

# DESEMPENHO AGRONÔMICO DA CULTURA DO NABO FORRAGEIRO INFLUENCIADO PELOS RESÍDUOS DE PLANTAS DE GIRASSOL

## *OIL RADISH DEVELOPMENT AGRONOMIC AFFECTED BY SUNFLOWER PLANTS RESIDUES*

Camila Santos Barros de MORAIS<sup>1</sup>; Luiz Antonio Silva dos SANTOS<sup>1</sup>;  
Claudia Antonia Vieira ROSSETTO<sup>2</sup>

1. Doutorando em Fitotecnia. Curso de pós Graduação em Fitotecnia – CPGF, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, RJ, Brasil. sbcamila@yahoo.com.br; 2 Professora, Doutora, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia, UFRRJ.

**RESUMO:** O objetivo foi o de 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 (*Helianthus annuus*). Para isto, 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 não interferiram no estabelecimento das plântulas de nabo forrageiro, reduziram a produção de sementes por planta e favoreceram o vigor das sementes produzidas. Após 40 DAS, houve prejuízo ao desenvolvimento das plantas, à eficiência de translocação dos fotoassimilados e ao acúmulo de nutrientes de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com resíduos de girassol.

**PALAVRAS - CHAVE:** *Raphanus Sativus*. *Helianthus annuus*. Alelopatia. Crescimento vegetativo. Acúmulo de nutrientes.

### 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 a identificação e a produção de espécies oleaginosas pela agricultura familiar, com resultados favoráveis nas regiões norte (ANDRADE et al., 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. Esta espécie, de acordo com Derpsch e Calegari (1992) apresenta considerável resistência à seca, produzindo 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de massa de matéria seca com distribuição de chuvas até os 30 dias de cultivo, desenvolvendo-se em solos pouco férteis.

No sistema 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 formada predominantemente por caules (SODRÉ

FILHO et al., 2004), apresentando baixo índice de colheita, o que favorece a permanência dos nutrientes no sistema agrícola (CASTRO; OLIVEIRA, 2005). Em avaliação do cultivo sucessivo 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, ácido indolacético 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 estresse 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.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em solo classificado como transição 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 (8,0 x 7,2 m) foram representadas por área com e sem resíduos de plantas de girassol e, as subparcelas (4,0 x 1,2 m), representadas por seis épocas de coleta de plantas de nabo forrageiro (20, 40, 60, 80, 100 e 120 dias após a semeadura - DAS). Para isto, em abril de 2010, as sementes de nabo forrageiro (300 mil sementes ha<sup>-1</sup> de acordo com Oliveira, 2009) da cv. Cati AL 1000 foram distribuídas em sulcos espaçados entre si de 0,4 m, em área com predominância de *Brachiaria* e *Panicum maximum* (sem resíduos de girassol) e, em outra área anteriormente cultivada com girassol, cv. Catissol 01 em novembro de 2009. Em ambas as áreas, antes do cultivo, as plantas foram roçadas mecanicamente e, os resíduos, deixados sobre o solo. Por ocasião da semeadura, foi realizada a adubação de acordo com a análise de solo, cujos resultados foram para área sem resíduos de girassol: pH(água) de 5,78; Ca de 1,33 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg de 0,65 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P de 5,45 mg L<sup>-1</sup>; K de 2,85 mg L<sup>-1</sup>; H+Al de 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C % de 1,72 e V de 67 % e, para área com resíduo

de girassol, pH(água) de 5,19; Ca de 1,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg de 0,53 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P de 9,7 mg L<sup>-1</sup>; K de 1,98 mg L<sup>-1</sup>; H+Al de 1,68 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; C % de 1,32 e V de 69%. Foram utilizados 10 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, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Os demais tratamentos culturais foram realizados com base em Derpsch 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 linear e em sobrevivência de plântulas (%).

