da enzima SOD, pois estas apresentaram intensificação do padrão das bandas, em comparação as raízes e hipocótilos de picão preto provenientes de sementes sob água destilada. Já entre os extratos não houve diferença da intensidade das bandas acromáticas da enzima SOD, entre as folhas coletadas aos 60 e aos 90 DAS. Observou-se que o efeito do

extrato aquoso de folhas de girassol alterou a atividade enzimática dos dois lotes tanto o de pior quanto o de melhor qualidade fisiológica de picão preto.

Oracz et al. (2007) verificaram o aumento da atividade da enzima SOD em plântulas de mostarda (*Brassica juncea* L.) quando submetidas ao extrato aquoso de folhas de girassol, sugerindo que substâncias alelopáticas presentes no extrato estariam induzindo a formação de radicais livres nas células e conseqüentemente ativação da enzima SOD, a qual possui o papel de remoção de peróxido de hidrogênio, convertendo este em água e oxigênio. E, Muniz et al. (2007) observaram aumento na atividade da enzima SOD com o aumento da concentração do extrato de bulbo de tiririca, nas sementes de alface, soja, milho e feijão. De acordo com estes autores parece que a substância presente no extrato de bulbo de tiririca estaria induzindo a formação de radicais livres nas sementes e conseqüentemente ativando a enzima superóxido dismutase.

Pode-se verificar que não foi observada, diferenciação entre a intensidade das bandas da enzima SOD, entre as raízes e hipocótilos sob extrato aquoso de girassol e as raízes e hipocótilo de corda de viola sob água destilada. Esta não diferenciação da atividade da enzima SOD em presença ou ausência de extrato aquoso de folhas de girassol, pode estar associada à variabilidade em que as espécies possuem em responder ao efeito de substâncias fitotóxicas. Pois, de acordo com Bernat et al. (2004) existem diferenças entre espécies e cultivares na resposta a ação dos aleloquímicos presentes no ambiente, podendo algumas espécies expressar maior resistência à presença dessas substâncias. Ciraka e Gawronska, (2004), ao avaliar a ação de extratos aquosos de folhas de girassol em diferentes espécies, constataram que as espécies de trigo, cevada e pepino tiveram sua germinação menos prejudicada pelos aleloquímicos do que alface, tomate, rabanete e mostrada, as quais apresentaram elevada redução na sua germinação. Para Macias et al. (2002) a planta de girassol é fonte de diversas substâncias alelopáticas tais como, fenóis e terpenos dentre outras substâncias com ação biológica. E desta forma uma determinada substância que ira prejudicar a germinação e, ou crescimento de uma espécie poderá agir como estimulante para outra espécie.

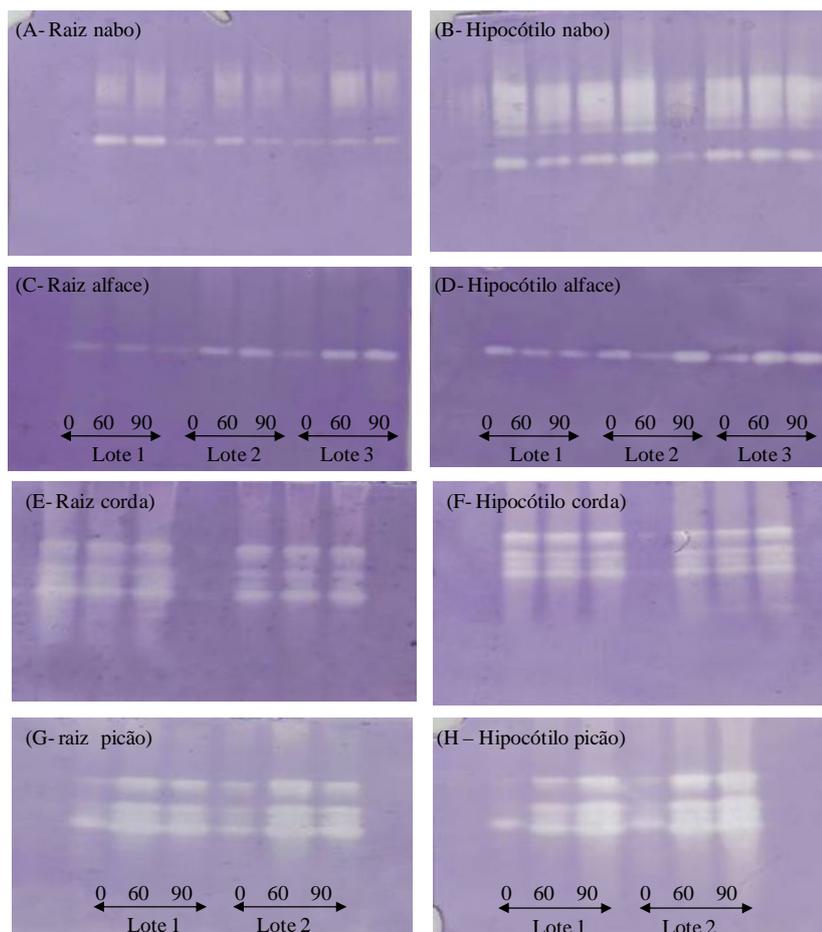


Figura 17 Padrão eletroforético da atividade da enzima SOD em partes de plântulas de lotes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS.

### 5.3.2 Experimento 2 - avaliação do efeito fitotóxico do girassol pela técnica de semeadura por substituição

Pela análise de variância para a metodologia de semeadura por substituição (Anexos 41, 42, 43 e 44). Para os dados de nabo forrageiro, somente foi verificada significância da interação dupla (lote x presença de plântulas de girassol) para massa seca de raiz e hipocótilo. Foi observada significância de efeito isolado de lote e de presença de plântula de girassol para todas as variáveis, exceto de lote para comprimento de raiz. Para alface somente foi verificada significância da interação dupla (lote x presença de plântulas de girassol) para massa seca de raiz e porcentagem de plântulas emergidas. Foi verificada significância de efeito isolado de lote somente para porcentagem de emergência de plântulas de alface. Assim como significância de efeito isolado de presença de plântulas de girassol para comprimento de hipocótilo, massa seca de raiz e porcentagem de emergência de plântulas de alface. Para corda de viola somente foi verificada significância da interação dupla (lote x presença de plântulas de girassol) para comprimento de raiz. Foi observada significância de efeito isolado de lote para massa seca de raiz e hipocótilo e porcentagem de emergência de plântulas de corda de viola. Assim como significância de efeito isolado de presença de plântulas de girassol para todas as variáveis analisadas em corda de viola. Nos dados de picão preto, somente foi

verificada significância da interação dupla (lote x presença de plântulas de girassol) para massa seca de hipocótilo. Houve significância de efeito isolado de lote para comprimento de raiz e porcentagem de emergência de plântulas de picão preto. Assim como significância de efeito isolado de presença de plântulas de girassol para comprimento de hipocótilo, para massa seca de raiz e porcentagem de emergência de plântulas de picão preto.

Na tabela 31, avaliou-se o efeito alelopático da presença de plântulas de girassol na germinação e no desenvolvimento das raízes e hipocótilos de plântulas oriundas de três lotes de sementes de nabo forrageiro e alface. Desta forma, foi constatado que nos vasos, os quais continham plântulas de girassol, ocorreu redução do comprimento e massa seca de raiz e da porcentagem de emergência de plântulas de nabo forrageiro, bem como o comprimento de hipocótilo e porcentagem de emergência de plântulas de alface, independente do lote. Além disto, independente da presença ou não de plântulas de girassol nos vasos, as plântulas de nabo forrageiro do lote 2 apresentaram menores valores de massa seca de raiz e porcentagem de emergência (Tabela 31). Considerando a interação dupla, lote x presença de plântulas de girassol, foi observado que na presença de plântulas de girassol os lotes 1 e 3 de alface apresentaram redução na massa seca de raiz, o mesmo comportamento foi observado para massa seca de hipocótilo de nabo forrageiro na presença de plântulas de girassol (Tabela 31).

Na Tabela 32, foi constatado que, independente do lote, a presença de plântulas de girassol no substrato reduziu o comprimento de hipocótilo, massa seca de raiz e porcentagem de emergência de plântulas de corda de viola e picão preto. Já independente da presença ou não de plântulas de girassol, o lote 1 apresentou menor valor de massa seca de raiz de corda de viola (Tabela 32). Ainda na tabela 33, foi verificado que a presença de plântulas de girassol no substrato proporcionou menor comprimento de raiz e menor acúmulo de massa seca de hipocótilo de corda de viola dos lotes 1 e 2 (Tabela 32). Foi verificada redução na massa seca de hipocótilo do lote 1 para as plântulas de picão na presença de plântulas de girassol no substrato (Tabela 32).

Estes lotes (1 e 2 para nabo forrageiro e alface, o 2 para corda de viola e o 1 para picão preto) são de pior qualidade fisiológica como demonstrado pelo teste de germinação (Tabelas 21 a 24), pelo teste de primeira contagem (Tabela 25), extravasamento (Tabela 31), desta forma este teste mostra-se bastante preciso na avaliação da ação fitotóxica do girassol, sob nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto.

Silva et al. (2009) verificaram menor porcentagem de emergência de plântulas de picão preto e corda de viola, quando estas espécies cresceram na presença de plântulas de girassol, no mesmo substrato. E comentam que a técnica da semeadura em substituição, que consiste na retirada de algumas plântulas de girassol e substituição destas, por plântulas de outra espécie, é adequada para detectar efeitos alelopáticos de girassol sobre picão preto, por simular de maneira mais próxima as situações ocorridas a campo.

Além disso, comparando a metodologia para avaliação de comprimento e massa de plântulas com a empregada no teste de germinação, Ferreira e Aquila (2000) indicam que o teste de germinação é menos sensível para avaliar a ação dos aleloquímicos, em relação aos que avaliam o desenvolvimento de plântula. Assim o efeito alelopático não interfere na porcentagem de germinação das sementes, e sim no desenvolvimento das plântulas, pois a presença de aleloquímicos pode ocasionar a inibição da mitose ou/e o rompimento da estrutura das organelas celulares (GNAZDWSKA; BOGATEK, 2005).

Tabela 31. Comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa de seca raiz, massa seca de hipocótilo e porcentagem de plântulas emergidas, obtidos de sementes de nabo forrageiro e de alface semeadas em vasos com e sem a presença de plântulas de girassol.

Tratamentos	Nabo			Alface		
	Sem girassol	Com girassol	Médias	Sem girassol	Com girassol	Médias
Comprimento de raiz (cm)						
Lote 1	3,85	2,11	2,98 a	2,04	1,66	1,85 a
Lote 2	3,29	2,31	2,80 a	2,15	1,64	1,90 a
Lote 3	4,02	2,25	3,13 a	2,13	1,76	1,94 a
Médias	3,72 A	2,22 B	2,97	2,11 A	1,69 A	
C.V. (%)		5,41			10,00	
Comprimento hipocótilo (cm)						
Lote 1	6,23	4,70	5,46 a	3,38	2,09	2,74 a
Lote 2	5,62	5,79	5,71 a	2,80	2,39	2,60 a
Lote 3	5,33	4,25	4,79 b	3,58	2,18	2,88 a
Médias	5,73 A	4,92 A	5,32	3,25 A	2,22 B	
C.V. (%)		8,52			8,80	
Massa seca de raiz (g)						
Lote 1	0,084	0,038	0,061 a	0,006 Aa	0,002 Bb	0,004
Lote 2	0,039	0,028	0,033 b	0,004 Ab	0,004 Aa	0,004
Lote 3	0,074	0,047	0,060 a	0,006 Aa	0,002 Bb	0,004
Médias	0,065 A	0,037 B	0,051	0,005	0,003	
C.V. (%)		5,10			6,89	
Massa seca de hipocótilo (g)						
Lote 1	0,037 Ab	0,027 Bb	0,032	0,004	0,016	0,009a
Lote 2	0,026 Bb	0,033 Aa	0,029	0,005	0,003	0,004a
Lote 3	0,060 Aa	0,034 Ba	0,047	0,025	0,008	0,016a
Médias	0,041	0,032	0,036	0,011 A	0,009 A	
C.V. (%)		9,40			7,57	
Plântulas emergidas (%)						
Lote 1	72	55	64 a	53	40	47b
Lote 2	47	40	44 b	60	53	57b
Lote 3	69	59	64 a	84	55	70 <sup>a</sup>
Médias	63 A	51 B	57	66A	49B	
C.V. (%)		6,49			7,99	

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

Tabela 32. Comprimento de raiz, comprimento de hipocótilo, massa seca de raiz, massa seca de hipocótilo e porcentagem de plântulas emergidas, obtidos de sementes de corda de viola e picão preto, semeadas em vasos com e sem a presença de plântulas de girassol.

