

**COLHEITA, BENEFICIAMENTO E  
CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES  
DE NABO FORRAGEIRO**

**MARCELA CARLOTA NERY**

**2008**

**MARCELA CARLOTA NERY**

**COLHEITA, BENEFICIAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE DE  
SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras  
como parte das exigências do Programa de Pós  
Graduação em Agronomia, área de concentração  
Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

Orientadora

Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Nery, Marcela Carlota

Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de  
nabo forrageiro / Marcela Carlota Nery. – Lavras : UFLA, 2008.

180 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: Maria Laene Moreira de Carvalho.

Bibliografia.

1. *Raphanus sativus* var. *oleiferus*. 2. Produção. 3. Germinação. 4.  
Vigor. 5. Armazenamento. I. Universidade Federal de Lavras. II.  
Título.

CDD – 635.125

**MARCELA CARLOTA NERY**

**COLHEITA, BENEFICIAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE DE  
SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 25 de agosto de 2008

Prof. Dr. João Almir Oliveira	UFLA
Prof. Dr. Antonio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Prof. Dr. Élberis Pereira Botrel	UFLA
Profª Drª Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias	UFV

Drª. Maria Laene Moreira de Carvalho

UFLA

(ORIENTADORA)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

2008

## *Agradecimento Especial*

*A Deus, pelos momentos, em que, cansada e desiludida, recorri em uma prece.*

*Por tantas vezes em que pensava estar só e Tu vieste enxugar minhas lágrimas em silêncio.*

*É por este momento, que quase em oração, agradeço a Ti por guiar meus passos e ter feito de mim, hoje um Ser Humano.*

*A Ti, Senhor, faço uma homenagem simples demais para Deus, profunda demais para mim.*

## *Homenagens Especiais*

À minha mãe, *Jane*,

Pelas palavras de incentivo e encorajamento e pelo constante apoio em todas as minhas decisões, para que eu pudesse me tornar o que hoje sou.

À minha irmã, *Fernanda*,

Alguns buscam sua alma gêmea, eu tive o privilégio de nascer com a minha.  
Obrigada, por ter me ensinado a dividir, somar e amar.

À minha orientadora, *Maria Laene*,

Obrigada, por ter me recebido como aluna, ter acreditado e confiado em mim.  
Ter sido meu porto seguro nesta conquista, respeitando e valorizando meus limites e esforços. Ter permitido meu sonho acontecer e ter tido uma infinita paciência.

Esta conquista tem a tua presença.

## *Agradecimentos*

Aos meus avós, *Etelvina (in memorian)* e *Geraldo Carlota (in memorian)* por exemplos de vida. E a Nossa Senhora Aparecida, pelas inúmeras intercessões e pelo acalento.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Agricultura, em especial ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização do meu curso de pós-graduação.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo que possibilitou minha inclusão no Doutorado.

Aos professores do Setor de Sementes/DAG Prof. Dr. *Renato Mendes Guimarães*, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> *Édila Vilela de Resende Von Pinho*, Prof. Dr. *João Amir Oliveira* e Pesquisador Dr. *Antonio Rodrigues Vieira*, por ser exemplos de profissionais, por todo carinho, dedicação, confiança e amizade demonstrada nestes anos de convivência. Serei eternamente grata por tudo, para sempre!

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. *João Amir Oliveira*, Prof. Dr. *Elberis Pereira Botrel*, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> *Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias* e Pesquisador Dr. *Antonio Rodrigues Vieira*.

A Dr<sup>a</sup> *Luciana Magda de Oliveira* e sua família pela valiosa amizade e apoio constante.

Aos professores do Setor de Sementes/DCF Prof. Dr. *Antonio Cláudio Davide* e Pesquisador Dr. *Edvaldo Aparecido Amaral da Silva*, por acreditar no meu trabalho e possibilitar minha inclusão no Pós Doutorado.

A *Verônica Yumi Katacka* pela ajuda nas análises estatísticas.

A Profª Drª *Joelma Pereira* e estagiário *Fausto* pela ajuda nas análises de composição química e pela simpatia sempre constante.

Ao Prof. Dr. *Antonio Carlos Fraga* e Pesquisador *José Nivaldo Pêla* (Iapar) e Pesagro/RJ pelo fornecimento das sementes.

Ao Prof. Dr. *Elberis*, agradeço pela disposição em solucionar minhas dúvidas.

Aos estagiários. *Walter, Debora Gabriela, Carla, Kenia, Cibele, Ricardo, Luiz Felipe, Vinicius, Rodrigo, Guilherme e Ivan*, pela inestimável ajuda na condução dos experimentos.

A todos os funiconários da Epamig, da Usina de Beneficiamento, do Laboratório de Sementes e do Laboratório de Patologia de Sementes pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos amigos de pós-graduação, em especial, *Fernanda Soares, Cristiane, José Renato, Keline, Paula e Andréa* que sempre estiveram à disposição para ajudar.

A todos os outros amigos de graduação e de infância, quero que saibam que a despeito do tempo e da distância agradeço pelas inúmeras horas de alegria e pelo apoio em todos os momentos.

*Vocês merecem meu eterno agradecimento!!!*



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Referencial Bibliográficas.....	10
<b>ARTIGO 1</b> - Adequação do teste de germinação de sementes de nabo forrageiro.....	14
Resumo.....	15
Abstract.....	16
1. Introdução.....	17
2 Material e Métodos.....	20
3 Resultado e Discussão.....	22
4 Conclusão.....	33
5 Referências Bibliográficas.....	34
<b>ARTIGO 2</b> - Germinação e potencial alelopático de <i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiferus</i> .....	40
Resumo.....	41
Abstract.....	42
1. Introdução.....	43
2 Material e Métodos.....	45
3 Resultado e Discussão.....	48
4 Conclusões.....	57
5 Referências Bibliográficas.....	57
<b>ARTIGO 3</b> - Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro.....	62
Resumo.....	63
Abstract.....	64
1. Introdução.....	65
2 Material e Métodos.....	71
3 Resultado e Discussão.....	74
4 Conclusões.....	88
5 Referências Bibliográficas.....	89
<b>ARTIGO 4</b> - Estudos preliminares sobre a utilização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de nabo forrageiro.....	97
Resumo.....	98
Abstract.....	99
1. Introdução.....	100
2 Material e Métodos.....	102
3 Resultado e Discussão.....	105
4 Conclusão.....	109

5 Referências Bibliográficas.....	110
<b>ARTIGO 5 - Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro.....</b>	<b>114</b>
Resumo.....	115
Abstract.....	116
1. Introdução.....	117
2 Material e Métodos.....	119
3 Resultado e Discussão.....	123
4 Conclusão.....	131
5 Referências Bibliográficas.....	131
<b>ARTIGO 6 - Estádio de colheita, qualidade e composição química das sementes de nabo forrageiro armazenadas.....</b>	<b>135</b>
Resumo.....	136
Abstract.....	137
1. Introdução.....	138
2 Material e Métodos.....	143
3 Resultado e Discussão.....	149
4 Conclusões.....	168
5 Referências Bibliográficas.....	169
ANEXOS.....	178

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro**. 2008. 180p. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

O nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var *oleiferus* Metzg., é uma cultura potencial para utilização na produção do biodiesel, por possuir grãos contendo de 30% a 43% de óleo. Para que haja expansão da cultura, há necessidade de utilização de sementes de alta qualidade, no entanto, pesquisas relacionadas à colheita e pós-colheita de sementes, bem como a metodologia para avaliação da qualidade das sementes ainda são incipientes. Para verificar as melhores condições na realização do teste de germinação foram testados os substratos papel e areia, e as sementes, mantidas em seis regimes de temperatura constante (15°C; 20°C; 25°C; 30°C; 35°C) e um alternado (20°C-30°C). Para verificar o efeito alelopático da cultura, sementes de alface e nabo forrageiro foram postas para germinar sobre extratos de plantas e plântulas de nabo forrageiro. Na avaliação do vigor foram testadas as metodologias do teste de condutividade elétrica (embebição por 2; 4; 6; 8; 10 e 12 horas, utilizando-se 25 sementes em 25 mL e em 50 mL, 50 sementes em 50 mL e em 75 mL de água), do teste de envelhecimento acelerado (metodologia tradicional e com solução saturada de NaCl por 0; 24; 48; 72 e 96 horas) e o teste de tetrazólio (nas concentrações de 0,075%; 0,5% e 1,0% de solução de tetrazólio, a 25°C, por 3 h, 12 h e 18 horas). O efeito das etapas do beneficiamento na qualidade das sementes foi avaliado pelos testes e determinações, como grau de umidade, pureza, o peso de mil sementes, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca da parte aérea de plântulas e sanidade. As siliquis foram colhidas em três estádios, de acordo com a coloração verde, bege e marrom, para investigação do efeito do estádio de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária. As sementes foram armazenadas em câmara fria e ambiente, e avaliadas aos 0, 3, 6 e 9 meses. Conclui-se que a temperatura de 20°C-30°C e o substrato areia são condições adequadas para a realização do teste de germinação das sementes de nabo forrageiro. O nabo forrageiro não provoca