Nas seis épocas de coleta (subparcelas), foram coletadas as plantas de 0,5 m linear ao nível do solo e avaliadas quanto ao comprimento e diâmetro da haste principal, número de folhas, massa de matéria seca de ramos, folhas, síliquas (valva + semente) e total, bem como quanto a área foliar, empregando-se integrador de área foliar, LICOR modelo LI 3100c. Para a análise de crescimento da cultura foi utilizado o método funcional, utilizando as funções polinomiais do 2º ajustadas para índice de área foliar e massa de matéria seca da parte aérea total. Através destas funções, foi calculada a taxa de crescimento da cultura (TCC); taxa de crescimento relativo (TCR); taxa assimilatória líquida (TAL); razão de área foliar (RAF); área foliar específica (AFE) e razão de massa foliar (RMF) segundo Kvet et al. (1971).

Na avaliação do acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na parte aérea das plantas [ramos, folhas e síliquas (valva + semente)], 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 1.000 sementes (g). Também nessa época, foi realizada a determinação do 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 (razão entre massa seca das sementes e a massa de matéria seca da parte aérea total).

Para a avaliação da produtividade de sementes (kg ha<sup>-1</sup>), as plantas foram colhidas em 2 metros lineares, cujas sementes apresentavam 7,3 % de água. Posteriormente, 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 a 45 °C durante 36 horas (KIKUTI; MARCOS FILHO, 2008) e de deterioração controlada com sementes pré-umedecidas a 20 %, e mantidas a 45 °C (GOULART; TILLMANN, 2007) por 36 horas, bem como pelo teste de condutividade elétrica com quatro subamostras de 25 sementes em 50 mL a 20 °C por 24 horas (TORRES; PEREIRA, 2010).

Todos os dados foram submetidos a análise de variância. Quando o teste F foi significativo para as fontes de variação qualitativa, foram comparadas

as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a fonte de variação quantitativa, foi efetuada a análise de regressão, considerando a significância, o maior coeficiente e a expectativa biológica para o melhor ajuste da equação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem inicial e final de emergência de plântulas de nabo forrageiro bem como a sobrevivência destas plântulas não diferiu nas áreas com e sem resíduos de plantas de girassol (Tabela 1). Estes resultados, provavelmente, estão relacionados à ausência de liberação dos compostos aleloquímicos a partir da decomposição das folhas 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 milho, bem como na de feijão, respectivamente. Além disso, nos primeiros 20 dias, foi constatada temperatura média de 24 °C e 245,5 mm de precipitação pluvial, que são condições consideradas favoráveis (DERPSCH; CALEGARI, 1992).

**Tabela 1.** Características agrônômicas, componentes de produção e rendimento de nabo forrageiro provenientes de áreas com ou sem resíduos de girassol.

Variáveis	Sem resíduo	Com resíduo	C.V. (%)
População inicial (%)	2,00 a*	11,00 a	4,65
População final (%)	7,00 a	7,00 a	6,64
Sobrevivência (%)	63,00 a	66,00 a	10,47
Altura da haste principal (cm)	70,83 a	62,62 b	7,25
Nº de folhas por planta	16,75 a	18,70 a	28,02
Diâmetro da haste principal (mm)	8,00 a	7,51 a	29,42
Nº ramos primários	9,00 a	7,00 a	12,61
Nº ramos secundários	13,00 a	14,00 a	9,52
Nº ramos total	22,00 a	21,00 a	13,14
Nº de síliquas/ haste principal	10,00 a	9,00 a	14,89
Nº de síliquas/ ramo primário	49,00 a	42,00 a	31,66
Nº de síliquas/ ramo secundário	53,00 a	45,00 a	21,65
Nº de síliquas/ total	110,00 a	97,00 a	7,38
Nº de sementes/síliquas/ haste principal	6,00 a	5,00 a	11,55
Nº de sementes/síliquas/ ramo primário	6,00 a	6,00 a	9,62
Nº de sementes/síliquas/ramo secundário	6,00 a	5,00 a	12,60
Nº de sementes/síliquas/ total	6,00 a	5,00 a	7,42
Nº de sementes/ haste principal	57,00 a	42,00 a	23,80
Nº de sementes/ ramo primário	288,00 a	252,00 a	17,86
Nº de sementes/ ramo secundário	284,00 a	242,00 a	25,75
Nº de sementes/ total	622,00 a	540,00 b	4,62
Produção de sementes/ haste principal (g m <sup>-2</sup> )	0,67 a	0,48 a	20,50
Produção de sementes/ ramo primário (g m <sup>-2</sup> )	3,29 a	2,99 a	13,83
Produção de sementes/ ramo secundário (g m <sup>-2</sup> )	3,43 a	2,85 a	28,34
Produção de sementes/ total (g m <sup>-2</sup> )	7,59 a	6,70 b	1,66
Peso de 1.000 sementes (g)	11,19 a	11,17 a	5,30