Tratamentos	Corda de viola			Picão preto		
	Sem girassol	Com girassol	Médias	Sem girassol	Com girassol	Médias
Comprimento de raiz (cm)						
Lote 1	5,77 Aa	3,28 Ba	4,53	1,520	1,478	1,499 b
Lote 2	4,02 Ab	3,43 Ba	3,72	1,751	1,786	1,769 a
Médias	4,90	3,36		1,636A	1,632A	
C.V.(%)		10,03			8,59	
Comprimento hipocótilo (cm)						
Lote 1	7,18	5,33	6,26 a	3,035	2,626	2,830 a
Lote 2	6,63	6,17	6,40 a	2,957	2,653	2,805 a
Médias	6,91 A	5,75 B		2,996A	2,639B	
C.V.(%)		6,98			6,23	
Massa de matéria seca raiz (g)						
Lote 1	0,099	0,064	0,082 a	0,0043	0,003	0,003 a
Lote 2	0,084	0,057	0,070 b	0,0034	0,003	0,003 a
Médias	0,092A	0,060B		0,004A	0,003B	
C.V.(%)	10,32			6,38		
Massa de matéria seca de hipocótilo (g)						
Lote 1	0,054Ab	0,030Ba	0,042	0,004Aa	0,002Bb	0,003
Lote 2	0,063Aa	0,035Ba	0,049	0,003Ab	0,004Aa	0,003
Médias	0,058	0,033		0,003	0,003	
C.V.(%)		9,53			4,11	
Plântulas emergidas (%)						
Lote 1	58	54	56 a	59	42	51 a
Lote 2	64	48	56 a	51	41	46 b
Médias	61 A	51 B		55 A	42 B	
C.V.(%)		6,45			7,15	

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

### 5.3.3 Experimento 3 - Avaliação pela técnica da cobertura residual de plantas de girassol

Pela análise de variância para os dados referentes a técnica da cobertura residual de plantas de girassol (Anexos 45, 46, 47 e 48), para nabo forrageiro não foi verificada significância da interação dupla (época de deposição dos resíduos sobre o solo e quantidade de resíduo depositado). Foi verificada significância de efeito individual de época de deposição dos resíduos para todas as variáveis analisadas. Também foi observada significância de efeito isolado de quantidade de resíduo depositado para comprimento de raiz e de parte aérea, e para

porcentagem de emergência de plantas de nabo forrageiro. Ainda foi observada significância entre os tratamentos (com deposição de resíduo de girassol) e a testemunha (sem deposição de resíduo) para comprimento de raiz e parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas de nabo forrageiro.

Para alface foi verificada significância da interação dupla (época de deposição dos resíduos sobre o solo x quantidade de resíduo depositado) para comprimento de parte aérea, para massa seca de raiz e parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas. Foi verificada significância de efeito individual de época de deposição dos resíduos para todas as variáveis analisadas em alface. Também foi observada significância de efeito isolado de quantidade de resíduo depositado somente para comprimento de parte aérea de alface. Ainda foi observada significância entre os tratamentos (com deposição de resíduo de girassol) e a testemunha (sem deposição de resíduo de girassol) para massa seca de raiz e de parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas de alface.

Para corda de viola, foi verificada significância da interação dupla (época de deposição dos resíduos sobre o solo x quantidade de resíduo depositado) para comprimento e massa seca de parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas. Foi verificada significância de efeito individual de época de deposição dos resíduos para comprimento de raiz e de parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas de corda de viola. Também foi observada significância de efeito isolado de quantidade de resíduo depositado para comprimento de parte aérea e massa seca de raiz de plantas de corda de viola. Foi observada significância entre os tratamentos (com deposição de resíduo de girassol) e a testemunha (sem deposição de resíduo) para comprimento de raiz e parte aérea e massa seca de parte aérea de corda de viola.

Em picão preto foi observada significância da interação dupla (época de deposição dos resíduos sobre o solo x quantidade de resíduo depositado) para comprimento de parte aérea e massa seca de raiz de plantas. Assim como foi verificada significância de efeito individual de época de deposição dos resíduos para comprimento de raiz, massa seca de raiz e parte aérea e para porcentagem de emergência de plantas de picão preto. Também foi observada significância de efeito isolado de quantidade de resíduo depositado para massa seca de raiz de plantas de picão preto. Foi observada significância entre os tratamentos (com deposição de resíduo de girassol) e a testemunha (sem deposição de resíduo de girassol) para comprimento e massa seca de parte aérea e porcentagem de emergência de plantas de picão preto.

Na Tabela 33, para nabo forrageiro, ao avaliar os fatores isoladamente, foi verificado para que a presença de resíduos de girassol 10, 21 e 40 g/vaso na superfície do solo, reduziu o comprimento de raiz e porcentagem de emergência de plantas desta espécie, independente da época de deposição dos resíduos de girassol. A deposição de 40 g de resíduos/vaso ocasionou os menores valores de comprimento de parte aérea e em nabo forrageiro, independente da época de deposição dos resíduos. Já para massa seca de raiz e hipocótilo não houve diferença quanto a quantidade de resíduos depositada, independente dos dias de deposição antes da semeadura (Tabela 33). Batish et al. (2002) sugerem que a redução no crescimento de trigo pode ser atribuída ao aumento de compostos fitotóxicos oriundos da decomposição de resíduos de plantas de girassol sobre o solo.

Tabela 33. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de nabo semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.

Tratamentos	5	10	21	40	Médias	C.V.(%)
	(g de resíduos de girassol/vaso)					
Comprimento de raiz (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	10,8	10,6	10,6	9,0	10,3 b	
5 DAS	13,2	11,7	11,5	11,5	12,0 a	
15 DAS	11,5	9,8	9,7	8,7	9,9 bc	
30DAS	9,2	8,5	8,6	7,9	8,6 c	10,55
Médias	11,2 A	10,2 AB	10,1 AB	9,3 B		
Tratamentos	10,2 b					
Controle	12,6 a					
Comprimento de parte aérea (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	9,4	11,1	10,8	8,1	9,9 a	
5 DAS	11,0	9,5	10,5	9,0	10,0 a	
15 DAS	8,8	8,8	8,4	7,2	8,3 b	
30DAS	7,5	6,3	7,0	6,4	6,8 c	13,80
Médias	9,2 A	8,9 A	9,2 A	7,7 B		
Tratamentos	8,7 a					
Controle	11,8 a					
Massa seca raiz (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,184	0,199	0,189	0,184	0,189 a	
5 DAS	0,171	0,142	0,170	0,180	0,166 b	
15 DAS	0,184	0,165	0,139	0,149	0,159 bc	
30DAS	0,143	0,148	0,147	0,146	0,146 c	14,02
Médias	0,170 A	0,163 A	0,161 A	0,165 A		
Tratamentos	0,165 a					
Controle	0,181 a					
Massa de parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,234	0,247	0,250	0,227	0,240 a	
5 DAS	0,237	0,206	0,161	0,202	0,202 ab	
15 DAS	0,202	0,210	0,183	0,202	0,199 b	
30DAS	0,183	0,196	0,171	0,177	0,182 b	14,00
Médias	0,214 A	0,215 A	0,191 A	0,202 A		
Tratamentos	0,206 a					
Controle	0,222 a					
Plantas emergidas (%)						
0 DAS	67	65	65	65	65 a	
5 DAS	65	58	53	52	57 b	
15 DAS	60	48	47	50	51 c	
30DAS	57	54	54	52	54 b	8,45
Médias	62 A	56 B	55 B	55 B		
Tratamentos	57 b					
Controle	73 a					

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

Já independente da quantidade de resíduo depositado, quando estes foram colocados aos 30 dias antes da semeadura proporcionaram menor comprimento de raiz e de parte aérea e massa seca de raiz de nabo forrageiro, embora não tenha diferido estatisticamente dos colocados aos 15 dias para o comprimento e massa de raiz (Tabela 33). Para massa seca de parte aérea de nabo forrageiro os menores valores foram quando a deposição dos resíduos ocorreu aos 15 e 30 dias antes da semeadura, embora não tenha diferido estatisticamente dos valores de quando os resíduos foram depositados aos 5 dias antes da semeadura, independente da quantidade de resíduo (Tabela 33). Foi verificado que ocorreram variações de resultados entre os períodos de deposição, isto pode ter ocorrido, pois os resíduos deixados sobre o solo podem exercer tanto efeito físico como químico. Ou seja, aqueles resíduos com menor período de decomposição podem estar ocasionando uma barreira física, ou impedindo a passagem da radiação solar, alterando a temperatura do solo.

De acordo com Batish et al. (2002), os resíduos de girassol sobre a superfície do solo proporcionam redução no crescimento de plantas de sorgo e soja no período entre 30 e 60 dias após a semeadura, sendo este período o de maior liberação de substâncias fitotóxicas. Desta forma ocorre interferência no processo de germinação e do desenvolvimento da parte aérea da planta, não por ação química mas por ação física, pois dependendo do período de deposição dos resíduos, pode ainda não ter havido liberação de substâncias fitotóxicas capaz de causar danos ao estabelecimento das plantas. Silva (2009) observou que resíduos de plantas de girassol, que foram coletadas na maturidade, quando estes são depositados no solo aos 5 e 10 dias antes da semeadura de picão preto ocorre acentuada redução na massa seca de parte aérea desta espécie, avaliadas aos 21 dias após a semeadura.

Ao considerar a interação entre os tratamentos e o controle, foi observado que a presença de resíduos de girassol proporcionou redução no comprimento de raiz e porcentagem de plantas emergidas de nabo forrageiro (Tabela 33).

Na Tabela 34, para alface considerando a interação dupla significativa entre dias de deposição e quantidade de resíduos depositados, foi constatado que 40 g de resíduos/vaso depositados aos 30 dias antes da semeadura proporcionaram redução nos valores comprimento de parte aérea, massa seca de raiz e porcentagem de plantas emergidas de alface (Tabela 34). Para massa seca de parte aérea a redução mais drástica foi quando foram depositados 40 g de resíduo/vaso aos 15 dias antes da semeadura. Além disso, para comprimento de raiz de alface não foi observada diferença entre as quantidades de resíduos depositados, independente dos dias de deposição (Tabela 34). E, independente da quantidade de resíduos, a deposição aos 15 e 30 dias antes da semeadura ocasionou redução no comprimento de raiz de alface (Tabela 34).

Considerando a interação entre os tratamentos e o controle, foi observado que a presença de resíduos de girassol proporcionou redução na massa seca de raiz e parte aérea e na porcentagem de plantas emergidas de alface (Tabela 34).