---

<sup>1</sup> Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

redução na germinação de sementes da própria cultura. O período de embebição de 6 horas com 25 sementes em 50 mL de água destilada e deionizada é considerado adequado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de nabo forrageiro pelo teste de condutividade elétrica. O teste de envelhecimento acelerado possibilita a separação dos lotes de nabo forrageiro em diferentes níveis de qualidade, podendo ser utilizado o período de envelhecimento de 96 horas pelo método tradicional ou 72 horas com solução saturada de NaCl. No teste de tetrazólio a embebição das sementes entre papel por 6 horas, seguida de corte longitudinal é eficiente na avaliação da viabilidade das sementes de nabo forrageiro. É necessário ainda testar concentrações intermediárias entre 0,075% e 0,5%, visto que, com 0,075% as sementes coloriram fracamente e com 0,5% os resultados do teste foram superestimados. O beneficiamento em máquina de ar e peneiras e em mesa de gravidade na descarga superior contribui para o aprimoramento da qualidade física e fisiológica das sementes de nabo forrageiro, com incrementos médios de até 25% na pureza e 9% na germinação e na emergência, quando se comparam os resultados com a testemunha não beneficiada. A cor das síliquas não é indicativo ideal para definição do momento de colheita das sementes de nabo forrageiro pela variação de maturidade e qualidade fisiológica das sementes dentro das síliquas. O armazenamento das sementes de nabo forrageiro em câmara fria favorece a emergência de plântulas. Não foram observadas alterações consistentes na composição centesimal em síliquas de nabo forrageiro colhidas em diferentes estádios de maturação relacionados à sua alteração de cor.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* var. *oleiferus*, produção, germinação, vigor, armazenamento.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds.** 2008. 180 p. Thesis (Doctor degree in Crop Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

The fodder radish *Raphanus sativus* L. var *oleiferus* Mstzg., is a culture with potential to be used for the production of biodiesel, due to its grains being composed of 30 to 43% oil. Aiming to expand the cultivation of this species, the use of high quality seeds is necessary, however, research related to seed harvest and post-harvest, and an appropriate methodology to evaluate seed quality are still scarce. In order to verify the best conditions to execute the germination test, sand and paper were tested as substrates, and the seeds were maintained under six constant temperature regimes (15° C; 20° C; 25° C; 30° C; 35° C) and one alternating (20° C-30° C). In order to verify the allelopathic effect of the culture, lettuce and fodder radish seeds were germinated in plant extracts and fodder radish seedlings. To evaluate the plant vigor the following methodologies were used: the electrical conductivity test (imbibition during 2; 4; 6; 8; 10 and 12 hours, using 25 seeds in 25 mL and 50 mL, 50 seeds in 50 mL and 75 mL of water), accelerated aging (traditional methodology and with a saturated NaCl solution during 0; 24; 48; 72 and 96 hours) and the tetrazolium test, at 25° C, during 3 h; 12 h and 18 hours). The effects of the processing steps on the seed quality were evaluated through tests and determinations, such as different moisture content, purity, weight per one thousand seeds, germination, first germination count, germination speed index, initial stand, emergence, emergence speed index, seedling aerial part dry matter and health quality. To investigate the effect of the harvesting stage on physical, physiological and health quality, the siliques were harvest at three stages, according to their green, beige and brown color. The seeds were stored in a cold chamber and at room temperature, evaluations were carried out in 0; 3; 6 and 9 months. It was concluded that the temperature of 20° C- 30° C and the sand substrate were the most appropriate conditions to carry out the germination test of fodder radish seeds. The fodder radish does not cause a reduction of seed germination within their own culture. The imbibition period of 6 hours with 25 seeds in 50 mL of distilled and deionized water is considered appropriate to evaluate the fodder radish seed physiological quality using the electrical conductivity test. The accelerated aging test allows for the separation of fodder radish seed lots at

---

\* Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

different quality levels, the use of a 96 hour aging period by the traditional method or 72 hours with a saturated NaCl solution being possible. In the tetrazolium test the seed imbibition between paper for 6 hours, followed by a longitudinal cut is effective to evaluate the fodder radish seed viability. It is still necessary to test intermediate concentrations between 0.075% and 0.5%, since with 0.075%, the seeds stained weakly and with 0.5% the test results were overestimated. The processing in an air screen separator and gravity table set at high discharge contributes to the improvement of the fodder radish seed physical and physiological quality, with an average increase of up to 25% in purity and 9% in germination and emergence, according to the comparison of the results with the non-processed seeds. The silique color is not the ideal indicator to define the fodder radish seed harvesting time because of the variation in the maturity and physiological quality of fodder radish seeds within siliques. The fodder radish seed storage in cold chamber favors the seedlings emergence. There were no consistent changes in the centesimal composition of fodder radish siliques harvested at different stages of maturity related to their different colors.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus* var. *oleiferus*, crop, germination, vigour storage.

## INTRODUÇÃO GERAL

Os derivados do petróleo constituem-se na maior matriz energética utilizada mundialmente. No entanto, com a crescente demanda, a constante variação dos preços no mercado internacional, a poluição ambiental gerada por sua extração e uso e, ainda, por se tratar de um combustível fóssil finito, órgãos internacionais têm se pautado na criação de vários programas para a busca e desenvolvimento tecnológico de fontes alternativas de energia. Entre estas novas fontes energéticas, o biodiesel, por ser renovável, tem sido considerado como solução viável e de grande potencial na substituição dos combustíveis fósseis derivados de petróleo (Holanda, 2004).

A utilização de biodiesel no Brasil vem sendo incentivada em projetos financiados pelo Governo Federal e é uma alternativa viável para redução de importação do óleo diesel, a qual gera despesas anuais na ordem de US\$1,2 bilhão para o país. Existem ainda outros aspectos relevantes a favor da introdução do biodiesel, como a diminuição da poluição do ar, a sustentação de um grande programa de geração de emprego e renda com a participação da agricultura familiar; além da possibilidade de geração de excedentes de biocombustível exportáveis para outros países (MME, 2004).

Além dos benefícios ambientais, a introdução do biodiesel no país pode ainda propiciar vantagens econômicas e políticas ao Brasil, pelo cumprimento dos acordos estabelecidos no Protocolo de Kyoto e nas diretrizes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pela geração de cotas de carbono e pelo fortalecimento de sua situação como um dos países de matriz energética limpa (Holanda, 2004).

A utilização de fontes alternativas de energia ocorre em diversos países e a tecnologia é bem conhecida. No entanto, existe uma demanda atual de pesquisas com espécies oleaginosas que sejam economicamente viáveis na

produção de combustível alternativo, como o biodiesel. Várias são as espécies com proposta de utilização para produção do biodiesel, como a colza, a canola, o linho, a soja, o amendoim, o girassol, o algodão, a mamona, o coco, o tungue, o pinhão-manso, o nabo forrageiro, entre outras (Camargos, 2005). Dentre estas, o nabo forrageiro, por apresentar em suas sementes consideráveis teores de óleo, 30% a 43%, com relativa facilidade de extração e baixa viscosidade, além de possuir potencial produtivo em épocas de pouca utilização ou pousio das terras agricultáveis, poderá se tornar matéria-prima de substancial interesse aos produtores rurais para produção de óleo no Programa do Biodiesel (Silva et al., 2007b).

Originário da Ásia Oriental e Europa, o nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg., pertence à família *Brassicaceae*, da ordem *Caprales*, com ciclo anual de inverno. No Brasil a cultura foi introduzida na década de 80 (Sá, 2005). É encontrado nas regiões Sul, Centro Oeste e no estado de São Paulo, sendo utilizado como adubo verde no inverno (Lima et al., 2007) ou planta de cobertura para alimentação animal, em sistema de cultivo conservacionista como o plantio direto e o cultivo mínimo (Crusciol et al., 2005).