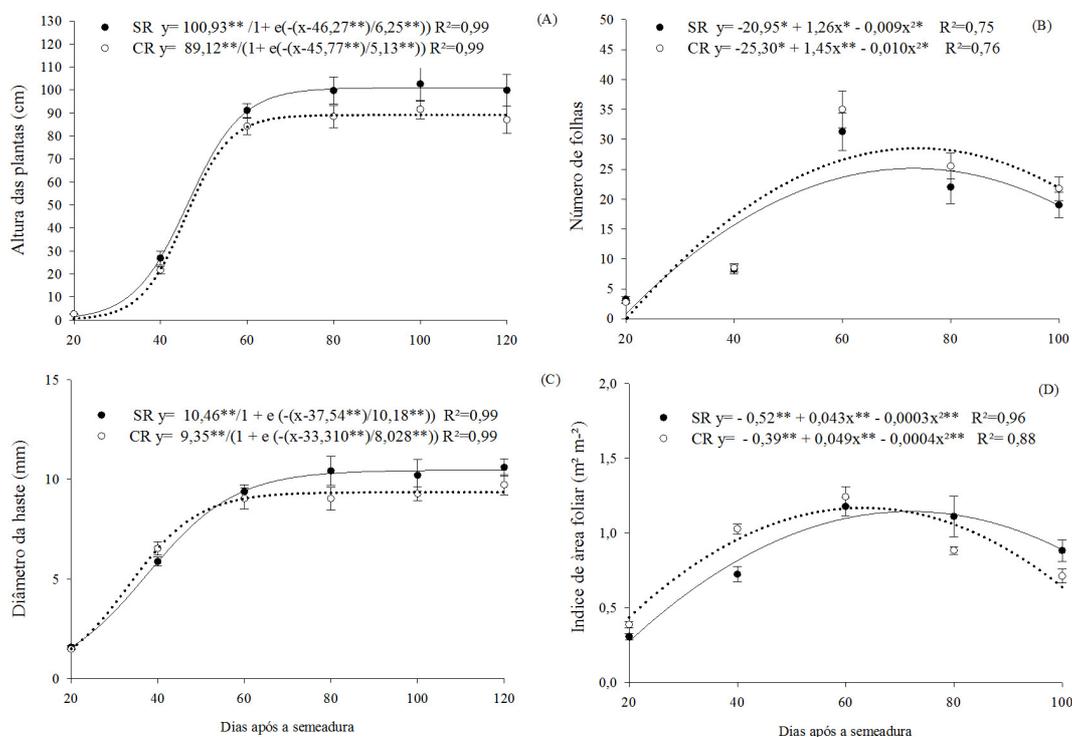
Produtividade de sementes (kg ha <sup>-1</sup> )	1286,50 a	1015,25 a	14,47
Índice de colheita (g g <sup>-1</sup> )	0,21 a	0,15 b	6,76
Teor de óleo (%)	41,29 a	38,99 a	7,31
Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )	552,17 a	443,55 a	11,93

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

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. As plantas provenientes da área com resíduos de girassol apresentavam menor altura do que as da área sem resíduos, independente da época de coleta (Tabela 1). 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 ou sem resíduos de girassol, aumento exponencial dos valores de altura e diâmetro da haste principal até os 60 DAS (Figuras 1a e 1c) e valor máximo de número de folhas aos 60 DAS (Figura 1b). Estes valores estão de acordo com os encontrados por Lima et al. (2007); Piffer; Benez e Bertolini (2010).