Tabela 34. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de alface semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.

Tratamentos	5	10	21	40	Médias	C.V.(%)
	(g de resíduos de girassol/vaso)					
Comprimento de raiz (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	9,2	8,9	8,5	10,7	9,3 a	
5 DAS	8,2	8,3	9,8	7,3	8,4 a	
15 DAS	6,7	7,3	8,0	6,0	7,0 b	
30DAS	7,2	7,1	7,0	6,5	6,9 b	14,45
Médias	7,8 A	7,9 A	8,3 A	7,7 A		
Tratamentos	7,9 a					
Controle	8,0 a					
Comprimento de parte aérea (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	2,5 Ba	3,3 ABa	2,8 Ba	4,9 Aa	3,4	
5 DAS	2,5 Aa	3,1 Aa	2,2 Aa	2,1 Ab	2,5	
15 DAS	2,2 Aa	3,1 Aa	2,9 Aa	2,2 Ab	2,6	
30DAS	2,7 ABa	2,9 Aa	2,3 Ba	1,8 Bb	2,4	15,00
Médias	2,4	3,1	2,6	2,8		
Tratamentos	2,7 a					
Controle	2,5 a					
Massa seca raiz (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,413Aa	0,283Bb	0,557Aa	0,438Aa	0,423	
5 DAS	0,324Aa	0,352Aab	0,363Aab	0,179Bb	0,304	
15 DAS	0,325Aa	0,385Aa	0,194Bb	0,211Bb	0,279	
30DAS	0,354Aa	0,225Bb	0,268ABb	0,253Bb	0,275	23,60
Médias	0,354	0,311	0,345	0,270		
Tratamentos	0,320 b					
Controle	0,433 a					
Massa de parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,533Aa	0,300Bb	0,493Aa	0,287Bb	0,403	
5 DAS	0,323Bb	0,337Bb	0,397Aa	0,407Aa	0,366	
15 DAS	0,328Bb	0,463Aa	0,335Bab	0,192Cb	0,329	
30DAS	0,221Bb	0,228Bb	0,202Bb	0,466Aa	0,279	17,27
Médias	0,351	0,332	0,357	0,338		
Tratamentos	0,345 b					
Controle	0,634 a					
Plantas emergidas (%)						
0 DAS	65Aa	68Aa	66Aa	61Aab	65	
5 DAS	59Bab	55Bb	63ABa	67Aa	61	
15 DAS	53ABb	50Bb	62Aa	51Bbc	54	
30DAS	56Aab	53ABb	51ABb	43Bc	51	8,19
Médias	58	57	61	56		
Tratamentos	58 b					
Controle	66 a					

---

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

Na tabela 35, ao avaliar a interação dupla significativa, foi verificado que 40 g de resíduos/vaso depositados aos 30 dias antes da semeadura proporcionaram redução nos valores comprimento de parte aérea de plantas de corda de viola. Para massa seca de parte aérea de alface os menores valores ocorreram na presença de 21 g de resíduos/vaso depositados aos 5 dias antes da semeadura (Tabela 35). Já para porcentagem de plantas emergidas de corda de viola, foi constatada menor emergência na presença de 5 g de resíduos/vaso depositados aos 5 dias antes da semeadura (Tabela 35). Ainda, na Tabela 35, ao avaliar os fatores isoladamente, foi observado que a deposição de 40 g de resíduos/vaso ocasionou menor massa seca de raiz de corda de viola, independente dos dias de deposição. Já para comprimento de raiz de corda de viola não foi constatado diferença entre as quantidades de resíduos, independente dos dias de deposição. Independente da quantidade de resíduos depositados em cada vaso, a deposição aos 15 dias antes da semeadura proporcionou a maior redução no comprimento de raiz de corda de viola.

Ao considerar a interação entre os tratamentos e o controle, foi observado que a presença de resíduos de girassol proporcionou redução no comprimento de raiz e parte aérea, na massa seca de parte aérea de plantas de corda de viola (Tabela 35).

Na Tabela 36, para picão preto considerando a interação dupla significativa, foi verificado que deposição de 5 g de resíduo/vaso aos 5 dias antes da semeadura, de 10 g de resíduo/vaso aos 30 dias e de 40 g de resíduo/vaso aos 15 dias reduziu o comprimento de parte aérea. Para massa seca de raiz de picão preto foi observada redução na presença de 5 g de resíduo/vaso aos 30 dias antes da semeadura e na presença de 510 g de resíduo/vaso aos 15 dias antes da semeadura. Além disso, na tabela 37, ao avaliar os tratamentos isoladamente foi observado que a quantidade de resíduo depositado, independente do dia de deposição, não interferiu no comprimento de raiz, na massa seca de parte aérea e na porcentagem de plantas emergidas de picão preto. Já, independente da quantidade de resíduo, a deposição destes aos 15 dias antes da semeadura proporcionou menor comprimento de raiz e massa seca da parte aérea, assim como a deposição dos resíduos aos 30 dias antes da semeadura reduziu os valores de porcentagem de plantas emergidas de picão preto (Tabela 36). Ao considerar a interação entre os tratamentos e o controle, foi observado que a presença de resíduos de girassol proporcionou redução somente na porcentagem de emergência de plantas de picão preto (Tabela 36). Silva et al. (2011) também verificaram que a porcentagem de estabelecimento de plantas de picão preto é prejudicada na presença de resíduos de girassol, pois estes autores verificaram que com o incremento da quantidade de resíduo da parte aérea (folhas e caule) até 13192 kg. ha<sup>-1</sup>, ocorreu menor porcentagem de emergência quando comparado ao estabelecimento das plantas de picão preto sem a presença de resíduos sobre o solo.

Tabela 35. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de corda de viola semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura - DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.

Tratamentos	5	10	21	40	Médias	C.V.(%)
	(g de resíduos de girassol/vaso)					
Comprimento de raiz (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	14,2	14,9	15,3	13,7	14,5a	
5 DAS	15,0	14,7	13,9	11,0	13,6ab	
15 DAS	10,8	11,1	11,4	12,2	11,4c	
30DAS	11,2	11,3	14,4	12,8	12,4bc	13,02
Médias	12,8A*	13,0A	13,7A	12,4A		
Tratamentos	13,0 b					
Controle	16,3 a					
Comprimento de parte aérea (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	23,2Aa	25,5Aa	23,6Aa	24,6Aa	24,2	
5 DAS	24,2Aa	22,1Aab	20,8ABab	16,3Bbc	20,9	
15 DAS	19,9Ab	15,1Ac	15,2Abc	19,7Aab	17,5	
30DAS	13,9Cb	19,4Abc	14,9ABc	13,0Cc	15,3	10,40
Médias	20,3	20,5	18,6	18,4		
Tratamentos	19,5 b					
Controle	24,1 a					
Massa seca de raiz (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,518	0,469	0,514	0,405	0,477a	
5 DAS	0,360	0,407	0,424	0,450	0,410a	
15 DAS	0,471	0,407	0,445	0,259	0,395a	
30DAS	0,531	0,400	0,508	0,400	0,460a	14,18
Médias	0,470A	0,421AB	0,473A	0,378B		
Tratamentos	0,435 a					
Controle	0,413 a					
Massa seca de parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,718Aa	0,516Bb	0,613Aa	0,697Aa	0,636	
5 DAS	0,682Aa	0,615Aa	0,477Bc	0,557Bb	0,583	
15 DAS	0,545Bb	0,686Aa	0,652Aa	0,584Bb	0,617	
30DAS	0,539Ab	0,582Aab	0,530Ab	0,547Ab	0,550	20,01
Médias	0,621	0,600	0,568	0,596		
Tratamentos	0,596 b					
Controle	0,717 a					
Plantas emergidas (%)						
0 DAS	45Aab	43Aab	46Aa	51Aa	47	
5 DAS	35Bb	51Aa	49Aa	43ABab	44	
15 DAS	39Aab	39Ab	45Aa	39Ab	41	
30DAS	47Aa	44Aab	50Aa	41Aab	46	11,04
Médias	42	44	47	44		
Tratamentos	44 a					

Controle 44 a

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

Tabela 36. Comprimento de raiz, comprimento de parte aérea, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e porcentagem de plantas emergidas, obtidos de sementes de picão preto semeadas em vasos com 5, 10, 21 e 40 g de resíduos de girassol depositados aos 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura- DAS, além do controle sem deposição de resíduo de girassol.

Tratamentos	(g de resíduos de girassol/vaso)				Médias	C.V.(%)
	5	10	21	40		
Comprimento de raiz (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	6,6	6,9	7,0	6,2	6,7ab	
5 DAS	5,9	12,8	6,1	5,7	7,6a	
15 DAS	5,9	5,1	5,5	5,0	5,4b	
30DAS	5,9	6,6	6,4	5,9	6,2ab	8,56
Médias	6,1A	7,8A	6,2A	5,7A		
Fatorial	6,5 a					
Controle	6,9 a					
Comprimento de parte aérea (cm planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	4,3Aa	4,6Aa	4,3Ab	4,0Ab	4,3	
5 DAS	3,9Bb	4,7Ba	5,1Aba	5,7Aa	4,9	
15 DAS	4,3Ba	4,2Bab	5,0Aa	3,9Bb	4,4	
30DAS	5,2Aa	3,9Bb	4,9Aa	4,7Aab	4,7	12,75
Médias	4,4	4,3	4,8	4,6		
Fatorial	4,5 a					
Controle	5,1 a					
Massa seca de raiz (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,073Aa	0,056Bb	0,062Aa	0,054Ab	0,061	
5 DAS	0,056Ab	0,041Bb	0,045Bab	0,044Aa	0,046	
15 DAS	0,051Bb	0,037Bc	0,039Bb	0,151Aa	0,070	
30DAS	0,037Bc	0,153Aa	0,031Bb	0,041Bb	0,065	18,20
Médias	0,054	0,072	0,044	0,072		
Fatorial	0,061 a					
Controle	0,063 a					
Massa seca de parte aérea (g planta <sup>-1</sup> )						
0 DAS	0,047	0,038	0,041	0,033	0,040a	
5 DAS	0,041	0,041	0,043	0,032	0,039ab	
15 DAS	0,038	0,025	0,026	0,024	0,028b	
30DAS	0,029	0,028	0,039	0,046	0,035ab	25,03
Médias	0,039A	0,033A	0,037A	0,034A		
Fatorial	0,036 a					
Controle	0,040 a					
Plantas emergidas (%)						
0 DAS	61	56	47	53	54a	
5 DAS	52	49	50	47	50ab	
15 DAS	49	46	52	44	48bc	
30DAS	44	44	42	41	43c	9,67
Médias	52A	49A	48A	46A		
Fatorial	49 b					

Controle                      60 a

---

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

## 5.4 CONCLUSÕES

O extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 dias após a semeadura , a 10%, prejudicou a germinação de sementes de alface, corda e picão preto, independente do lote, por causar restrição hídrica e fitotoxidez.

Os extratos aquosos de folhas de girassol, a 5%, promoveram intenso extravasamento de eletrólitos provenientes de plântulas de nabo forrageiro, alface e corda de viola, independente do lote mas, quando elaborado com folhas coletadas aos 60 dias após a semeadura propiciou aumento da atividade da enzima catalase e da superóxido desmutase em raízes de plântulas de nabo forrageiro, provenientes do lote de sementes de menor qualidade fisiológica inicial.

Há redução da porcentagem de emergência e massa de plântulas de nabo forrageiro, corda de viola na presença de plântulas de girassol, independente do lote.

A presença de de resíduos de parte aérea de plantas de girassol (40g/3kg de solo), depositados aos 30 dias antes da semeadura, em superfície, provocaram redução do comprimento da parte aérea nas plântulas de alface e corda de viola.