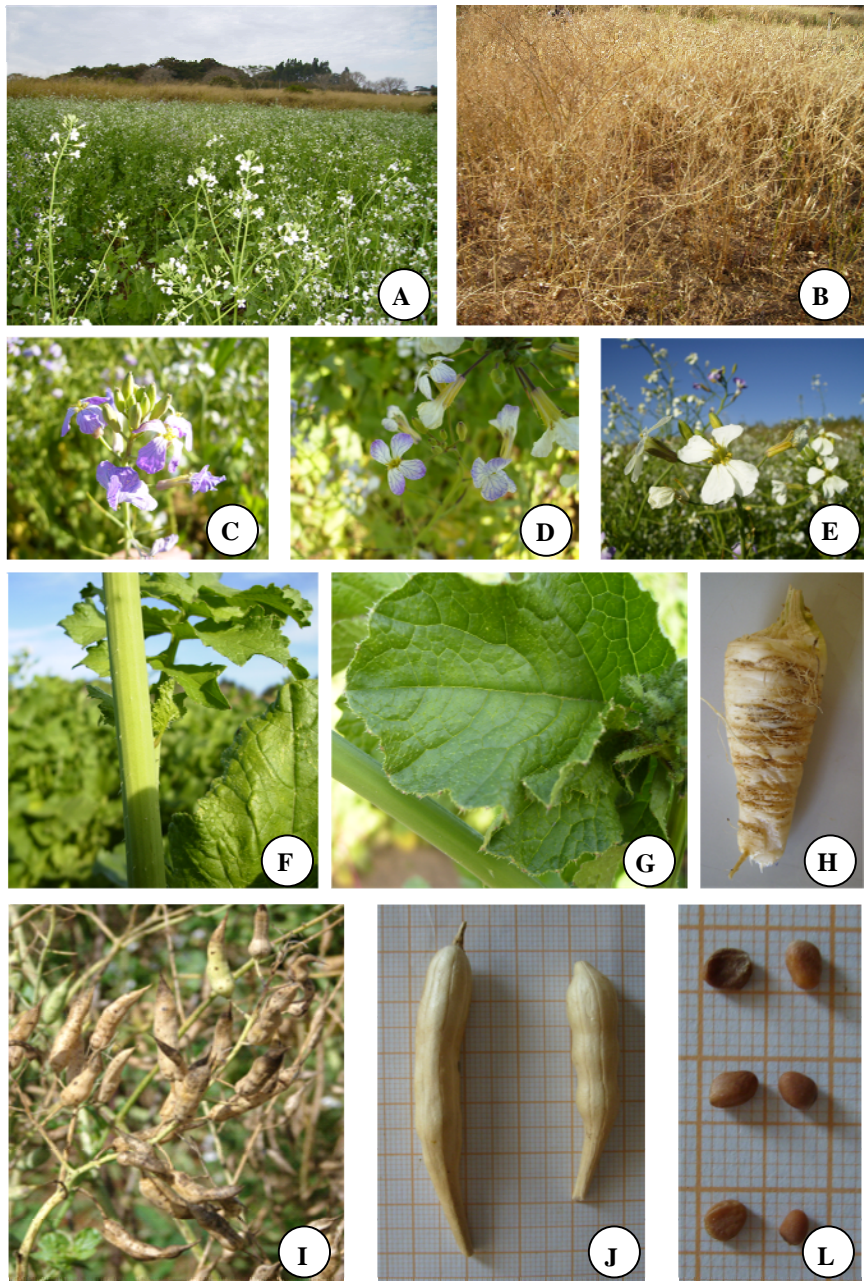
A espécie *Raphanus sativus* L. com o número cromossômico de  $2n = 18$ , é derivada de um ancestral domesticado, *Raphanus raphanistrum* L. (Prakash et al., 1999), sendo que o gênero *Raphanus* provavelmente é originado de um ancestral comum com a *Brassica oleracea* e a *B. rapa* (Chen & Wu, 2008).

É uma planta herbácea, ereta e muito ramificada, dotada de tricomas (Figura 1F e 1G) ásperos e raiz pivotante, às vezes tuberosa (Figura 1H) o que lhe confere qualidade de planta descompactadora de solo (Muzilli, 2002). Atinge de 1,0 m a 1,8 m de altura, com inflorescências terminais, em ráceros longos, emitindo flores predominantemente brancas, às vezes roxas ou brancas com matizes roxas ou lilás (Figura 1C, 1D e 1E). O fruto é uma síliqua indeiscente,



de 3 cm a 5 cm de comprimento, com coloração marrom clara até avermelhada, envolta em abundante tecido parenquimático, contendo de 2 a 10 sementes ovulares de coloração cinza escuro ou avermelhada (Karcz et al., 2005), com comprimento variando de 2 mm a 4 mm (Figura 1L). A massa de 1000 grãos varia de 6 g a 14 g, com média de 11 g (Sá, 2005). Antes da maturação das síliquas, as plantas se encontram totalmente verdes (Figura 1A), sendo que a maturação é muito heterogênea (Figura 1I), ocorrendo entre 150 dias a 200 dias após a semeadura, quando as plantas encontram-se desfolhadas e secas (Figura 1B), podendo se colher as síliquas, manualmente ou em colhedoras automotrizes. Segundo Sá (2005), para produção de sementes de *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*, temperaturas relativamente baixas durante o crescimento vegetativo favorecem a floração abundante e, conseqüentemente, o rendimento de grãos, em temperaturas altas, a floração é precoce, encurtando o ciclo da cultura.

Por ser uma planta alógama de fácil cruzamento com outras espécies do gênero *Raphanus*, para a produção de sementes é necessário isolamento de no mínimo 300m em campos de produção, com cuidado na eliminação da nabiça, planta invasora de inverno. Além disso, é importante a eliminação de uma faixa lateral de aproximadamente 5 metros em todo o campo, antes do início da colheita (Pereira, 1998). De acordo com Mussury & Fernandes (2000) e Derpsch & Calegari (1992), a ocorrência da alogamia é freqüente em condições naturais, em razão da alta população de polinizadores em determinados períodos, favorecendo o desenvolvimento de plantas com maior tamanho de frutos e maior número de sementes.



**Figura 1** - Detalhes da planta de nabo forrageiro, como campo de produção de sementes em floração (A), momento da colheita das siliquas (B), inflorescência de coloração roxa (C), de coloração branca com matizes roxas (D) e de coloração branca (E), caule com tricomas (F), folhas adultas com tricomas (G), raiz tuberosa (H), siliqua madura (I, J) e sementes (L). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Segundo Kevan & Eisikowitch (1990), a presença dos polinizadores aumenta a produção das sementes de *Brassica napus* de 83% para 96%. Como para *B. napus*, há predominância na cultura do nabo forrageiro das abelhas sociais e solitárias, particularmente as das famílias *Andrenidae*, *Halictidae* e *Megachilidae* (Mussury et al., 2003). Rocha (2008) também relata que a intensa florada da cultivar CATI AL-1000 de nabo forrageiro é fonte de néctar e pólen para a criação de abelhas.

O nabo forrageiro caracteriza-se por ser uma espécie com maior adaptabilidade do que a cultura da colza, mostarda e outras *Brassicaceae*s, podendo ser cultivada numa ampla faixa de clima, em solos arenosos e de média fertilidade, porém corrigidos com calcário e fósforo (Derpsch & Calegari, 1992; Calegari et al., 1993).

É uma planta rústica pouco exigente em nutrientes e pH, que se desenvolve bem em solos relativamente pobres e resiste a geadas tardias (Santos et al., 2002). Possui boa precocidade e agressividade, o que permite a cobertura de 70% da superfície do solo em aproximadamente 60 dias (Calegari, 1990). É de fácil manejo, além de apresentar grande produção de fitomassa, variando de 40 a 60 toneladas de massa verde, e produtividade mínima de 500 kg de sementes por hectare (Crusciol et al., 2005; Tomm et al., 2002; Denardin et al., 2006).

Calegari (2001) relata ainda, que o nabo forrageiro apresenta efeitos alelopáticos que afetam qualitativa e quantitativamente a incidência de distintas espécies de plantas invasoras, fato este observado na cultura do feijão pela presença dos resíduos de nabo forrageiro (Almeida & Rodrigues 1995).

A cultura do nabo forrageiro tem uma elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio (Aita & Giacomoni, 2003; Silva et al., 2007a), fósforo e potássio (Giacomoni et al., 2003), tornando-a importante em esquemas de sucessão de culturas com espécies como milho (Martins & Rosa

Junior, 2005) e feijão e café como cultivo intercalar (Crochemore & Piza, 1994). Além disso, apresenta relação C/N média, na faixa de 20 a 25 (Muzilli, 2002; Giacomoni et al., 2003), e conseqüentemente, elevada taxa de mineralização, comparável à de leguminosas (Amado et al., 2002).

Uma das limitações para utilização dessa planta para produção de óleo é a baixa disponibilidade de lotes de sementes de qualidade no mercado e o desconhecimento de uma tecnologia de produção, classificação e armazenamento de sementes voltadas à produção de grãos e não de massa verde.

Um dos principais riscos na produção de qualquer cultura é a obtenção de estande inadequado por ocasião de sua implantação, o que, na maioria dos casos, resulta em baixa produtividade. Isto elevará os custos de produção e reduzirá o lucro, devido à necessidade de ressemeadura ou a opção por outra cultura (Braccini et al., 1999). Logo, a elevada qualidade das sementes irá refletir diretamente no resultado final da cultura, proporcionando uniformidade de população, alto vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade (Bittencourt et al., 1995).