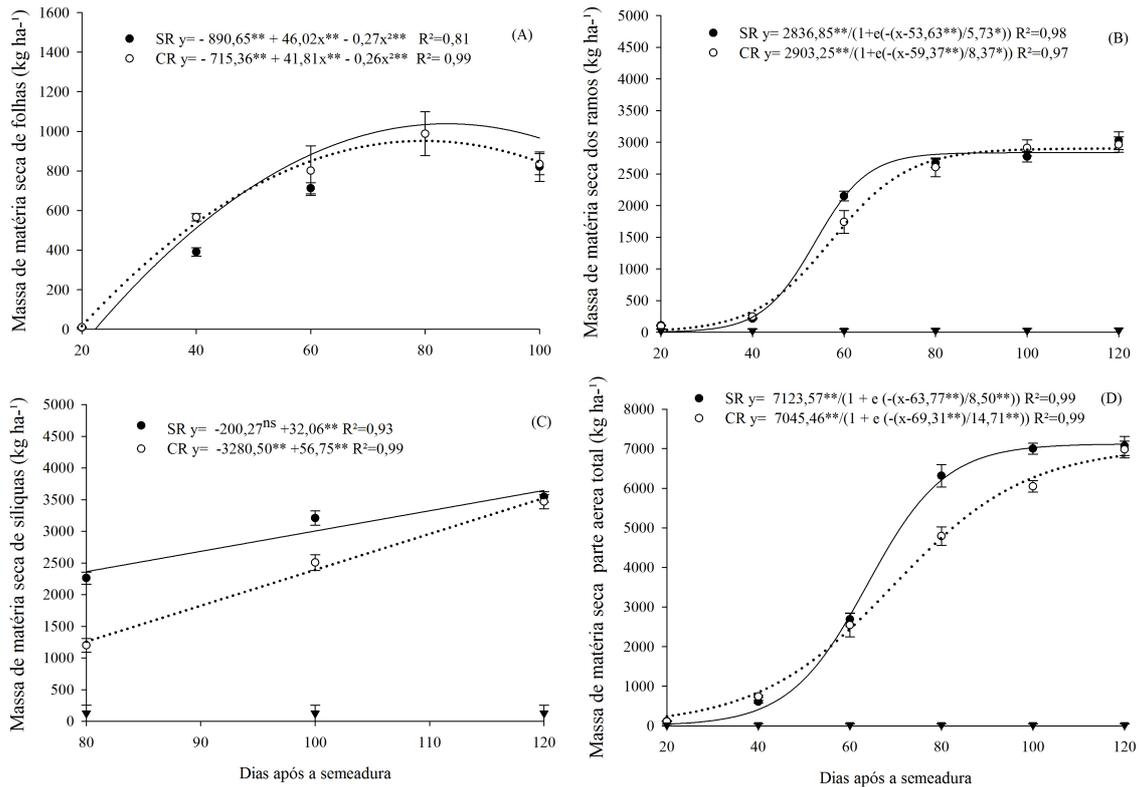


**Figura 1.** Crescimento de nabo forrageiro proveniente de área com (---CR) ou sem (—SR) resíduos de girassol, em função de dias após a semeadura (DAS). \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Também foi observado efeito significativo da interação entre tratamentos e épocas de coleta para massa de matéria seca de folhas, de ramos, de síliquas e total (Figura 2). Os dados para massa de matéria 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 área sem resíduos até 40 DAS e, aos 80 DAS, foi o inverso (Figura 2a).

Para massa de matéria seca de ramos e de

parte aérea total, os dados se ajustaram à equação sigmoidal. As plantas da área com resíduos de girassol tenderam a apresentarem 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 ramos foram observados aos 60 DAS e de total aos 80 e 100 DAS, quando provenientes de áreas sem girassol (Figuras 2b e 2d). Estes valores de massa de matéria seca da parte aérea total estão de acordo com Piffer, Benez e Bertolini (2010).