## 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F.S., VOLL, E.; PRETE, C.E.C. Embebição e germinação de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa*). **Planta Daninha**, Visoça, v.21, n.1, p.21-25, 2003.
- ALFENAS, A.C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microrganismos**. 2. ed. Viçosa MG. Editora UFV. 2006, 627p.
- ALMEIDA, F.S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p. 221-236, 1991.
- ALMEIDA, D.G.; ZUCOLOTO, M.; ZETUN, M.C.; COELHO, I.; SOBREIR, F.M. Estresse oxidativo em células vegetais mediante aleloquímicos. **Revista Faculdade Nacional de Agronomia de Medellín**. Colombia, v.61, n.1, p.4237-4247, 2008.
- ALSAADAWI, I.S. KHALIQ, A.; AL-TEMIMI, A.A.; MATLOOB, A. Integration of sunflower (*Helianthus annuus*) residues with a pre-plant herbicide enhances weed suppression in broad bean (*Vicia faba*). **Planta Daninha**, Visoça, v. 29, n. 4, p. 849-859, 2011.
- ANJUM, T; BAJWA, R. The effect of sunflower leaf extracts on *Chenopodium album* in wheat fields in Pakistan. **Crop Protection**, Guildford, v. 26, n1, p.1390–1394, 2007.
- ASHRAFI, Z.Y., SADEGHI, S.; MASHHADI, R.H.; HASSAN, A.M. Allelopathic Effects of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on Germination and Growth of Wild Barley (*Hordeum spontaneum*). **Journal of Agricultural Technology**, Thailand, v. 4, n.1, p. 219-229, 2008.
- AZANIA, A.A.P.M.; AZANIA, C.A.M.; PAVANI, M.C.M.D.; CUNHA, M.C.S.. Métodos de superação de dormência em sementes de *Ipomoea* e *Merremia*. **Planta Daninha**, Visoça, v.21, n.2, p.203-209, 2003.
- AZEVEDO, R.A; ALAS, R.M; SMITH, R.J; LEA, P.J. Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen v.104, n.2, 280-292. 1998.
- BAILLY, C.; LEYMARIE, J.; LEHNER, A.; ROUSSEAU, S.; CÔME, D.; CORBINEAU, F. Catalase activity and expression in developing sunflower seeds as related to drying. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.55, n.396, p.475-483, 2004.
- BATISH, D.R.; TUNG, P; SINGH, H.P.; KOHLI, R.K. Phytotoxicity of sunflower residues against some summer season crops. **Journal Agronomy & Crop Science**, Braunschweig, v.188, p.19-24, 2002.
- BERTAGNOLLI, C. M.; MENEZES, N.L.; STORCK, L; SANTOS, O.S.; PASQUALLI, L.L. Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a estresse hídrico e térmico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n.1, p.7-13, 2003.

- BERNAT, W., GAWROŃSKA, H., JANOWIAK, F., GAWROŃSKI, S.W. The effect of sunflower allelopathics on germination and seedlings vigour of winter wheat and mustard. **Zeszyty Problemowe Postpow Nauk Rolniczych**, Varsóvia, v.496, p.289-299, 2004.
- BOGATEK, R.R.; GNIAZDOWSKA, A.; ZAKRZEWSKA, W.; ORACZ, K.; GAWROŃSKI, S.W. Allelopathic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. **Biologia Plantarum**, Praha, v.50, n.1, p.156-158, 2006.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v.72, n. 1-2, p. 248-254, 1996.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CARVALHO, M. L.M.; VIEIRA, M. G.G.C.; VON PINHO, E. R.. Aplicação de técnicas moleculares no controle de qualidade das sementes. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v.3, n.17, p.44-47, 2000.
- CASTRO, C.; FARIAS, J.R.B. Ecofisiologia do girassol. In: LEITE, R., M., V., B., C.; BRIGHENTI, A., M.; CASTRO, C. (Eds.). **Girassol no Brasil**, Londrina: Embrapa soja, 2005, cap IX, p. 163-218.
- CIARKA, D.; GAWROŃSKA, H.; GAWROŃSKA, S.W. Crops species reaction to sunflower allelopathics. **Second European Allelopathy**, p. 123, 2004. Disponível em <<http://seas.iung.pulawg.pl>> acesso em 15 de maio de 2009.
- CORSATO, J. M.; FORTES, A.M.T.; SONTORUM, M.; LESZCZYŃSKI, R. Efeito alelopático do extrato aquoso de folhas de girassol sobre a germinação de soja e picão-preto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n. 2, p. 353-360, 2010.
- CRUZ-ORTEGA, R.; AYALA-CORDERO, G.; ANAYA, L. A. Allelochemical stress produced by aqueous leachate of *Callicarpa acuminata*: effects on roots of bean, maize, and tomato. **Physiologia Plantarum**, Zurich, v.116, n.1 p. 20–27, 2002.
- CULTURA DO NABO FORRAGEIRO. **Circular Técnico CATI**; 1, 2003. Disponível em:< [www.cati.gov.sp.br](http://www.cati.gov.sp.br) >. Acesso em: 05 mai. 2010.
- GAVAZZA, M.I.A.; BRITO, R.; ROSSETTO, C.A.V. Germinação e vigor de sementes submetidas aos extratos aquosos de folhas de girassol. **Revista de Ciência da vida**, Seropédica, v.28, n.1, p. 2008.
- GNIAZDOWSKA, A.; BOGATEK, R.. Allelopathic interactions between plants. Multisite action of allelochemicals. **Acta Physiology Plantarum**. New York, v.27, n.3, p.395-407, 2005.
- FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A.. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v.12, n.1, p.175-204, 2000.

LEATHER, G.R. Weed control using allelopathic sunflower and herbicide. **Plant and Soil**, Crawley, v.98, n.1, p. 17-23, 1986.

MACIAS, F.A.; VARELA, R.M.; TORRES, A.; MOLINILLO, J.M.G. Potential allelopathic activity of natural plant heliannanes: a proposal of absolute configuration and nomenclature. **Journal Chemical Ecology**, Tampa, v.26, n.5, p.2173-2186, 2000.

MACIAS, F.A.; TORRES, A.; GALINDO, J.L.G.; VARELA, R.M.; ALVAREZ, J.A.; MOLINILLO, J.M.G. Bioactive terpenoids from sunflower leaves cv. Peredovick. **Phytochemistry**, New York, v.61, n.3, p.687-692, 2002.

MEDICI, L. O., AZEVEDO, R. A., SMITH, R. J., LEA, P. J. The influence of nitrogen supply on antioxidant enzymes in plant roots. **Functional plant biology**, Victoria, v.31, n.1, p.1-9, 2004.

MICHAEL, B.; KAUFMANN, M.R. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. **Plant Physiology**, Washington, v.51, n.6, p.914-916, 1973.

MIRÓ, C.P.; et al. Alelopatia de frutos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1261-1270, 1998.

MORAES, P. AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L.E.; BRANDOLT, R.R.; TIRONI, S.P.; OLIVEIRA, C. MARKUS, C. Efeito alelopático de plantas de cobertura, na superfície ou incorporadas ao solo, no controle de picão-preto. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.17, n.1, p. 51-67. 2010.

MORRIS, P.J.; PARRISH, D.J. Effects of sunflower residues and tillage on winter wheat. **Field Crop Research**, Warwick, v.29, n1, p.317-327, 1992.

MUNIZ, F. R.; CARDOSO, M. G.; VON PINHO, E. V. R.; VILELA, M. Qualidade fisiológica de sementes de milho, feijão, soja e alface na presença de extrato de tiririca. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n.2, p.195-204, 2007.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**, Londrina, ABRATES, 1999, cap.II, p.1-24.

ORACZ, K., BAILLY, C.; GNIAZDOWSKA, A.; CÔME, D.; CORBINEAU, F.; BOGATEK, R. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. **Journal Chemical Ecology**, Tampa, v.33, n.2, p.251-264. 2007.

PIRES, N. M.; SOUZA, I. R. P.; PRATES, H.T.; FARIA, T. C.L.; PEREIRA FILHO, I. A.; MAGALHÃES, P. C.. Efeito do extrato aquoso de leucena sobre o desenvolvimento, índice mitótico e atividade da peroxidase em plântulas de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.13, n.1, p.55-65, 2001.

PURVIS, C.E.; JONES, G.P.D. Other factors influencing allelopathic potential; intraspecific variation, soil type and stubble quantity. **Australian Journal Agriculturae**, Australia, v.41, n.2, p. 243-251, 1990.

- RIBEIRO JUNIOR, J.I. **Análise estatística no SAEG**. Viçosa, UFV, 2001, 301p.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. 2nd ed. Academic Press, New York, 1984, 422 p.
- RIZZARDI, M.A.; LUIZ, A.R.; ROMAN, E.S.; VARGAS, L. Temperatura cardeal e potencial hídrico na germinação de sementes de corda-de-viola (*Ipomoea triloba*). **Planta Daninha**, Visoça, v. 27, n. 1, p. 13-21, 2009.
- ROSSETTO, C.A.V.; NOVENBRE, A.D.L.C.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. DA; NAKAGAWA, J. Comportamento das sementes de soja durante a fase inicial do processo de germinação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, 1997.
- SAEED, M.; ASHFAQ, M.; GUL, B. Effect of different allelochemicals on germination and growth of horse purslane. **Pakistan Journal Botany**, Peshawar, v.43, n.4, p. 2113-2114, 2011.
- SALISBURY, F.; ROSS, C. **Plant Physiology**, Edition Four Belmont, 1992, 425p.
- SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N.L., VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 27, n. 1, p.104-114, 2005.
- SCANDALIOS, J.G. Oxygen stress and superoxide dismutase, **Plant Physiology**, Washington, v.101, n.1, p.7-12, 1993.
- SILVA, A. R. B.; SILVA, T. R. B.; SILVA, M. L. L.; VIANNA, J. F.; MARTINEZ, M. M.; VIANAS, L. H.; SILVA, R. F. Comportamento de cultivares de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) em função da variação do espaçamento entre linhas. **Biodiesel**, p.82-86, 2006. <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/ComportamentoCultivaresNabo.pdf>> Acesso em 09 de fevereiro de 2010.
- SILVA, H.L.; TREZZI, M.M.; MARCHESE, J.A.; BUZZELLO, G.; MIOTTO Jr. E.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F.; FIORESE, J.. Determinação de espécie indicadora e comparação de genótipos de girassol quanto ao potencial alelopático. **Planta Daninha**, Visoça, v. 27, n. 4, p. 655-663, 2009.
- SILVA, H.L. **Potencial alelopático da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.)**. 2009. 105f. Dissertação (Mestrado) - Universidade tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.
- SILVA, H. L.; TREZZI, M.M.; BUZZELLO, G.; PATEL, F; MIOTTO Jr, E.; DEBASTIANI, F. Potencial supressivo de genótipos e níveis de palha de girassol (*Helianthus annuus* L.) sobre o desenvolvimento de picão preto (*Bidens pilosa*). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.17, n.1, p.10-20, 2011.
- SOUZA FILHO, GUILHON, G.M.S.P.; SANTOS, L.S. Metodologias empregadas em estudos de avaliação da atividade alelopática em condições de laboratório – Revisão crítica. **Planta Daninha**, Visoça, v. 28, n. 3, p. 689-697, 2010.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; Fisiologia vegetal. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004,719p.

VERTUCCI, C.W. The kinetics of seed imbibition. In: Crop Science Society of America. **Seed moisture**. Madison: CSSA, 1989. p.93-115. (CSSA. Special Publication, 14).