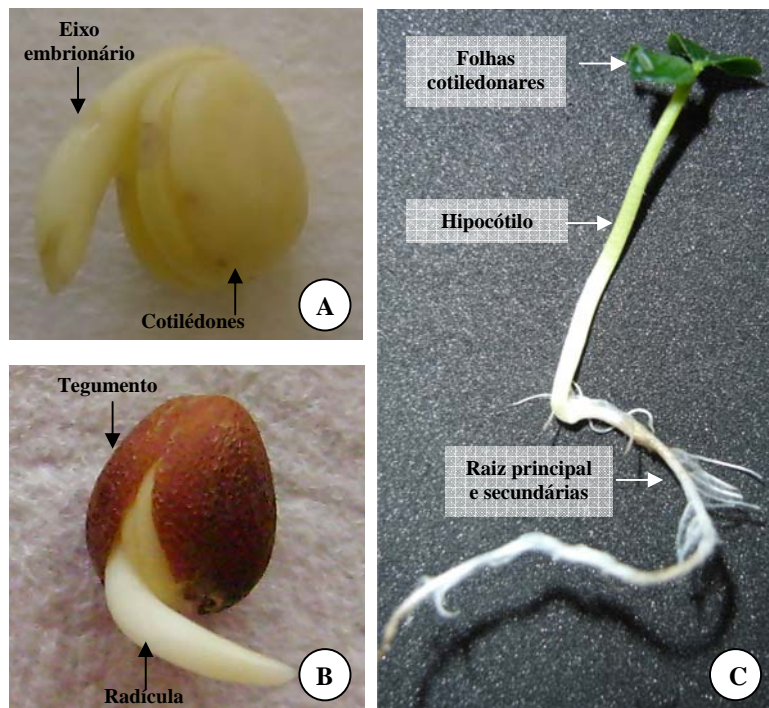
Apesar do nabo forrageiro se reproduzir via sementes, pouco se sabe sobre a melhor tecnologia de produção e de avaliação da qualidade das mesmas. Ainda não foram estabelecidas metodologias adequadas para o beneficiamento e avaliação da qualidade de lotes de sementes das duas cultivares disponíveis no mercado nacional, CATI AL-1000 e IRP 116.

Na literatura não são encontrados trabalhos avaliando as características de produção e qualidade das sementes para a cultura do nabo forrageiro, restringindo-se apenas a trabalhos voltados para a avaliação de massa seca do nabo forrageiro e rendimento de grãos de milho, soja e feijão, cultivos em sucessão a essa espécie.

A qualidade das sementes exerce profunda influência sobre os resultados econômicos de culturas agrícolas de todas as espécies e a ele é atribuído à

interação de quatro fatores, o físico, o genético, o sanitário e o fisiológico. O atributo físico diz respeito à ausência de material estranho, inerte ou sementes de outras espécies e/ou cultivares. A qualidade genética se refere às características intrínsecas da cultivar, quanto ao seu potencial produtivo, resistência ou tolerância a pragas e doenças, arquitetura da planta, entre outras. O componente sanitário refere-se ao efeito deletério causado por patógenos e pragas que podem estar associados às sementes desde o campo de produção até o armazenamento, incluindo fungos, bactérias e vírus (Popinigis, 1985). O potencial fisiológico, definido como a capacidade da semente para desempenhar funções vitais, manifestada pela longevidade, germinação e vigor, é aquele diretamente responsável pelo desempenho das sementes no armazenamento e em campo (Rossetto & Marcos Filho, 1995; Rodo et al., 2000).

As sementes de nabo forrageiro são globosas com formato elipsóide, o tegumento tem a superfície lisa e brilhante e o embrião é composto de dois cotilédones plano-convexos, opostos e iguais, lisos, carnosos e de coloração branco amarelado e eixo embrionário localizado lateralmente e de coloração branco amarelado (Figura 2A). A germinação é caracterizada como epígea e as sementes apresentam fotoblastismo. Com 3 horas após postas para germinar as sementes já se encontram intumescidas, sendo que a emergência da radícula, de coloração branca, ocorre com 24 horas (Figura 2B). A plântula de nabo forrageiro, considerada normal contém as folhas cotiledonares carnosas com coloração verde, abaixo destas está o hipocótilo verde esbranquiçado, cilíndrico e glabro e as raízes principal e secundária de coloração branca, sendo as raízes secundárias bem evidentes e numerosas (Figura 2C).



**Figura 2** - Detalhes dos cotilédones e eixo embrionário de nabo forrageiro (A), semente com protrusão radicular (B) e plântula normal (C). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Para averiguar os componentes da qualidade das sementes são realizados testes como o de germinação, o qual é feito sob condições ideais e artificiais que permitem a manifestação do máximo potencial de germinação (Association of Official Seed Analysts, 1983). Porém, no campo, as sementes poderão estar sujeitas a uma série de condições adversas, sendo, portanto, a porcentagem de emergência de plântulas geralmente menor que os resultados obtidos no teste de germinação (Johnson & Wax, 1978; Yaklich & Klik, 1979). Em razão disso, e

na procura de metodologias com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, tem sido desenvolvidos testes complementares como os de vigor.

Dentre os testes de vigor disponíveis, o teste de envelhecimento acelerado, de condutividade elétrica e o de tetrazólio estão entre os mais estudados, pela possibilidade de padronização e recomendação para identificar o potencial fisiológico de várias espécies cultivadas.

Para a cultura do nabo forrageiro não existem metodologias adequadas para avaliação da qualidade de sementes. Essa adequação possibilitará o controle de qualidade das sementes produzidas e o estabelecimento de lavouras produtivas, garantindo a viabilidade da cultura como fonte de energia, maximizando seus usos e benefícios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; GIACOMONI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 601-612, 2003.
- ALMEIDA, F.S.; B.N. RODRIGUES. Guia de herbicidas: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: Iapar, 1995. 482 p.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 26, n. 1, p. 241-248, 2002.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed vigour testing handbook**. Washington, 1983. 88p. (AOSA. Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).
- BITTENCOURT, S.R.M.; VIEIRA, R.D.; BARRETO, M.; VOLPE, C.A. Comparação de dois tipos de germinadores como câmaras de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.17, p.160-164, 1995.
- BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1053-1066, jun. 1999.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Governo Federal autoriza uso comercial do biodiesel**. 2004. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/>>. Acesso em: 17 abr. 2005.
- CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Boletim Técnico Instituto Agrônomo do Paraná**, Londrina, n. 35, p. 1-36, 1990.
- CALEGARI, A. Sustentabilidade sim. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...** Dourados: UFMS/Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 23-28.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B. da.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Nabo forrageiro. In: ADUBAÇÃO VERDE NO SUL DO BRASIL, 1993.



Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 203-204.

CAMARGOS, R. R. S. **Avaliação da viabilidade de se produzir biodiesel através da transesterificação de óleo de grãos de café defeituosos.** Belo Horizonte: UFMG, 2005. 105 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

CHEN, H. G.; WU, J. S. Characterization of fertile amphidiploid between *Raphanus sativus* and *Brassica alboglabra* and the crossability with *Brassica* species. **Genetic Resources Crop Evolution**, v. 55, p.143–150, 2008.

CROCHEMORE, M. L.; PIZA, S. M. T. Germinação e sanidade de sementes de nabo forrageiro conservadas em diferentes embalagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 677-680, maio 1994.

CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICA, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCONI, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p. 161-168, fev. 2005.

DENARDIN, R. B. N.; PANZERA, C. M.; WILDNER, L. P.; TOFOLLO, K. A.; SCHNEIDER, A.; PELLE, M.; BERWANGER, A. L. Decomposição da fitomassa de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* var. *oleiferus* L.) e liberação de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n.1, p.1505-1508, nov. 2006.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Circular-Instituto. Agronomico do Paraná**, n.73. p. 1-78, 1992.

GIACOMONI, 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, MG, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social.** Brasília: Câmara dos Deputados/CEDI/CODEP, 2004. p.13-60. (Série Cadernos de Altos Estudos, n. 1).

JOHNSON, R. R.; WAX, L. M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 2, p. 273 -278, 1978.

KARCZ, J.; KSIAZCZYK, T.; MALUSZYNSKA, J. Seed coat patterns in rapid cycling Brassica forms. **Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica**, v. 47, n. 1, p. 159–165, 2005.

KEVAN, P. G.; EISIKOWITCH, D. The effects of insect pollination on canola (*Brassica napus* L. cv.O.A.C. Triton) seed germination. **Euphytica**, Wageningen, n. 45, p. 39-41, 1990.

LIMA, J. D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R. K.; SOLIMAN, E. P.; MORAES, W. S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 1, p. 60-63, mar. 2007.