**Figura 2.** Massa de matéria seca de plantas de nabo forrageiro, provenientes de área com (.....CR) ou sem (—SR) resíduos de cultivo de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS). <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

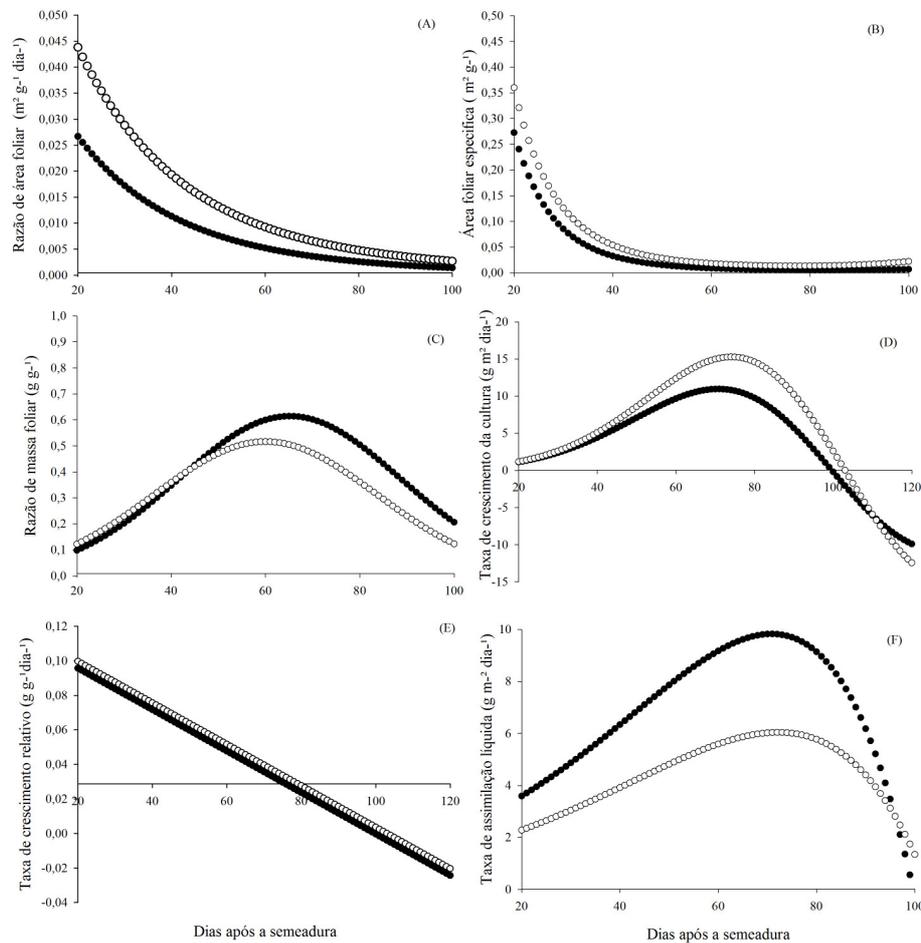
O início da formação das siliquis ocorreu aos 80 DAS, com maior acúmulo na área sem resíduos (Figura 2c). Esses resultados prejudiciais no desenvolvimento do nabo podem estar relacionados às possíveis substâncias alelopáticas presentes na área com resíduos de plantas de girassol. Essas substâncias podem apresentar vários mecanismos de ação, com modificações no processo de fotossíntese, abertura estomática, 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 fenólicos 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 exudados no solo e estes reduzem a massa de matéria seca de plantas de sorgo, soja e girassol semeados em solo anteriormente cultivado com girassol.

Quando foi realizada a análise de crescimento, houve interação entre os tratamentos e épocas de coleta para índice de área foliar (Figura 1d), sendo que os dados foram representados por equação quadrática. As plantas provenientes de área com resíduos apresentaram maior índice até 40