## **6 CONCLUSÕES GERAIS**

O condicionamento osmótico favorece a sobrevivência das plântulas, a produção de sementes por planta e a massa seca de folhas e parte aérea de plantas, provenientes de sementes de qualidade fisiológica inferior.

Os resíduos de plantas de girassol reduziram a produção de sementes por planta e favorecem o vigor das sementes de nabo forrageiro.

O extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 dias após a semeadura a 10% prejudica a germinação de sementes de alface, corda e picão preto, por causar restrição hídrica além do efeito fitotóxico.

## 7 ANEXOS

Anexo 1. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica, obtidas de sementes de girassol com ou sem condicionamento osmótico, avaliados antes da semeadura a campo. Seropédica – RJ, 2009.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Germinação	Primeira contagem	Envelhecimento acelerado	Condutividade elétrica
Lote (L)	2	106,17**	2265,17**	1344,67**	54,29**
Condicionamento (C)	1	20,17 <sup>ns</sup>	24,00 <sup>ns</sup>	704,17**	2,67 <sup>ns</sup>
L x C	2	6,17 <sup>ns</sup>	658,50**	280,67**	30,54*
Erro	15	5,50	16,58	10,87	4,78
C.V.(%)		2,82	7,25	6,36	6,36

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

Anexo 2. Resumo da análise de variância para os dados de população inicial e final e de sobrevivência, obtidos a partir de três lotes sementes de girassol, submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica – RJ, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		População inicial	População final	Sobrevivência
Bloco (BL)	3	5,37**	4,11**	23,61**
Lote (L)	2	17,79**	2,66**	511,29**
Erro 1	6	0,12	0,11	3,90
Condicionamento (C)	1	0,04 <sup>ns</sup>	6,0 <sup>ns</sup>	541,50**
L x C	2	0,29 <sup>ns</sup>	3,50 <sup>ns</sup>	461,37**
Erro 2	9	0,98	1,22	48,30
C.V.(%) parcela		3,46	4,0	2,39
C.V.(%) subparcela		9,73	13,27	8,42

\*\* significativo a 1% probabilidade e ns= não significativo pelo teste F.

Anexo 3. Resumo da análise de variância para os dados de altura de planta, de número de folhas por planta, de diâmetro do caule, obtidos a partir de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica – RJ, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Altura da planta	Nº de folhas	Diâmetro do caule
Bloco	3	9355,53**	46,49 <sup>ns</sup>	126,59**
Lote (L)	2	986,64 <sup>ns</sup>	31,63 <sup>ns</sup>	60,11 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	295,69	10,95	12,24
Condicionamento (C)	1	933,42 <sup>ns</sup>	11,17 <sup>ns</sup>	49,29*
L x C	2	253,50 <sup>ns</sup>	3,29 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	59,48	3,19	0,63
Época (E)	6	54397,53**	601,08**	530,24**
E x L	12	175,51 <sup>ns</sup>	6,75 <sup>ns</sup>	3,07 <sup>ns</sup>
E x C	6	114,41 <sup>ns</sup>	2,87 <sup>ns</sup>	3,02 <sup>ns</sup>
E x L x C	12	181,63 <sup>ns</sup>	6,77 <sup>ns</sup>	4,28 <sup>ns</sup>
Erro 3	108	225,47	6,65	5,16
C.V.(%) parcela		21,15	25,73	20,42
C.V.(%) subparcela		16,43	13,90	11,96
C.V.(%) subsubparcela		17,95	20,06	19,23

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

Anexo 4. Resumo da análise de variância para os dados de diâmetro do capítulo, biomassa do receptáculo e biomassa das sementes, obtidos a partir de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica – RJ, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios		
		Diâmetro do capítulo	Biomassa do receptáculo	Biomassa das sementes
Bloco	3	66,48 <sup>ns</sup>	708,48 <sup>ns</sup>	6812,45**
Lote (L)	2	7,88 <sup>ns</sup>	2897,76**	28386,96**
Erro 1	6	16,62	41,468	307,21
Condicionamento (C)	1	40,04 <sup>ns</sup>	1863,84**	9600,00*
L x C	2	1,01 <sup>ns</sup>	42,68*	4248,96*
Erro 2	9	1,42	51,83	147,82
Época (E)	3	218,28**	20622,53**	196477,06**
E x L	6	5,91 <sup>ns</sup>	475,99**	4085,16**
E x C	3	3,29 <sup>ns</sup>	239,92**	1086,19ns
E x L x C	6	3,59 <sup>ns</sup>	86,94**	706,82ns
Erro 3	54	4,21	70,45	672,40
C.V.(%) parcela		20,72	13,11	11,18
C.V.(%) subparcela		15,56	14,63	13,43
C.V.(%) subsubparcela		14,67	17,17	15,69

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

Anexo 5. Resumo da análise de variância para os dados de biomassa do caule, de biomassa das folhas, de biomassa da parte aérea e índice de área foliar, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica – RJ, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			GL	Quadrados médios
		Biomassa do caule	Biomassa das folhas	Biomassa da parte aérea total		Índice de área foliar
Bloco	3	408,45*	176,35 <sup>ns</sup>	10440,84**	3	0,007 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	11880,37*	2480,93**	115737,07**	2	0,57**
Erro 1	6	53,60	64,66	532,42	6	0,001
Condicionamento (C)	1	12740,29*	2522,62*	91746,88**	1	0,56*
L x C	2	470,75 <sup>ns</sup>	19,98 <sup>ns</sup>	3123,16 <sup>ns</sup>	2	0,006 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	199,43	160,71	479,134	9	0,002
Época (E)	6	108646,61**	16611,79**	14448610,91**	5	4,16**
E x L	12	1055,13**	310,64**	15582,59**	10	0,10**
E x C	6	1253,33**	219,30**	10613,15**	5	0,08**
E x L x C	12	394,69**	38,74**	331,50**	10	0,01**
Erro 3	108	117,36	57,51	766,50	90	0,002
C.V.(%) parcela		9,59	19,07	10,52		12,73
C.V.(%) subparcela		17,52	27,07	11,88		20,12
C.V.(%) subsubparcela		13,44	17,98	14,83		12,41

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

Anexo 6. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de nitrogênio no caule, nas folhas, no receptáculo e nas sementes, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico. Seropédica – RJ, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Nitrogênio no caule	Nitrogênio nas folhas		Nitrogênio receptáculo	Nitrogênio sementes
Bloco	3	5,802 <sup>ns</sup>	73,09 <sup>ns</sup>	3	21,41 <sup>ns</sup>	157,49 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	260,57**	589,850**	2	118,78**	3989,28**
Erro 1	6	3,18	28,02	6	6,83	73,56
Condicionamento (C)	1	183,22**	339,10**	1	100,23*	365,83**
L x C	2	22,46 <sup>ns</sup>	25,30 <sup>ns</sup>	2	5,23 <sup>ns</sup>	282,98*
Erro 2	9	4,87	14,84	9	4,68	10,15
Época (E)	6	933,86**	5459,18**	3	717,13**	61782,51**
E x L	12	53,05**	124,27**	6	26,24**	1289,18**
E x C	6	23,15**	39,14 <sup>ns</sup>	3	17,40 <sup>ns</sup>	374,72**
E x L x C	12	6,24 <sup>ns</sup>	10,03 <sup>ns</sup>	6	9,28 <sup>ns</sup>	166,79 <sup>ns</sup>
Erro 3	108	4,46	23,04	54	6,82	77,31
C.V.(%) parcela		21,44	31,41		28,50	15,11
C.V.(%) subparcela		26,49	22,13		23,59	5,61
C.V.(%) subsubparcela		25,35	27,57		28,49	15,49

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

Anexo 7. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de fósforo no caule, nas folhas, no receptáculo e nas sementes, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico, Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Fósforo no caule	Fósforo nas folhas		Fósforo no receptáculo	Fósforo nas sementes
Bloco	3	0,27 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	3	2,08 <sup>ns</sup>	13,25 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	5,34**	4,18**	2	15,13**	141,08**
Erro 1	6	0,24	0,33	6	1,10	5,83
Condicionamento(C)	1	1,35*	1,43*	1	11,38 <sup>ns</sup>	23,24 <sup>ns</sup>
L x C	2	0,12 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	2	1,51*	48,23 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	0,08	0,04	9	0,26	2,73
Época (E)	6	11,95**	11,22**	3	434,87**	2232,29**
E x L	12	0,53**	0,40**	6	6,11**	16,62**
E x C	6	0,23 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	3	3,59*	16,36**
E x L x C	12	0,20 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	6	0,64 <sup>ns</sup>	6,99 <sup>ns</sup>
Erro 3	108	0,13	0,07	54	1,10	3,66
C.V.(%) parcela		28,05	30,29		23,63	15,86
C.V.(%) subparcela		29,19	17,86		11,72	10,86
C.V.(%) subsubparcela		26,10	23,72		23,75	12,58

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

Anexo 8. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de potássio no caule, nas folhas, no receptáculo e nas sementes, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico, Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Potássio no caule	Potássio nas folhas		Potássio no receptáculo	Potássio nas sementes
Bloco	3	81,05 <sup>ns</sup>	51,59 <sup>ns</sup>	3	20,89 <sup>ns</sup>	2,81 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	275,02*	324,49*	2	6,86 <sup>ns</sup>	184,79*
Erro 1	6	42,29	29,03	6	4,83	3,11
Condicionamento (C)	1	240,89 <sup>ns</sup>	696,40*	1	8,86 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
L x C	2	56,26 <sup>ns</sup>	67,44 <sup>ns</sup>	2	8,32 <sup>ns</sup>	13,18 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	40,93	9,31	9	10,87	3,96
Época (E)	6	6590,23**	3000,66**	3	1382,55**	3144,02**
E x L	12	179,24**	75,25**	6	14,33*	60,63**
E x C	6	61,18 <sup>ns</sup>	66,47**	3	7,712 <sup>ns</sup>	10,99 <sup>ns</sup>
E x L x C	12	20,38 <sup>ns</sup>	13,94 <sup>ns</sup>	6	3,59 <sup>ns</sup>	10,70*
Erro 3	108	24,34	12,43	54	10,24	4,41
C.V.(%) parcela		31,06	31,00		12,49	14,01
C.V.(%) subparcela		30,56	17,56		18,78	15,81
C.V.(%) subsubparcela		23,57	20,28		16,67	16,67

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

Anexo 9. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de cálcio no caule, nas folhas, no receptáculo e nas sementes, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento osmótico, Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Cálcio no caule	Cálcio nas folhas		Cálcio no receptáculo	Cálcio nas sementes
Bloco	3	170,03 <sup>ns</sup>	64,37 <sup>ns</sup>	3	23,93 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	779,78 <sup>**</sup>	377,93 <sup>**</sup>	2	84,95 <sup>**</sup>	5,24 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	45,80	18,50	6	6,40	2,36
Condicionamento (C)	1	914,45 <sup>ns</sup>	99,20 <sup>ns</sup>	1	49,31 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
L x C	2	70,66 <sup>ns</sup>	21,39 <sup>ns</sup>	2	9,66 <sup>ns</sup>	10,83 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	123,07	50,89	9	7,24 <sup>ns</sup>	0,80
Época (E)	6	7154,29 <sup>**</sup>	1907,52 <sup>**</sup>	3	90,26 <sup>**</sup>	180,92 <sup>*</sup>
E x L	12	277,55 <sup>**</sup>	61,62 <sup>**</sup>	6	21,46 <sup>*</sup>	1,55 <sup>*</sup>
E x C	6	194,02 <sup>**</sup>	67,23 <sup>**</sup>	3	10,05 <sup>ns</sup>	3,69 <sup>ns</sup>
E x L x C	12	108,13 <sup>ns</sup>	18,57 <sup>ns</sup>	6	13,59 <sup>ns</sup>	3,05 <sup>ns</sup>
Erro 3	108	63,79	29,55	54	6,93	2,10
C.V.(%) parcela		35,35	31,37		32,22	15,41
C.V.(%) subparcela		32,65	22,02		34,27	8,99
C.V.(%) Subsubparcela		31,26	29,64		14,53	33,53