MARTINS, R. M. G.; ROSA JUNIOR, E. J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Science Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, Apr./June 2005

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. D. Studies of the floral biology and reproductive system of *Brassica napus* L. (Cruciferae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 111-17, 2000.

MUSSURY, R. M.; FERNANDES, W. D.; SCALON, S. P. Q. Atividade de alguns insetos em flores de *Brassica napus* L. em dourados-ms e a interação com fatores climáticos. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 382-388, mar./abr. 2003

MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 100, p. 6-10, 2002.

PEREIRA, J. O. F. **Nabo forrageiro – CATI AL 1000**: adubação verde para inverno. Manduri: CECOR/DCT/CATI/SAA, 1998. (CATI Responde, n. 25).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. 2. ed. Brasília, [s.n.], 1985. 289 p.

PRAKASH, S.; TAKAHATA, Y.; KIRTI, P. B.; CHOPRA, V. L. Cytogenetics. In: GÓMEZ-CAMPO, C (Ed.). **Biology of Brassica coenospecies**. Amsterdam: Elsevier, 1999. p. 59–106.

ROCHA, D. C. C. **Nabo forrageiro para produção biodiesel e nutrição animal**. Disponível em: <<http://www.zootecniabrasil.com.br/sistema>>. Acesso em: 29 jun. 2008.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, p. 123-131, 1995.

SÁ, R. O. **Variabilidade genética entre progênes de meios irmãos de nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *Oleiferus*) cultivar CATI AL 1000**. 2005, 47 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 142 p.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SHURE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 928-935, jul./ago. 2007a.

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**. Disponível em: <<http://www.portal do biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007b.

TOMM, G. O.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. 2002**. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/livros/forrageiras/index.htm>> Acesso em: ago. 2005.

YAKLICH, R. W.; KULIK, M. M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: Relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 2, p. 247-52, 1979.

## **ARTIGO 1**

### **ADEQUAÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO**

**Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>, Antonio Carlos  
Fraga<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Associada, Depto. Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

<sup>3</sup>Prof. Dr., Depto. Agricultura, UFLA, Lavras, MG, fraga@ufla.br

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Adequação do teste de germinação de sementes de nabo forrageiro. In: \_\_\_\_\_. **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro**. 2008. Cap. 1, p. 14-39 Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. <sup>1</sup>

O estabelecimento de condições ideais para condução do teste de germinação de sementes de nabo forrageiro é extremamente útil para avaliação da qualidade e na seleção de lotes que propiciem altos rendimentos no campo. Para adequar a temperatura ótima e substrato ideal na avaliação da germinação de sementes de nabo forrageiro, foram utilizadas sementes de diferentes lotes das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116. A semeadura foi efetuada nos substratos papel e areia, e as sementes, mantidas em seis regimes de temperatura constante (15°C; 20°C; 25°C; 30°C; 35°C) e um alternado (20°C-30°C). A qualidade das sementes de nabo forrageiro foi avaliada pelas determinações do grau de umidade, teste de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, emergência, estande inicial, índice de velocidade de emergência e teste de sanidade. A temperatura de 20°C-30°C e o substrato areia são condições adequadas para a realização do teste de germinação das sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, substrato, temperatura.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. Adequation of the oil radish seeds germination test. In: \_\_\_\_\_ . **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds**. 2008. Cap. 1, p. 14-39. Thesis Doctor degree in Crop Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The determination of the ideal conditions to carry out the germination test of fodder radish seeds is extremely useful to evaluate the seed quality and select lots which may provide high yield in the field. To determine the appropriate temperature and ideal substrate in the germination evaluation of fodder radish seeds, seeds from different lots of the CATI AL-1000 and IPR 116 A cultivars were used. The sowing was carried out in paper and sand substrates, and the seeds were maintained under six constant temperature regimes (15° C; 20° C; 25° C; 30° C; 35° C) and one alternating (20° C-30° C). The fodder radish seed quality was evaluated through the determination of moisture content, germination test, first germination count, germination speed index and health quality. The temperature of 20° C-30° C and the sand substrate were the appropriate conditions to carry out the germination test of fodder radish seeds of the cultivars CATI AL-1000 and IPR 116.

**Key words:** *Raphanus sativus*, substrate, temperature.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

O nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg., por apresentar em suas sementes consideráveis teores de óleo com relativa facilidade de extração, além de possuir potencial produtivo em épocas de pouca utilização ou pousio das terras agricultáveis, poderá se tornar matéria-prima de substancial interesse aos produtores rurais para produção de óleo no Programa do Biodiesel (Silva, 2007).

É uma planta originária da Ásia Oriental e Europa, pertencente à família *Brassicaceae*, da ordem *Caparales*, com ciclo anual de inverno (Muzilli, 2002). O fruto é uma síliqua indeiscente, de 3 cm a 5 cm de comprimento, contendo de 2 a 10 sementes, com massa de 1000 grãos variando de 6 g a 14 g, com média de 11 g (Derpsch & Calegari, 1992). Apesar do nabo forrageiro se reproduzir via sementes, pouco se sabe sobre a produção e qualidade das mesmas. Ainda não foram estabelecidos metodologias para realização do teste de germinação capazes de distinguir a qualidade fisiológica de lotes de sementes das cultivares disponíveis no mercado nacional, CATI AL-1000 e IRP 116.

O conhecimento das condições ideais para a germinação das sementes de uma determinada espécie é de fundamental importância, principalmente, pelas respostas diferenciadas que a semente pode expressar em função de diversos fatores, como viabilidade, dormência (Finch-Savage & Metzger, 2006), condições de ambiente (Chen et al., 2005), envolvendo água, luz (Probert et al., 1986), temperatura (Simpson & Dean, 2002), oxigênio e ausência de agentes patogênicos (Chachalis & Reddy 2000; Koger et al. 2004).

Dentre os fatores do ambiente que afetam a germinação das sementes, a temperatura exerce influência na velocidade de germinação e no potencial germinativo (Bewley & Black, 1994). A temperatura definida como ótima é

aquela na qual a semente expressa seu potencial máximo de germinação e as temperaturas máxima e mínima caracterizam pontos críticos, acima e abaixo dos quais não ocorre germinação. A temperatura máxima aumenta a velocidade de germinação, mas somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar, o que determina uma redução na porcentagem de germinação. Já a temperatura mínima reduz a velocidade de germinação e altera a uniformidade de emergência (Marshall & Squire, 1996). Além disso, devido a um maior tempo necessário para as sementes germinarem, estas ficam expostas ao ataque de patógenos (Szopińska et al., 2007).

Vários são os trabalhos com sementes da família *Brassicaceae* que buscam adequar à metodologia do teste de germinação com relação à temperatura. Para *Brassica chinensis* L., couve-da-malásia, o regime de temperatura recomendado para germinação é o alternado 20°C-30°C (Ellis et al., 1989). Já para *B. napus oleifera* L. ou *B. napus* L., colza, existem vários trabalhos que relatam diferentes temperaturas ótimas para a germinação das sementes, as quais variam de 10°C a 30°C (Nykifiruk & Johnson-Flanagan, 1994; Squire et al., 1997). Tokumasu & Kakihara (1990) descreveram que a temperatura mínima de 23°C e a máxima de 27°C são as recomendadas para a germinação da cultura da colza. A temperatura alternada é recomendada para *B. tournefortii* Gouan., mostarda, em que a temperatura ótima é de 12°C-20°C (Chauhan et al., 2006). Para *Lesquerella fendleri* (Gray) Wats., lesquerella, também da família *Brassicaceae*, a germinação das sementes ocorre mais rapidamente a partir de 18°C atingindo o máximo de germinação a 22°C (Adam et al., 2007). A temperatura de 21°C é a recomendada para *Cuphea* sp., flor-de-santo-antonio, uma espécie oleaginosa (Berti et al., 2007).

Além da temperatura, os substratos utilizados no teste de germinação, em geral, têm como principal função dar sustentação às sementes (Aguiar et al., 1993). Em função do tamanho e exigências ecofisiológicas das sementes quanto



à umidade e luz, cada substrato é utilizado de maneira que ofereça maior praticidade nas contagens e avaliação das plântulas (Oliveira et al., 2001). Fanti & Perez (1999) descrevem que na escolha do material para o substrato deve ser levado em consideração o tamanho das sementes, sua exigência com relação à umidade, sensibilidade ou não à luz e, ainda, a facilidade que este oferece para o desenvolvimento das plântulas. O substrato utilizado no teste de germinação é muito importante para obtenção de melhores resultados, em vista, sobretudo, da grande variação que existe entre as espécies com relação ao substrato mais adequado (Alvino & Rayol, 2007). Segundo Tobe et al. (2005), a utilização do substrato areia no teste de germinação deve ser estudada, pois a umidade do substrato varia dependendo das condições do ambiente, afetando o crescimento das plântulas.