DAS. Já, aos 80 e 100 DAS o maior índice foi observado para as plantas de área sem resíduos de girassol (Figura 1d). Constatado pela maior massa matéria seca de folhas nas plantas provenientes de área sem resíduo de girassol aos 80 DAS e a partir desse momento, houve senescência das folhas e translocação dos fotossimilados das folhas mais velhas pra o enchimento dos frutos (Figura 2a). Estes resultados estão de acordo com os observados por Aguiar-Neto et al. (1995). Segundo Peixoto et al. (2011), o decréscimo de massa de matéria seca de folhas no final do ciclo é devido a ontogenia e senescência natural presentes em algumas culturas. Em consequência da diminuição da área foliar em toda a planta, ocorre menor interceptação de energia luminosa e, com isso ocorre balanço negativo da atividade fotossintética e respiratória. Na Figura 3a e 3b, 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. Também, os maiores valores de RMF foram verificados para as plantas de área com resíduos até os 40 DAS, sendo que após este período, ocorreu o inverso (Figura 3c). 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.



**Figura 3.** Análise de crescimento obtidos de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com (○CR) ou sem (●SR) resíduos de girassol. As taxas foram estimadas a partir da derivação dos modelos exponenciais polinomiais de 2º grau ajustados aos dados primários.

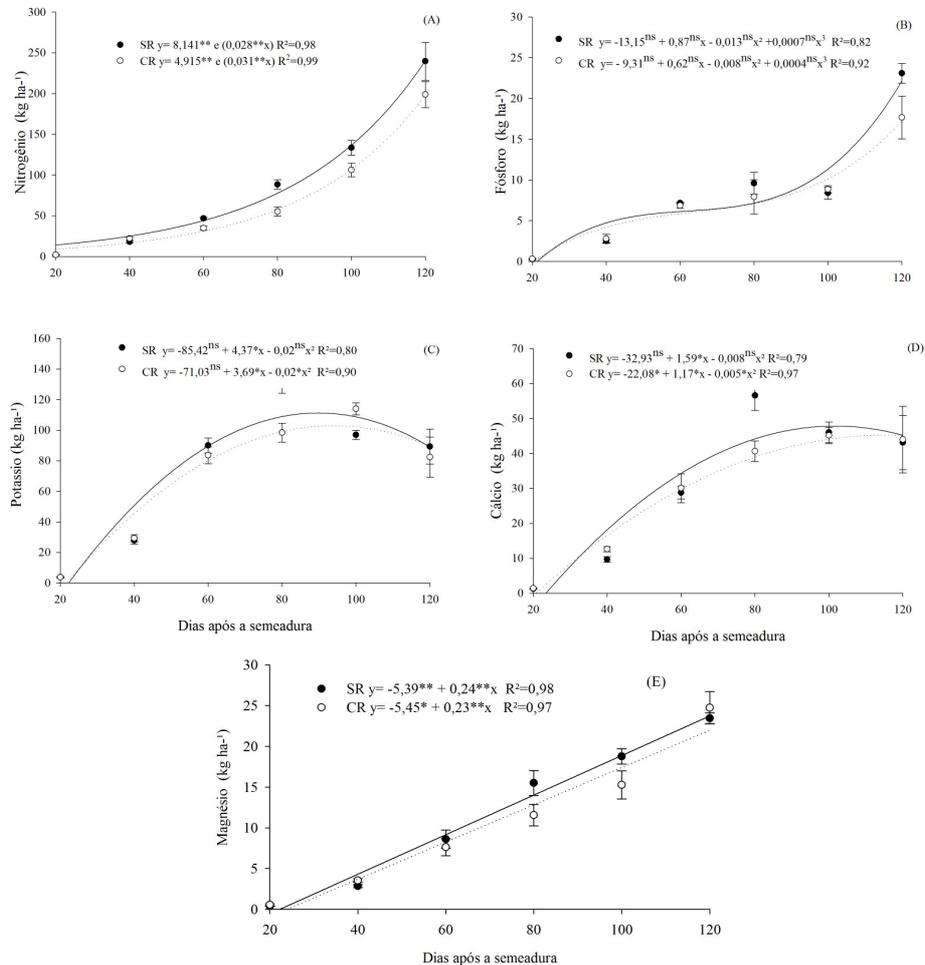
As plantas provenientes de área com resíduos de girassol apresentaram maiores valores de TCC e TCR, durante todo o ciclo da cultura, do que as de área sem resíduos (Figuras 3d e 3e), indicando respectivamente, maior acumulação de matéria seca da planta por unidade de terreno e maior eficiência na conversão 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, do que de área com resíduos. As plantas de área sem resíduos apresentaram declínio mais acentuado da TAL do que as plantas de área com resíduos (Figura 3f). 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 Taiz e Zinger (2004) relatam que este hormônio sob estresse biótico ou abiótico inibe o crescimento da parte aérea por promover o fechamento estomático, ocorrendo diminuição da atividade fotossintética.