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

Anexo 10. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de magnésio no caule, na folha, no capítulo e na semente, obtidos de plantas de girassol, provenientes de três lotes de sementes de girassol submetidos ou não ao condicionamento com solução de PEG 6000, Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Magnésio no caule	Magnésio nas folhas		Magnésio no receptáculo	Magnésio nas sementes
Bloco	3	20,02 <sup>**</sup>	28,45 <sup>ns</sup>	3	32,24 <sup>**</sup>	0,30 <sup>ns</sup>
Lote (L)	2	193,27 <sup>**</sup>	474,67 <sup>*</sup>	2	39,49 <sup>**</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	0,97	57,18	6	2,57	0,61
Condicionamento (C)	1	48,35 <sup>ns</sup>	222,60 <sup>ns</sup>	1	0,02 <sup>ns</sup>	1,47 <sup>ns</sup>
L x C	2	51,48 <sup>ns</sup>	82,07 <sup>ns</sup>	2	5,03 <sup>**</sup>	2,14 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	20,41	60,86	9	694,93	0,06
Época (E)	6	2250,82 <sup>*</sup>	10725,43 <sup>**</sup>	3	15,74 <sup>**</sup>	32,75 <sup>*</sup>
E x L	12	18,71 <sup>**</sup>	81,01 <sup>**</sup>	6	25,16 <sup>**</sup>	0,08 <sup>*</sup>
E x C	6	10,10 <sup>**</sup>	51,07 <sup>ns</sup>	3	4,70 <sup>**</sup>	0,31 <sup>ns</sup>
E x L x C	12	3,46 <sup>ns</sup>	49,11 <sup>ns</sup>	6	4,55 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Erro 3	108	4,16	31,43	54	3,68	0,22
C.V.(%) parcela		6,69	24,52		12,58	36,83
C.V.(%) subparcela		30,60	25,29		9,54	11,58
C.V.(%) subsubparcela		14,82	18,18		16,72	22,37

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

Anexo 11. Resumo da análise de massa de 1000, de número de sementes viáveis por capítulo, de produção de sementes (g.planta<sup>-1</sup>) e de rendimento de sementes (kg.ha<sup>-1</sup>), obtidos a partir de três lotes sementes de girassol, submetidos ou não ao condicionamento com solução de PEG 6000. Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Massa de 1000	Número de sementes viáveis	de Produção de sementes	Rendimento de sementes
Bloco (BL)	3	0,944 <sup>ns</sup>	7955,88 <sup>ns</sup>	6,27 <sup>ns</sup>	217163,66*
Lote (L)	2	3,291 <sup>ns</sup>	83934,54**	360,54**	222772,66 <sup>ns</sup>
Erro 1	6	4,736	6470,26	15,61	40724,83
Condicionamento (C)	1	0,667 <sup>ns</sup>	13632,36 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	184801,50 <sup>ns</sup>
L x C	2	7,041 <sup>ns</sup>	18483,79*	43,16 <sup>ns</sup>	24225,50 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	3,027	3786,30	14,05	82145,50
C.V.(%) parcela		3,71	10,14	8,83	11,49
C.V.(%) subparcela		2,97	7,76	8,38	16,32

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

Anexo 12. Resumo da análise de variância de índice de colheita, de teor e rendimento de óleo, obtidos a partir de três lotes sementes de girassol, submetidos ou não ao condicionamento com solução de PEG 6000. Seropédica, 2009/2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Índice de colheita	Teor de óleo	Rendimento de óleo
Bloco (BL)	3	0,0298 <sup>ns</sup>	9,11 <sup>ns</sup>	49035,61*
Lote (L)	2	0,0012 <sup>ns</sup>	6,00 <sup>ns</sup>	37724,54*
Erro 1	6	0,008	0,11	26942,81
Condicionamento (C)	1	0,004 <sup>ns</sup>	60,16**	76614,00*
L x C	2	0,0031 <sup>ns</sup>	33,16**	33903,80 <sup>ns</sup>
Erro 2	9	0,0045	0,16	16234,58
C.V.(%) parcela		22,64	4,25	7,22
C.V.(%) subparcela		17,01	5,98	17,72

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

Anexo 13. Resumo da análise de variância para os dados de retenção em peneira - RP, de germinação-G, de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação - PC, de envelhecimento acelerado - EAC e condutividade elétrica - CE, obtidas plantas de girassol provenientes de sementes com ou sem condicionamento osmótico, Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		RP	G	PC	EAC	CE
Lote (L)	2	30,12 <sup>ns</sup>	348,67**	495,50*	352,67*	435,79**
Condicionamento (C)	1	3,75 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	4,17 <sup>ns</sup>	48,17 <sup>ns</sup>	35,04 <sup>ns</sup>
L x C	2	19,75 <sup>ns</sup>	4,66 <sup>ns</sup>	36,27 <sup>ns</sup>	92,67 <sup>ns</sup>	34,29 <sup>ns</sup>
Erro	15	79,12	19,11	63,28	78,70	18,97
C.V.(%)		3,29	5,28	11,24	12,34	9,23

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

Anexo 14. Resumo da análise de variância para os dados de comprimento de plântulas - CP, de massa seca de plântulas - MSP, de emergência em areia-EA e campo- EC, e de IVE em areia e campo, obtidas plantas de girassol provenientes de sementes com ou sem condicionamento com solução de PEG 6000, avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios					
		CP	MSP	EA	IVE areia	EC	IVE Campo
Lote (L)	2	7,04 <sup>ns</sup>	556,29*	2,16 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	6,16 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
Condicionamento (C)	1	20,17*	726,00*	10,67 <sup>ns</sup>	22,04**	181,50*	44,03**
L x C	2	16,79*	1235,37*	6,17 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	45,50 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>
Erro	15	2,12	129,91	5,76	0,80	37,41	0,96
C.V.(%)		10,10	10,57	2,48	5,82	6,51	6,84

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

Anexo 15. Resumo da análise de variância para os dados de decomposição de massa seca dos resíduos de girassol e espécies espontâneas, em função dos dias após o corte das plantas. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Girassol	Espontâneas
Bloco	3	748043,47**	547608,98 <sup>ns</sup>
Época	4	3984773,03**	1934661,20**
Erro	12	18992,02	181825,56
C.V. (%)		4,92	13,15

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 16. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em kg ha<sup>-1</sup>, obtidos dos resíduos de girassol, em função dos dias após o corte das plantas. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	de GL	Quadrados médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	134,58 <sup>ns</sup>	5,91 <sup>ns</sup>	6,97 <sup>ns</sup>	28,48**	33,91**
Época	4	5348,92**	199,14**	2686,64**	3283,61**	2374,96**
Erro 1	12	50,50	3,71	2,40	1,23	1,50
C.V. (%)		7,84	7,30	3,72	1,81	2,37

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

Anexo 17. Resumo da análise de variância para os dados de população inicial e final e de sobrevivência, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	de GL	Quadrados médios		
		População inicial	População final	Sobrevivência
Bloco	3	3,00 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	15,45 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	8,00 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	21,13 <sup>ns</sup>
Erro	3	1,00	0,83	45,45
C.V. (%)		4,65	6,64	10,47

ns= não significativo pelo teste F.

Anexo 18. Resumo da análise de variância para os dados de número de folhas, altura da planta

e diâmetro da haste, obtidos a partir de plantas de nabo forrageiro, provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica – RJ, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médio		Altura	Diâmetro da Haste
		Número de folhas	de GL		
Bloco	3	0,103 <sup>ns</sup>	3	0,019 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>
Resíduo (R)	1	0,036 <sup>ns</sup>	1	0,146**	0,031 <sup>ns</sup>
Erro 1	3	0,050	3	0,011	0,059
Época (E)	4	7,620**	5	16,901**	4,374**
E x R	4	0,030 <sup>ns</sup>	5	0,007 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
Erro 2	24	0,039	30	0,014	0,007
C.V. (%) parcela		8,73		2,94	12,89
C.V. (%) subparcela		7,77		3,16	4,41

\*\* significativo a 1% probabilidade e ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 19. Resumo da análise de variância para os dados de massa seca das folhas, de índice de área foliar, de biomassa das siliquas, obtidos a partir de plantas de nabo forrageiro, provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica – RJ, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa seca de folhas	Índice de área foliar	GL Massa seca de siliquas
Bloco	3	0,056 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	3 0,019 <sup>ns</sup>
Resíduo (R)	1	0,167 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	1 0,574**
Erro 1	3	0,066	0,014	3 0,006
Época (E)	4	32,376**	0,812**	2 1,243**
E x R	4	0,128*	0,091**	2 0,201**
Erro 2	24	0,045	0,016	12 0,018
C.V. (%) parcela		4,49	14,22	1,00
C.V. (%) subparcela		3,72	15,32	1,73

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

Anexo 20. Resumo da análise de variância para os dados de massa seca de ramos e da parte aérea total (kg há-), obtidos a partir de plantas de nabo forrageiro, provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica – RJ, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Massa seca de ramos	Massa seca da parte aérea total
Bloco	3	0,015 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Resíduo (R)	1	0,013 <sup>ns</sup>	0,029 <sup>s</sup>
Erro 1	3	0,040	0,030
Época (E)	5	17,671**	21,368**
E x R	5	0,030*	0,073**
Erro 2	30	0,020	0,011
C.V. (%) parcela		2,93	2,33
C.V. (%) subparcela		2,09	1,37

\*\* significativo a 1% probabilidade e ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 21. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas, obtidos de plantas de nabo forrageiro, provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica – RJ, 2010.

Fontes de variação	de GL	Quadrados médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	0,014 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,050 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>
Resíduo (R)	1	0,315 <sup>ns</sup>	0,071 <sup>ns</sup>	0,035 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,072 <sup>ns</sup>
Erro 1	3	0,033	0,111	0,041	0,093	0,043
Época (E)	4	21,169 <sup>**</sup>	9,587 <sup>**</sup>	14,225 <sup>**</sup>	15,912 <sup>**</sup>	11,342 <sup>**</sup>
E x R	4	0,118 <sup>**</sup>	0,118 <sup>ns</sup>	0,079 <sup>*</sup>	0,081 <sup>ns</sup>	0,061 <sup>*</sup>
Erro 2	24	0,016	0,565	0,024	0,039	0,018
C.V. (%) parcela		5,06	19,39	5,25	10,49	10,58
C.V. (%) subparcela		3,45	14,05	4,09	6,85	6,95

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

Anexo 22. Resumo da análise de variância para os dados de acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas sementes, obtidos de plantas de nabo forrageiro, provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica – RJ, 2010.