Para *Raphanus sativus* var. *oleiferus*, não há ainda recomendações para a metodologia do teste de germinação nas Regras para Análise de Sementes, RAS (Brasil, 1992). A metodologia que vem sendo utilizada é a mesma empregada para *Raphanus* ou para *Brassicacae*. Para esses gêneros as RAS prescrevem que pode ser utilizado o substrato papel, entre papel ou entre areia, temperaturas de 20°C-30°C alternada ou 20°C constante, com pré-resfriamento das sementes a 5°C ou 10°C por 7 dias. Já o Commercial Agriculture Development (2006) recomenda que o teste de germinação de sementes de *Raphanus* seja realizado a temperatura de 21°C também por período de 7 dias.

A qualidade sanitária das sementes é outro aspecto a ser considerado, visando à adequação do teste de germinação em brássicas, pois o grau de infecção por patógenos pode variar entre os lotes e os microrganismos podem proliferar de maneira diferenciada de um substrato para outro, interferindo na germinação e estabelecimento de plântulas (Pereira et al., 2005). Dentre os patógenos mais encontrados em sementes de brássicas, o gênero *Alternaria* spp., agente da mancha-foliar nas silíquias, é um dos principais microrganismos que

podem reduzir a germinação por seus danos às plântulas e ainda reduzir em até 35% o teor de óleo nas sementes (Humpherson-Jones, 1992). Shrestha et al. (2000) encontraram *Alternaria brassicae* no tegumento das sementes de canola (*B. campestris* L. var. *toria*) e mostarda (*B. juncea* L.).

Objetivou-se com esta pesquisa adequar a metodologia do teste de germinação para sementes de nabo forrageiro, visando definir a temperatura ótima e o substrato ideal para avaliação da qualidade de sementes das cultivares CATI AL-1000 e IPR116.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 (CATI) e IPR 116 (IAPAR), produzidas nas safras de 2004 e 2005, fornecidas pela Pesagro, RJ, foram submetidas às seguintes determinações e testes:

O **grau de umidade** foi determinado pelo método de estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 repetições de 10g de sementes.

Para adequação do **teste de germinação** a semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox*, sobre substrato papel mata-borrão, umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,0 vezes o peso do substrato seco, e substrato sobre areia, lavada e autoclavada, umedecido a 60% da capacidade de campo, sendo este definido em pré-teste, testando 40%, 50%, 60% e 70% da capacidade de campo. As caixas de *gerbox* com sementes foram mantidas na mesa termogradiante, regulada nas temperaturas de 15°C; 20°C; 25°C; 30°C e 35°C  $\pm$  2°C, sob luz contínua e em câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura alternada de 20°C-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais

computadas diariamente para construção da curva de germinação acumulada e definição do 3º dia (**primeira contagem**) e último dia de avaliação do teste ao 7º dia. As sementes dormentes, ao final do teste, foram submetidas ao teste de tetrazólio. O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protruídas a partir da emissão de 1mm de radícula.

A **emergência** foi realizada sob condições controladas em câmara do tipo B.O.D. à 20°C, sob luz constante e a sementeira, realizada com substrato solo e areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. Foram realizadas avaliações diárias, computando-se o **estande inicial** ao 3º dia e número de plântulas emergidas até a estabilização. O **índice de velocidade de emergência** (IVE) foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Foi realizado o teste de **sanidade** das sementes de nabo forrageiro pelo método do papel de filtro ou *blotter test* modificado, com o uso de 2,4-D e congelamento, utilizando-se 200 sementes, divididas em 8 repetições de 25 sementes dispostas em placas de Petri sobre três folhas de papel de filtro embebidas com água destilada, 2,4-D e ágar. As placas foram mantidas a temperatura de -8°C por 1 dia e depois incubadas em câmara tipo B.O.D. a 22°C-25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias. Foi avaliada a presença de fungos nas sementes, com auxílio de lupa e microscópio estereoscópico.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 50 sementes em esquema fatorial 6 x 2 (6 regimes de temperaturas e 2 substratos) para cada cultivar. Os dados, previamente submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade e transformadas em  $\sqrt{X}$ . As análises estatísticas

foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2000).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade das sementes por ocasião da realização dos testes era de 5% para o lote de 2004 e 6% para os lote de 2005 da cultivar CATI AL-1000, sendo esta a umidade de equilíbrio característica de espécies oleaginosas em temperatura ambiente de 25°C e umidade relativa do ar de 50% (Burrel et al., 1980).

Pela caracterização do perfil dos lotes da cultivar CATI AL -1000 (Tabela 1) observaram-se valores superiores no estande inicial, emergência e IVE do lote produzido em 2005.

Apesar da superioridade do lote produzido em 2005 em relação ao de 2004, a emergência foi de apenas 59%. Um dos aspectos que pode ter afetado a emergência é a qualidade sanitária das sementes de nabo forrageiro (Tabela 2). Observou-se porcentagem de incidência superior do fungo *Aspergillus flavus* para o lote de 2004 e de *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger* e *Penicillium* sp. para o lote de 2005.

De acordo com Maude & Humpherson-Jones (1980) sementes de brássicas infectada por *Alternaria brassicae* e *A. brassicicola* perdem sua viabilidade rapidamente.

**TABELA 1** - Resultados de estande inicial - EI (%), emergência – E (%) e índice de velocidade de emergência de sementes de nabo forrageiro, cultivar CATI AL-1000, lotes de 2004 e 2005. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Lotes</b>	<b>EI</b>	<b>E</b>	<b>IVE</b>
2004	23	31	8,98
2005	51	59	22,98

**TABELA 2** - Porcentagem (%) dos fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Alternaria alternata* de nabo forrageiro, cultivar CATI AL-1000, lotes de 2004 E 2005. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Lotes</b>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Alternaria alternata</i>
2004	75	3	1	1
2005	8	6	3	52

Também para cultivar IPR 116, o grau de umidade das sementes era de 5% para ambos os lotes. Observa-se para o lote produzido em 2004, superioridade de resultados de estande inicial, emergência e índice de velocidade de emergência em relação ao lote de 2005 (Tabela 3).

Para cultivar IPR 116, porcentagem superior de incidência dos fungos *Aspergillus flavus*, *Alternaria alternata* e *Penicillium sp.* foi observada no lote de 2004 em relação ao lote de 2005 (Tabela 4). Alto nível de *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.* também foi observado infectando sementes de canola (Pronyk et al., 2006).

**TABELA 3** – Resultados de estande inicial - EI (%), emergência – E (%) e índice de velocidade de emergência - IVE de sementes de nabo forrageiro, cultivar IPR 116, lotes de 2004 e 2005. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Lotes</b>	<b>EI</b>	<b>E</b>	<b>IVE</b>
2004	38	46	11,24
2005	9	12	6,38

**TABELA 4** - Porcentagem (%) dos fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Alternaria alternata* de nabo forrageiro, cultivar IPR 116, lotes de 2004 e 2005. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Lotes</b>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Alternaria alternata</i>
2004	42	1	11	14
2005	6	2	0	12

Observa-se na tabela 5 a superioridade na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem da germinação para a cultivar CATI AL-1000 em ambos os lotes no substrato areia, exceto para temperatura alternada de 20°C-30°C onde não foram observadas diferenças significativas. Em substrato papel a temperatura de 20°C-30°C propiciou porcentagem superior de germinação na primeira contagem para ambos os lotes. Já em substrato areia foi observada germinação superior, a 15°C para o lote de 2004 e para o lote de 2005 não houve diferenças significativas.

Para a cultivar IPR 116 verifica-se que o substrato areia propiciou maior porcentagem de germinação na primeira contagem em relação às sementes em

substrato papel, não havendo diferenças significativas na germinação entre os substratos para a temperatura de 20°C no lote de 2005 (Tabela 5). Para sementes do lote de 2004, desempenho superior na primeira contagem da germinação foi observado na temperatura de 20°C-30°C em ambos os substratos e para o lote de 2005 não houve diferenças significativas entre as temperaturas em ambos os substratos.

De modo geral o substrato areia propiciou maior velocidade de germinação em relação ao substrato papel para todos os lotes e temperaturas testadas, excetuando-se nas condições de temperatura alternada, onde não foram observadas diferenças significativas nos valores de primeira contagem nos dois substratos. Resultados semelhantes relatando maior velocidade de germinação em substrato areia têm sido encontrados para várias espécies florestais, e de acordo com Pacheco et al. (2006) e Lopes et al. (2005) isso pode ser explicado pela maior área de contato da semente com a areia o que propicia maior velocidade na absorção de água.