Pela análise de nutrientes, foi constatado que houve interação significativa entre época de coleta e resíduos de girassol para acúmulo de todos os nutrientes, bem como efeito isolado de época de coleta para os dados de acúmulo de fósforo (Figura 4b). Para o acúmulo de N, foi verificado comportamento exponencial, com tendência de maior acúmulo até os 40 DAS para as plantas de

área com resíduo e, posteriormente, os maiores valores foram observados para as plantas da área

sem resíduo de girassol (Figura 4a).



**Figura 4.** Acúmulo de nutrientes nas plantas de nabo forrageiro cultivadas em área de com (----CR) ou sem (—SR) resíduos de girassol, em função dos dias após a semeadura (DAS). <sup>ns</sup> não significativo, \* significativo a 5% e \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

Foi observado comportamento semelhante para o acúmulo de P, tanto proveniente de área com resíduos de girassol como de área sem resíduos, tendo tendência de maior acúmulo até os 40 DAS pelas plantas da área com resíduos. Após este período, houve tendência de maior acúmulo de P para as plantas da área sem resíduos de girassol (Figura 4b). Os dados de acúmulo de nitrogênio e de fósforo aos 40 DAS estão de acordo com os encontrados por Carvalho et al. (2008), de 18,32 kg de N ha<sup>-1</sup> e de 2,57 kg de P ha<sup>-1</sup>. No entanto aos 60 DAS, os valores de N, P, K, Ca e Mg foram inferiores ao observados por Heinz et al. (2011), de 145, 20, 266, 34,19 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Na Tabela 2, não foram observadas diferenças entre tratamentos para acúmulo de nutrientes nas sementes. No entanto houve

Nas Figuras 4c e 4d, foi verificado ajuste da equação quadrática para dados de acúmulo de K e Ca. As plantas de nabo forrageiro da área com resíduos apresentaram tendência de maior acúmulo de K e maior acúmulo de 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 resíduos (Figuras 4c e 4d). Para o acúmulo de magnésio, foi constatado aumento linear durante o ciclo da cultura. Além disto, houve 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. tendência de maior acúmulo de N nas sementes de plantas provenientes de área com resíduos de girassol (Tabela 2). 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 adubação.

**Tabela 2.** Acúmulo de nutrientes nas sementes e avaliação da qualidade das sementes de nabo forrageiro oriundas de plantas provenientes de áreas com e sem resíduos de girassol.

Variáveis	Sem resíduos	Com resíduos	C.V. (%)
Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> )	66,41 a*	84,78 a	13,49
Fósforo (kg ha <sup>-1</sup> )	8,54 a	7,61 a	26,02
Potássio (kg ha <sup>-1</sup> )	18,86 a	16,68 a	15,28
Cálcio (kg ha <sup>-1</sup> )	3,28 a	2,22 a	40,41
Magnésio (kg ha <sup>-1</sup> )	8,08 a	7,31 a	11,78
Grau de umidade (%)	7,00 a	6,70 a	10,10
Retenção peneira (%)	71,30 a	71,60 a	1,08
Germinação (%)	85,00 a	87,00 a	5,76
Primeira contagem (%)	66,00 a	72,00 a	1,84
Condutividade elétrica	98,99 a	89,78 b	3,02
Deterioração controlada (%)	68,00 b	87,00 a	1,36
Envelhecimento acelerado (%)	68,00 b	80,00 a	4,12
Comprimento de plântulas (cm planta <sup>-1</sup> )	13,00 b	18,50 a	11,12
Massa seca de plântulas (g planta <sup>-1</sup> )	3,04 b	4,06 a	9,75
Emergência em areia (%)	95,00 a	94,00 a	2,99
IVE areia	76,00 b	88,00 a	1,83
Emergência em campo (%)	15,38 a	15,32 a	2,30
IVE em campo	9,00 b	11,48 a	3,89