Fontes de variação	de GL	Quadrados médios				
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
Bloco	3	89,1 <sup>ns</sup>	7,00 <sup>ns</sup>	23,45 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	2,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	666,12 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	10,12 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
Erro	3	104,13	4,33	7,45	1,12	0,83
C.V. (%)		13,49	26,02	15,28	40,41	11,78

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

Anexo 23. Resumo da análise de variância para o número ramos primários, secundários e total por planta, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	de GL	Quadrados médios			
		Nº primários/planta	Ramos secundários/planta	Nº Ramos total/planta	Ramos
Bloco	3	0,34 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	20,83 <sup>ns</sup>	
Resíduo	1	0,11 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	
Erro	3	1,14	0,13	8,16	
C.V. (%)		12,61	9,52	13,14	

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 24. Resumo da análise de variância para o número de siliquas/haste principal, número de siliquas/ramo primário, número de siliquas/ramo secundário e número de siliquas total, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduos de girassol. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Número de siliquas			
		Haste principal/planta	Ramo primário/planta	Ramo secundário/planta	Total/planta
Bloco	3	2,00 <sup>ns</sup>	67,00 <sup>ns</sup>	38,45 <sup>ns</sup>	16,45 <sup>ns</sup>
Resíduos	1	2,00 <sup>ns</sup>	98,00 <sup>ns</sup>	120,12 <sup>ns</sup>	351,13 <sup>ns</sup>
Erro	3	2,00	203,00	332,37	58,45
C.V. (%)		14,89	31,66	21,65	7,38

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 25. Resumo da análise de variância para o número de sementes/siliquas/haste principal/planta, número de sementes/siliquas/ramo primário/planta, número de sementes/siliquas/ramo secundário/planta e sementes/siliquas/totais/planta, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Número de sementes por siliquas			
		Haste principal/planta	Ramo primário/planta	Ramo secundária/planta	Totais/planta
Bloco	3	1,00 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
Resíduos	1	2,00 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
Erro	3	0,33	0,33	1,37	0,16
C.V. (%)		11,55	9,62	12,60	7,42

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 26. Resumo da análise de variância para o número de sementes/haste principal, número de sementes/ramo primário, número de sementes/ramo secundário e número de sementes totais, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Número de sementes			
		Haste principal/planta	Ramo primário/planta	Ramo secundário/planta	Totais/planta
Bloco	3	182,45 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	7094,33*
Resíduo	1	496,12 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	13284,50*
Erro	3	138,12	0,14	0,13	720,83
C.V. (%)		23,80	12,61	9,52	4,62

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 27. Resumo da análise de variância para a produção de sementes/haste principal, massa de sementes/ramo primário, massa de sementes/ramo secundário e massa de sementes totais por planta, obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Produção de sementes			Totais/planta
		Haste principal/planta	Ramo primário/planta	Ramo secundário/planta	
Bloco	3	0,02 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	0,61**
Resíduo	1	0,07 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	1,41**
Erro	3	0,01	1,13	2,00	0,01
C.V. (%)		20,50	17,86	14,89	1,66

ns= não significativo pelo teste de F.

Anexo 28. Resumo da análise de variância para peso de mil sementes, produção de sementes (kg.ha<sup>-1</sup>), índice de colheita, teor de óleo (%) e rendimento de óleo em (kg.ha<sup>-1</sup>), obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Seropédica, 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Peso de Mil sementes	Produção de sementes (kg.ha <sup>-1</sup> )	Índice de colheita	Teor de óleo	Rendimento de óleo
Bloco	3	0,002 <sup>ns</sup>	57177,45 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	1,28 <sup>ns</sup>	7635,14 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	0,001 <sup>ns</sup>	146070,12 <sup>ns</sup>	0,006*	10,58 <sup>ns</sup>	23594,43 <sup>ns</sup>
Erro	3	0,003	27756,45	0,0002	8,61	3527,94
C.V. (%)		5,30	14,47	8,10	7,31	11,93

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

Anexo 29. Resumo da análise de variância para os dados de proteína bruta (%), retenção em peneira crivo circular de 2,38 mm (%), grau de umidade (%), germinação (%) e plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação (%), obtidas de sementes de nabo forrageiro provenientes de plantas oriundas de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		Proteína Bruta	Retenção em peneira	Grau de umidade	Germinação	Primeira contagem
Bloco	3	53,00 <sup>ns</sup>	0,25	0,17	76,00 <sup>ns</sup>	142,45 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	9,50*	0,10 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	12,50 <sup>ns</sup>	78,12 <sup>ns</sup>
Erro	3	14,50	0,51	0,14	24,50	20,13
C.V. (%)		2,57	1,08	10,10	5,76	7,84

ns= não significativo pelo teste F.

Anexo 30. Resumo da análise de variância para os dados condutividade elétrica - CE

( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ), de deterioração controlada de sementes a 20% de umidade sob 45 °C por 36 horas - DC, de envelhecimento acelerado com solução de NaCl sob 45 °C por 36 horas - EAC, de comprimento de plântulas - CP e de massa seca de plântulas - MSP de sementes de nabo forrageiro, oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduo de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		CE	DC	EAC	CP	MSP
Bloco	3	9,00 <sup>ns</sup>	4,79 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	180,50*	741,12**	276,13*	60,50*	1,12 <sup>ns</sup>
Erro	3	8,17	1,12	9,45	3,16	0,13
C.V. (%)		3,02	1,36	4,12	11,12	9,75

ns= não significativo pelo teste F.

Anexo 31. Resumo da análise de variância para os dados de emergência em areia e campo e de índice de velocidade em areia e em campo- IVE, obtidas de sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas de sucessão com e sem plantio de girassol. Avaliados após a colheita. Seropédica, 2010.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Emergência		IVE	IVE
		areia	campo	areia	campo
Bloco	3	4,12 <sup>ns</sup>	8,45*	0,45 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
Resíduo	1	55,13 <sup>ns</sup>	300,13**	0,12 <sup>ns</sup>	12,50**
Erro	3	10,79	0,45	0,12	0,16
C.V.(%)		3,56	1,83	2,30	3,89

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

Anexo 32. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas, de sementes não germinadas e de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de nabo forrageiro, sob extratos aquosos de folhas de girassol, coletadas aos 60 e 90 DAS, a 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas	Primeira contagem
Lote (L)	2	807,72**	286,72**	136,50**	207,09**
Época coleta (E)	1	177,35**	355,55**	141,68**	24,50 <sup>ns</sup>
Concentração (C)	2	6398,43**	48,22**	5033,29 <sup>ns</sup>	5854,88**
L x E	2	74,05**	28,22*	16,22 <sup>ns</sup>	103,87**
L x C	4	158,72**	158,22**	26,91**	262,76**
E x C	2	75,43**	141,63**	114,95**	72,66**
L x E x C	4	13,38 <sup>ns</sup>	14,63 <sup>ns</sup>	19,93 <sup>ns</sup>	47,54**
L 1 (E x C)	2	-	-	-	642,16**
L 2 (E x C)	2	-	-	-	29,29 <sup>ns</sup>
L 3 (E x C)	2	-	-	-	61,16**
Erro	54	7,80	8,20	11,20	9,19
C.V. (%)		4,65	11,04	22,76	7,00

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

Anexo 33. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais

deformadas, de sementes não germinadas e de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de alface, sob extratos aquosos de folhas de girassol, coletadas aos 60 e 90 DAS, a 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas	Primeira contagem
Lote (L)	2	0,009**	279,68**	0,017**	866,17**
Época coleta (E)	1	0,001**	136,12**	0,0006 <sup>ns</sup>	91,12**
Concentração (C)	2	0,065**	2068,84**	0,1407**	22265,04**
L x E	2	0,0005**	9,87 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>	41,16**
L x C	4	0,001**	75,43**	0,0032**	412,33**
E x C	2	0,0003**	34,29**	0,00007 <sup>ns</sup>	91,12**
L x E x C	4	0,0001**	48,04**	0,0007**	41,16**
L 1 (E x C)	2	0,0013**	0,005**	0,006**	0,002**
L 2 (E x C)	2	0,010**	0,001**	0,016**	0,010**
L 3 (E x C)	2	0,0008**	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0011**	0,0001 <sup>ns</sup>
Erro	54	0,00004	6,76	0,0002	2,40
C.V. (%)		2,45	10,03	13,32	5,09

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 34. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas, de sementes não germinadas e de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de nabo corda de viola, sob extratos aquosos de folhas de girassol, coletadas aos 60 e 90 DAS, a 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas	Primeira contagem
Lote (L)	1	12,00 <sup>ns</sup>	816,75**	630,75**	4,08 <sup>ns</sup>
Época coleta (E)	1	75,00**	85,33**	0,33 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>
Concentração (C)	2	2,77 <sup>ns</sup>	36,58*	59,39*	54,33**
L x E	1	300,00**	52,08*	102,08*	33,33**
L x C	2	560,43**	96,75**	861,93**	352,33**
E x C	2	513,81**	70,33**	232,64**	144,33**
L x E x C	2	764,06**	14,58 <sup>ns</sup>	781,77**	204,33**
L 1 (E x C)	1	216,00**	-	112,66*	7,041 <sup>ns</sup>
L 2 (E x C)	1	96,00**	-	620,16**	30,375**
Erro	36	5,59	7,19	15,41	1,90
C.V. (%)		5,96	9,28	12,50	7,68

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 35. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais

deformadas, de sementes não germinadas e de plântulas normais na primeira contagem, obtidos de sementes de picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol, coletadas aos 60 e 90 DAS, a 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Germinação	Plântulas anormais deformadas	Sementes não germinadas	Primeira contagem
Lote (L)	1	630,75**	154,08**	150,52**	1728,00**
Época coleta (E)	1	52,08**	75,00**	1,68 <sup>ns</sup>	560,33**
Concentração (C)	2	3793,68**	475,19**	1570,77**	3287,58**
L x E	1	4,08 <sup>ns</sup>	8,33 <sup>ns</sup>	22,68 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>
L x C	2	264,93*	54,52*	102,27**	288,25**
E x C	2	29,04*	95,31**	24,18 <sup>ns</sup>	140,33**
L x E x C	2	1,27 <sup>ns</sup>	5,14 <sup>ns</sup>	6,93 <sup>ns</sup>	25,33**
L 1 (E x C)	1	-	-	-	816,66**
L 2 (E x C)	1	-	-	-	912,66**
Erro	36	234,50	5,65	7,97	2,47
C.V. (%)		5,22	7,83	13,52	5,70

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 36. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e sementes não germinadas, obtidos de sementes de nabo forrageiro, sob solução de PEGa -0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa, nos potenciais referentes aos extratos aquoso de folhas de girassol, nas concentrações de 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de variação	de GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas
Lote (L)	2	186,58**	126,58**	174,08**
Potencial (P)	2	1650,08**	575,08**	277,08**
L x P	4	72,91**	67,41**	48,29**
Erro	27	3,91	3,54	4,20
C.V. (%)		3,16	6,83	20,85

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 37. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e sementes não germinadas, obtidos de sementes de alface, sob solução de PEG a 0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa, nos potenciais referentes aos extratos aquoso de folhas de girassol, nas concentrações de 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de variação	de GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes não germinadas
Lote (L)	2	228,52**	43,69**	3,28**
Potencial (P)	2	1421,19**	854,52**	3,33**
L x P	4	16,52 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	0,84**
Erro	27	3,58	4,33	0,20
C.V. (%)		2,73	8,78	16,77

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 38. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e sementes não germinadas, obtidos de sementes de corda de viola, sob solução de PEG a 0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa, nos potenciais referentes aos extratos aquoso de folhas de girassol, nas concentrações de 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de variação	de GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes germinadas não
Lote (L)	1	1066,66**	408,37**	155,04**
Potencial (P)	2	1102,04**	9,04 <sup>ns</sup>	1176,00**
L x P	2	13,04 <sup>ns</sup>	75,12**	81 16**
Erro	18	5,16	5,73	10,11
C.V. (%)		5,40	6,93	13,54