**TABELA 5** – Resultados da porcentagem da germinação (%) de sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116 lotes de 2004 e 2005, em diferentes temperaturas e substratos sobre papel (SP) e sobre areia. UFLA, Lavras, MG. 2008.

T (°C)	CATI AL-1000				IPR 116			
	2004		2005		2004		2005	
	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia
15	28 b B	66 a A	78 b B	92 a A	23 b AB	40 a B	17 b A	53 a A
20	41 b AB	58 a AB	82 b AB	94 a A	26 b AB	52 a AB	30 a A	48 a A
25	39 b B	56 a AB	77 b B	98 a A	19 b B	57 a AB	26 b A	59 a A
30	11 b C	56 a AB	36 b C	90 a A	21 b B	53 a AB	11 b A	59 a A
35	6 b C	49 a B	0 b D	95 a A	5 b B	54 a AB	14 b A	72 a A
20-30	53 a A	60 a AB	91 a A	95 a A	44 b A	65 a A	25 b A	74 a A
Média	30 b	58 a	61 b	94 a	23 b	54 a	21 b	61 a
CV (%)	16,05		4,41		20,43		27,32	
F <sup>1</sup>	12,711*				1,169*			

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%. \* significativo a 5%. <sup>1</sup> F para interação tripla.

A porcentagem de germinação foi superior no substrato areia em relação ao papel conforme observado na tabela 6, exceto a 20°C para o lote de 2004, e a 20°C-30°C para ambos os lotes da cultivar CATI AL-1000 quando os resultados de germinação foram superiores em temperaturas de 20°C ou alternância de temperatura, condições que propiciaram maior germinação das sementes, não foram observadas diferenças entre substratos indicando que quando a temperatura é adequada, o efeito do substrato no percentual de germinação das sementes de nabo forrageiro é menor. Outro aspecto a ser considerado é a maior proximidade entre as plântulas e sementes de nabo forrageiro no papel, o que poderia levantar a suspeita de aleloquímicos das plântulas afetarem a germinação do nabo forrageiro.



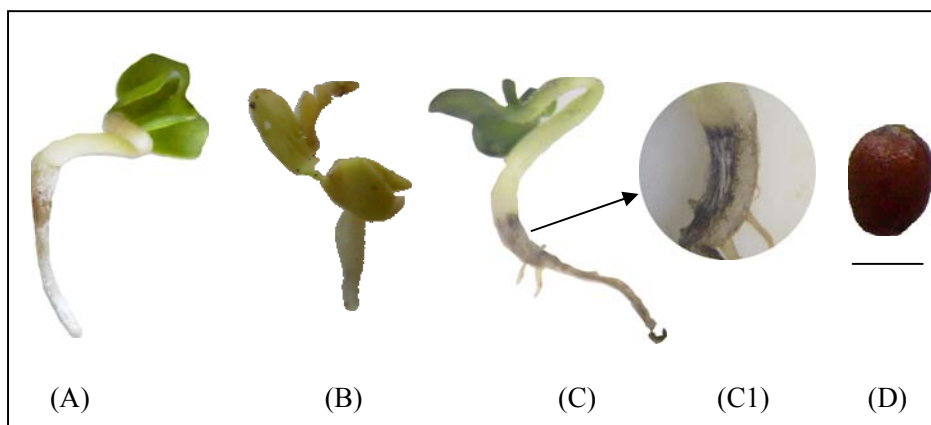
O efeito de aleloquímicos de nabo forrageiro afetando a germinação de outras espécies já foi relatado por Calegari (2001) e Almeida & Rodrigues (1995).

Principalmente em substrato papel à temperatura de 30°C favoreceu maior porcentagem de plântulas anormais infeccionadas e a 35°C, de sementes dormentes e plântulas deformadas (dados não apresentados) (Figura 1).

**TABELA 6** - Porcentagem de germinação (%) de sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116 lotes de 2004 e 2005, em diferentes temperaturas e substratos sobre papel (SP) e sobre areia. UFLA, Lavras, MG. 2008.

T (°C)	CATI AL-1000				IPR 116			
	2004		2005		2004		2005	
	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia
15	33 b B	69 a A	78 b B	92 a A	35 b BC	65 a A	32 b AB	68 a B
20	49 a AB	60 a AB	85 b AB	94 a A	37 b B	69 a A	49 b B	63 a B
25	39 b B	58 a AB	80 b B	99 a A	45 b AB	71 a A	44 b B	71 a B
30	11 b C	58 a AB	37 b C	92 a A	26 b BC	69 a A	15 b BC	73 a B
35	7 b C	51 a B	0 b D	96 a A	8 b C	68 a A	11 b C	78 a AB
20-30	62 a A	62 a AB	95 a A	97 a A	71 a A	74 a A	79 b A	94 a A
Média	34 b	60 a	63 b	95 a	37 b	81 a	38 b	75 a
CV (%)	14,93		4,41		15,76		10,32	
F <sup>1</sup>	11,459*				1,152 <sup>NS</sup>			

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%. \* significativo a 5%. <sup>1</sup> F para interação tripla.



**FIGURA 1** - Tipo de plântulas e sementes de nabo forrageiro encontradas no teste de germinação. (A) Plântulas normais; (B) Plântulas anormais deformadas; (C) Plântulas anormais infeccionadas; (C1) Detalhe da área lesionada pela infecção e (D) Sementes dormentes. Barra = 2,0 mm. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Autores como Marshall et al. (2000) observaram que as altas temperaturas no teste de germinação de espécies da família *Brassicaceae* não somente diminuem a porcentagem de plântulas normais, como também favorecem o aparecimento de sementes não germinadas (De La Rosa- Ibarra et al., 2000). Entretanto, Momoh et al. (2002) observaram para *B. napus* maiores porcentagens de sementes dormentes a 20°C quando estas foram submetidas a uma condição de estresse.

Para cultivar IPR 116 a porcentagem de germinação também foi superior no substrato areia em relação ao papel, conforme observado na tabela 6, exceto para o lote de 2004 à temperatura de 20°C-30°C, que não apresentou diferenças significativas, confirmando a hipótese do substrato não interferir na germinação do nabo forrageiro em condições ideais de temperatura, no caso a alternância de

20°C-30°C. No entanto, o substrato areia propiciou para o lote de 2004, germinação semelhante independente das temperaturas utilizadas. Maiores porcentagens de plântulas com danos, nas temperaturas de 30°C e 35°C, foram observadas, em ambas os lotes, em substrato papel (dados não apresentados), sendo computado maiores porcentagens de sementes mortas a 35°C.

As altas temperaturas podem ter sido deletérias para geminação de sementes, pois temperaturas acima da ótima podem causar efeitos sobre a atividade de enzimas, além de reduzir a emergência (Nascimento & Cantliffe, 2002; Wahid et al., 2007). Outras espécies da família *Brassicaceae* também têm a germinação das sementes afetada pelas altas temperaturas, como *B. napus* L., canola (Young et al., 2004) e *B. juncea* L., mostarda (Rao et al., 1992). Blackshaw et al. (1991) relatam que a germinação de sementes de *B. napus* foi reduzida quando as sementes foram postas para germinar a 30°C. Entretanto, *B. campestris* teve sua germinação favorecida a 30°C (De La Rosa-Ibarra et al., 2000), o que indica resposta diferencial da temperatura na germinação.

Em um grande número de espécies, a germinação das sementes não ocorre ou é severamente prejudicada em ambientes de temperatura constante (Probert, 2000). A temperatura alternada proporciona maior percentual germinativo de várias espécies como *B. napus* L. (Marshall et al., 2000), *B. juncea* (L. Czern.) var. *ensabi*, mostarda (Tossi & Bakar, 2007) e *Cardamine hirsuta* L., mostarda (Kudoh et al., 2007). A temperatura de 20°C-30°C também favorece a germinação de *Arachis pintoi*, amendoim forrageiro (Amato et al., 2007) e pinhão-manso (Martins et al., 2008). A alternância de temperatura por ocasião da germinação é necessária para sementes não domesticadas favorecendo a superação da dormência (Bewley & Black, 1994) ativando as etapas metabólicas da germinação (Cardoso, 1992) alterando o balanço entre substâncias inibidoras e promotoras, com favorecimento das promotoras

(Copeland & McDonald, 1985) ou ativando mecanismos enzimáticos que atuam sob diferentes temperaturas (Probert, 2000).

O índice de velocidade de germinação das sementes de nabo forrageiro foi superior em substrato areia em relação ao substrato papel, exceto para temperatura alternada de 20°C-30°C Para a cultivar CATI AL-1000. O IVG superior foi observado na temperatura de 20°C-30°C em substrato papel no lote de 2004 e 2005, e também a 25°C em substrato areia (Tabela 7).