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

Também na Tabela 2, 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 2). Além disso, não houve efeito significativo na produtividade de sementes e de rendimento de óleo. Em milho Pasqualetto e Costa (2001), também não verificaram diferença na produtividade de sementes, cultivadas em área com e sem resíduo de girassol. No entanto, Jakelaitis et al. (2010) constataram que a área com resíduos de girassol proporcionou menor produtividade de sementes de feijão, do que a área sem resíduo de girassol. Os valores de produtividade de sementes no presente estudo 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.

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 2). 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 2). 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 2), e nas folhas até 40 DAS (Figura 4a). O nitrogênio também atua na germinação, sendo constituinte das poliaminas, 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.

## CONCLUSÕES

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.

Após 40 dias da semeadura, houve prejuízo ao desenvolvimento das plantas, à eficiência de translocação dos fotoassimilados e ao acúmulo de nutrientes de plantas de nabo forrageiro provenientes de área com resíduos de girassol.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas e a FAPERJ pelo auxílio financeiro, respectivamente.

---

**ABSTRACT:** The aim was to evaluate the seedling emergence, plant growth, seed yield and seed quality of oil radish (*Raphanus sativus* L.) influenced by the sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants residues. The experiment was randomized in split plot complete block with four replications. The plots were represented by the area with and without sunflower plants residues and the subplots, by the six sampling times (20, 40, 60, 80, 100 and 120 days after sowing - DAS). The sunflower plants residues did not affect seedling establishment in oilseed radish, reduced the seed yield per plant and favored the seed vigour. After 40 DAS, there was damage to the plant development, the efficiency of translocation of assimilates and nutrients accumulation in oil radish plants from area with sunflower residues.

**KEYWORDS:** *Raphanus Sativus*. *Helianthus annuus*. Allelopathy. Vegetative growth. Nutrients accumulation.

---

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR-NETO, A. O.; RODRIGUES, J.O.; BASTOS E. A.; OMO, E. O. Desenvolvimento de plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.), submetidos à diferentes potências da água no solo e índices fisiológicos. **Scientia Agrária**. Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 521-527, 1995.
- ANDRADE, W.E. de B. **Viabilidade técnica do cultivo de oleaginosas no Norte Fluminense. A experiência da Pesagro-Rio**. Campos dos Goytacazes: Pesagro, 2007, 47p.
- ASHRAFI, Z. Y., SADEGHI, S., MASHHADI, H. R.; 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 sementeira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, 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.

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. C; SOUSA JUNIOR, J. G. A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, número especial, p. 2831-2838, 2008.

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.

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. V, p. 137-158.

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

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. Decomposition and nutrient release of crambe and fodder radish residues. **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 flavonoids from *Helianthus annuus* cultivars. **Phytochemistry**, New York, v. 45, n. 4, p. 683-687, 1997.
- MACIAS, F. A.; VARELA, R. M.; TORRES, A.; OLIVA, R. M.; MOLINILLO, J. M. G. Bioactive flavonoids from *Helianthus annuus* cultivars. **Phytochemistry**, New York, v. 48, n. 4, p. 631-632, 1998.
- MORRIS, P. J.; PARRISH, D. J. Effects of sunflower residues and tillage on winter wheat. **Field Crop Research**, Amsterdam, v. 29, n. 1, p. 317-327, 1992.
- 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.
- OLIVEIRA, A. S. **Características 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.; PEIXOTO, M. F. 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 Agronômico, Boletim Técnico 114, 1987, 33p.
- PIFFER, C. R.; BENEZ, S. H.; BERTOLINI, E. V. comportamento de nabo forrageiro (*Raphannus 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.
- 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, p. 102-106, 2000
- 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**, v. 51, n. 1, p. 1159- 1162, 2000.

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.