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 39. Resumo da análise de variância para os dados de germinação, de plântulas anormais deformadas e sementes não germinadas, obtidos de sementes de picão preto, sob solução de PEG a 0,0 MPa, -0,05 MPa e -0,15 MPa, nos potenciais referentes aos extratos aquoso de folhas de girassol, nas concentrações de 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de variação	de GL	Quadrados médios		
		Germinação	Plântulas anormais	Sementes germinadas não
Lote (L)	1	0,04 <sup>ns</sup>	3,37 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Potencial (P)	2	718,04**	290,79**	2,54**
L x P	2	21,29 <sup>ns</sup>	47,62**	0,07 <sup>ns</sup>
Erro	18	14,90	2,54	0,39
C.V. (%)		6,90	5,11	17,29

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 40. Resumo da análise de variância para os dados de extravasamento de eletrólitos, de sementes de nabo forrageiro, alface, corda de viola e picão preto, sob extratos aquosos de folhas de girassol, coletadas aos 60 e 90 DAS, a 0%, 5% e 10%. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Nabo	Alface		Corda de viola	Picão preto
Lote (L)	2	24,01 <sup>ns</sup>	37,55 <sup>ns</sup>	1	150,52 <sup>ns</sup>	4,08 <sup>ns</sup>
Época coleta (E)	1	0,88 <sup>ns</sup>	16,05 <sup>ns</sup>	1	93,52 <sup>ns</sup>	48,00 <sup>ns</sup>
Concentração (C)	2	8032,88**	4312,34**	2	31183,93**	730,08 <sup>ns</sup>
L x E	2	11,34 <sup>ns</sup>	122,05 <sup>ns</sup>	1	7,52 <sup>ns</sup>	108,00 <sup>ns</sup>
L x C	4	45,15 <sup>ns</sup>	55,55 <sup>ns</sup>	2	24,24 <sup>ns</sup>	53,08 <sup>ns</sup>
E x C	2	32,88 <sup>ns</sup>	730,01**	2	29,02 <sup>ns</sup>	13,00 <sup>ns</sup>
L x E x C	4	37,28 <sup>ns</sup>	160,01 <sup>ns</sup>	2	39,39 <sup>ns</sup>	108,00 <sup>ns</sup>
Erro	54	142,27	125,68	36	98,03	228,26
C.V. (%)		2,10	2,11		17,86	5,70

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F e ns= não significativo.

Anexo 41. Resumo da análise de variância para os dados de atividade da catalase ( $\mu\text{mol.mim}^{-1}$ )

$1.\text{mg}^{-1}$  proteína) obtidas de raiz e hipocótilo de plântulas provenientes de sementes, de nabo forrageiro e de alface, submetidas ou não ao extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	de GL	Quadrados médios			
		Raiz Nabo	Hipocótilo Nabo	Raiz Alface	Hipocótilo Alface
Lote (L)	2	740,11**	154,77**	266,25**	261,59**
Época do extrato (E)	2	1497,44**	715,11**	2127,14**	800,70**
L x E	4	1332,22**	498,72**	451,92**	425,87**
Erro	16	3,58	1,48	3,175	1,71
C.V. (%)		7,78	5,81	6,87	11,41

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F

Anexo 42. Resumo da análise de variância para os dados de atividade da catalase ( $\mu\text{mol.mim}^{-1}.\text{mg}^{-1}$  proteína) obtidas de raiz e hipocótilo de plântulas provenientes de sementes de corda de viola e de picão preto, submetidas ou não ao extrato aquoso de folhas de girassol coletadas aos 60 e 90 DAS. Seropédica – RJ, 2010.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		Raiz de viola	Corda Hipocótilo de viola	Raiz Picão Preto	Hipocótilo Picão Preto
Lote (L)	1	12,50**	9,38**	722,00**	8,00**
Época do extrato (E)	2	6,05**	66,50**	393,50**	57,55**
L x E	3	40,16**	159,05**	186,50**	80,66**
Erro	10	0,08	0,10	0,26	0,12
C.V. (%)		3,10	2,92	3,78	4,25

\*\* significativo a 1% probabilidade pelo teste F

Anexo 43. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz, de comprimento hipocótilo, de massa seca raiz, de massa seca de hipocótilo e de plântulas emergidas, obtidos de sementes de nabo forrageiro semeadas com e sem a presença de plântulas de girassol. Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Comprimento de raiz	Comprimento de hipocótilo	Massa seca raiz	Massa seca de hipocótilo	Plântulas emergidas
Lote (L)	2	0,04 <sup>ns</sup>	3,87**	0,190**	0,73**	1094,0**
Plântula de girassol (G)	1	13,50**	2,66**	0,471**	0,55**	770,66**
L x G	2	0,87 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	0,063**	0,53**	52,66 <sup>ns</sup>
Erro	15	0,40	0,20	0,006	0,005	13,68
C.V.(%)		5,41	8,52	5,10	9,40	6,49

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

Anexo 44. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz, de comprimento hipocótilo, de massa seca raiz, de massa seca de hipocótilo e de plântulas emergidas, obtidos de sementes de alface semeadas com e sem a presença de plântulas de girassol. Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Comprimento de raiz	Comprimento hipocótilo	Massa seca raiz	Massa seca de hipocótilo	Plântulas emergidas
Lote (L)	2	0,041 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	1064,00 <sup>**</sup>
Girassol (G)	1	0,046 <sup>ns</sup>	6,00 <sup>**</sup>	0,37 <sup>**</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	1600,66 <sup>**</sup>
L x G	2	0,041 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>*</sup>	0,046 <sup>ns</sup>	258,66 <sup>**</sup>
Erro	15	0,03	0,18	0,002	0,0034	21,11
C.V.(%)		10,00	8,80	6,89	7,57	7,99

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

Anexo 45. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz, de comprimento hipocótilo, de massa seca raiz, de massa seca de hipocótilo e de plântulas emergidas, obtidos de sementes de corda de viola semeadas com e sem a presença de plântulas de girassol. Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Comprimento de raiz	Comprimento hipocótilo	Massa seca raiz	Massa seca de hipocótilo	Plântulas emergidas
Lote (L)	1	2,56 <sup>ns</sup>	0,085 <sup>ns</sup>	0,051 <sup>*</sup>	0,018 <sup>*</sup>	83,42 <sup>*</sup>
Girassol (G)	1	9,47 <sup>**</sup>	5,32 <sup>**</sup>	0,041 <sup>**</sup>	0,26 <sup>**</sup>	579,00 <sup>*</sup>
L x G	1	3,63 <sup>*</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	0,076 <sup>ns</sup>	0,012 <sup>ns</sup>	42,87 <sup>ns</sup>
Erro	9	0,68	0,19	0,055	0,025	12,54
C.V.(%)		10,03	6,98	10,32	9,53	6,45

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

Anexo 46. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz, de comprimento hipocótilo, de massa seca raiz, de massa seca de hipocótilo e de plântulas emergidas, obtidos de sementes de picão preto semeadas com e sem a presença de plântulas de girassol. Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Comprimento de raiz	Comprimento de hipocótilo	Massa seca raiz	Massa seca de hipocótilo	Plântulas emergidas
Lote (L)	1	0,288 <sup>*</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,250 <sup>ns</sup>	0,250 <sup>ns</sup>	81,00 <sup>*</sup>
Girassol (G)	1	0,005 <sup>ns</sup>	0,504 <sup>**</sup>	6,250 <sup>**</sup>	0,251 <sup>ns</sup>	729,00 <sup>**</sup>
L x G	1	0,006 <sup>ns</sup>	0,011 <sup>ns</sup>	0,250 <sup>ns</sup>	6,250 <sup>**</sup>	49,00 <sup>ns</sup>
Erro	9	0,021	0,031	0,30	0,194	11,888
C.V.(%)		8,97	6,23	6,38	4,11	7,15

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

Anexo 47. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA), massa seca raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) e emergência de plantas (EP), obtidos de sementes de nabo forrageiro semeadas em vasos contendo (5, 10, 20 e 40 g) de resíduos de girassol, depositados 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura, além do tratamento adicional (sem resíduos). Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		CR	CPA	MSR	MSPA	EP
Tratamento	16	7,2**	8,85**	0,0022*	0,0022*	172,98**
Época (E)	3	23,37**	27,17**	0,0039**	0,0071**	442,31**
Resíduos	3	7,58**	6,29**	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0015 <sup>ns</sup>	160,08**
E x R	9	0,58 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	22,6 <sup>ns</sup>
Adicional	1	17,03**	27,17**	0,0007 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>	757,1**
Resíduos	34	1,19	1,03	0,0008	0,0008	24
C.V.(%)		10,55	13,8	14,02	14,02	8,45

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

Anexo 48. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA), de massa seca raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) e de emergência de plantas (EP), obtidos de sementes alface semeadas em vasos contendo (5, 10, 20 e 40 g) de resíduos de girassol, depositados 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura, além do tratamento adicional (sem resíduos). Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		CR	CPA	MSR	MSPA	EP
Tratamento	16	4,53**	1,47**	0,0263**	0,0468**	158,18**
Resíduos	3	0,98 <sup>ns</sup>	1,01**	0,0083 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	53,64 <sup>ns</sup>
Época (E)	3	15,75**	2,3**	0,0567**	0,0316**	504,97**
E x R	9	2,47 <sup>ns</sup>	1,49**	0,0214**	0,0454**	73,86**
Adicional	1	0,02 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,033**	0,2321**	190,24**
Resíduos	34	1,25	0,16	0,0063	0,0059	22,75**
C.V.(%)		14,45	15,00	23,60	17,27	8,19

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

Anexo 49. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA), de massa seca raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) e de emergência de plantas (EP), obtidos de sementes de corda de viola semeadas em vasos contendo (5, 10, 20 e 40 g) de resíduos de girassol, depositados 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura, além do tratamento adicional (sem resíduos). Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		CR	CPA	MSR	MSPA	EP
Tratamento	16	9,92**	53,68**	0,0138 <sup>ns</sup>	0,0175*	66,46**
Resíduos	3	3,68 <sup>ns</sup>	14,71**	0,0244*	0,0056 <sup>ns</sup>	66,97 <sup>ns</sup>
Época (E)	3	22,63**	183,59**	0,0182 <sup>ns</sup>	0,0174 <sup>ns</sup>	82,75*
E x R	9	5,34 <sup>ns</sup>	22,58**	0,0097 <sup>ns</sup>	0,0188*	68,23*
Adicional	1	31,77**	60,78**	0,0026 <sup>ns</sup>	0,0416*	0,12 <sup>ns</sup>
Resíduos	34	2,95	4,21	0,0077	0,0073	23,84
C.V.(%)		13,02	10,40	14,18	20,01	11,04

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

Anexo 50. Resumo da análise de variância de comprimento de raiz (CR) e parte aérea (CPA), de massa seca raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) e de emergência de plantas (EP), obtidos de sementes de picão preto semeadas em vasos contendo (5, 10, 20 e 40 g) de resíduos de girassol, depositados 0, 5, 15 e 30 dias antes da semeadura, além do tratamento adicional (sem resíduos). Seropédica 2010.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		CR	CPA	MSR	MSPA	EP
Tratamento	16	1,08**	0,9**	0,0026**	0,0002 <sup>ns</sup>	101,37**
Resíduos	3	0,73 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,0003**	0,0001 <sup>ns</sup>	60,97 <sup>ns</sup>
Época (E)	3	3,53**	0,92 <sup>ns</sup>	0,001**	0,0003**	255,19**
E x R	9	0,22 <sup>ns</sup>	1**	0,0013**	0,0001 <sup>ns</sup>	33,64 <sup>ns</sup>
Adicional	1	2,43**	0,98 <sup>ns</sup>	0,00021**	0,000002 <sup>ns</sup>	370,71**
Resíduos	34	0,27	0,34	0,0029	0,0001	22,67
C.V.(%)		8,56	12,75	18,2	25,03	9,67

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