Para a cultivar IPR 116, IVG superior foi obtido em substrato areia, exceto para o lote de 2004 a temperatura de 20°C-30°C que não apresentou diferenças significativas entre os substratos (Tabela 7). A temperatura de 20°C-30°C também promoveu resultados superiores de IVG em substrato areia no lote de 2005.

**TABELA 7** – Resultado do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116 lotes de 2004 e 2005, em função de diferentes temperaturas e substratos sobre papel (SP) e sobre areia. UFLA, Lavras, MG. 2008.

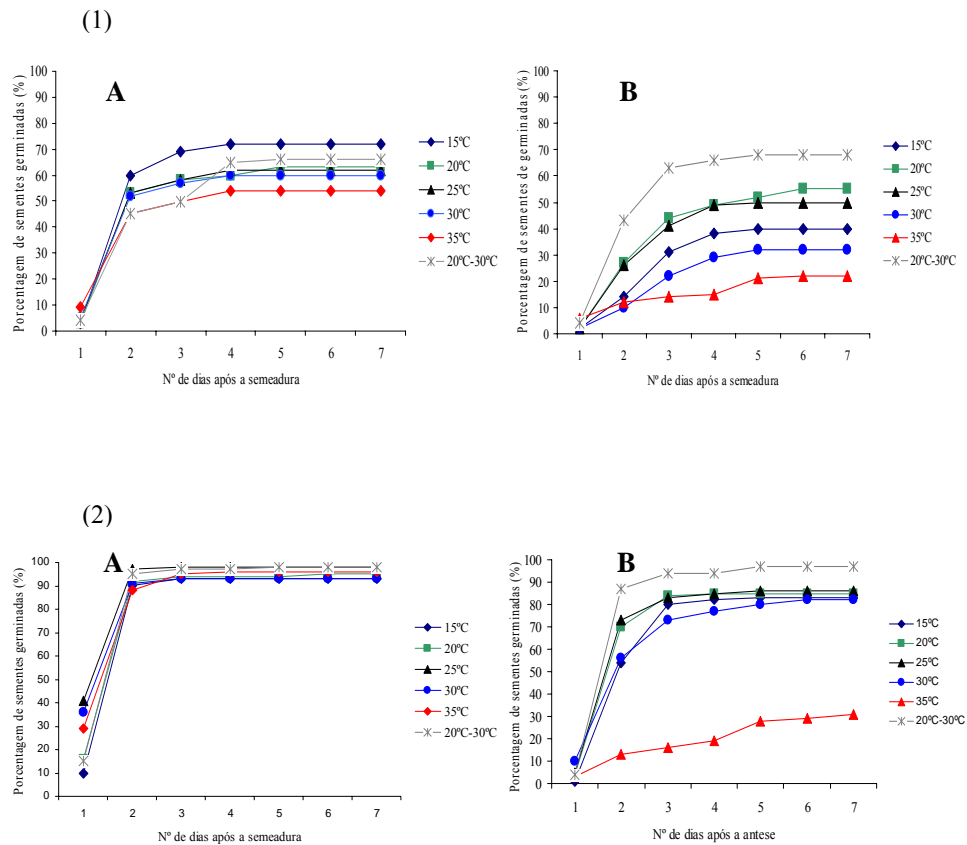
T (°C)	CATI AL-1000				IPR 116			
	2004		2005		2004		2005	
	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia	SP	Areia
15	8 b BC	18 a A	18 b A	29 a AB	7 b BC	14 a A	10 b BCD	19 a AB
20	11 b AB	15 a A	21 b A	27 a B	7 b BC	17 a A	13 b ABC	18 a B
25	10 b AB	15 a A	21 b A	28 a A	9 b B	17 a A	14 b AB	20 a AB
30	7 b BC	15 a A	20 b A	32 a AB	9 b BC	17 a A	9 b CD	20 a AB
35	8 b C	15 a A	6 b B	27 a B	4 b C	17 a A	6 b D	22 a AB
20-30	15 a A	16 a A	24 a A	28 a AB	16 a A	18 a A	16 b A	24 a A
Média	10 b	16 a	18 b	29 a	9 b	17 a	11 b	21 a
CV (%)	10,74		7,51		12,14		8,78	
F <sup>1</sup>	1,213 <sup>NS</sup>				3,155*			

Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%. \* significativo a 5%. <sup>1</sup> F para interação tripla.

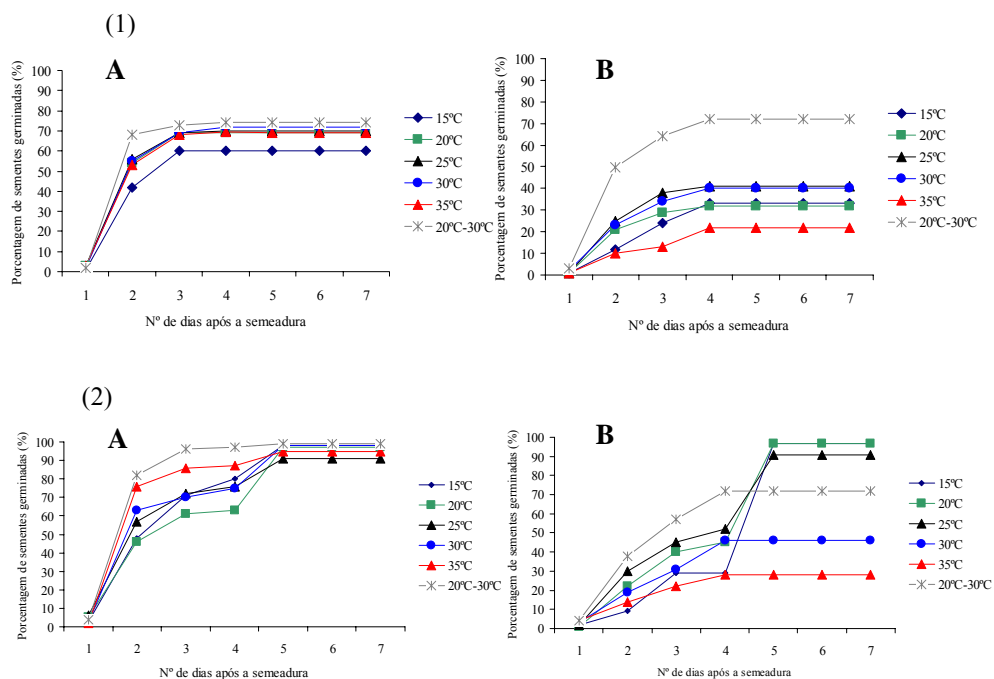
Os substratos testados nesse estudo influenciaram a germinação das sementes de nabo forrageiro, uma vez que, em substrato areia houve uma maior velocidade de germinação e com isso, a possibilidade de escape das sementes aos fungos que afetam as sementes em início de germinação. Além disso, em substrato papel de filtro em caixas *gerbox*, ocorreu uma desidratação rápida, excessiva e desigual, sendo necessário o reumedecimento durante o decorrer do teste. É importante salientar, que quando se utilizou 2,5 vezes o peso do papel, conforme recomendado por Brasil (1992), as sementes se deterioraram devido à maior incidência de fungos, sendo, portanto utilizado 2,0 vezes o peso do papel.

Segundo Andrade et al. (2006), a utilização de substrato sobre papel proporciona menores médias de germinação e vigor, já que promove menor capacidade de retenção de água.

A avaliação do processo germinativo em dias consecutivos permitiu a confecção das curvas de germinação acumulativas para a cultivar CATI AL-1000 (Figura 2) e para a cultivar IPR 116 (Figura 3). Observa-se uma distribuição temporal da germinação, com um padrão normal ou gaussiano. Este mesmo modelo pode ser observado para germinação de sementes de *B. napus* L. (Marshall et al., 2000), *B. rapa* L., nabo (Gong et al., 2001) e também para *B. campestris* L., colza (Sinniah et al., 1998). Verificou-se que a partir do 3º dia já haviam plântulas que pudessem ser retiradas, sendo este período adotado como a data da primeira contagem, já que os lotes obtiveram mais de 50% das sementes germinadas. Ao 4º dia, as curvas de germinação começaram a se estabilizar. O último dia do teste foi delimitado ao 7º dia, quando já não foi possível observar o aparecimento de novas plântulas, restando apenas sementes dormentes e mortas. Comportamento diferenciado foi verificado à temperatura de 35°C, tendendo a ser menos evidente na temperatura de 20°C-30°C em ambos os substratos.



**FIGURA 2** – Curvas de germinação (%) acumulada de sementes de nabo forrageiro cultivar CATI AL-1000 lote de 2004 (1) e 2005 (2), nas diferentes temperaturas e em substrato areia (A) e sobre papel (B). UFLA, Lavras, MG. 2008.



**FIGURA 3.** – Curvas de germinação (%) acumulada de sementes de nabo forrageiro cultivar IPR 116 lote de 2004 (1) e 2005 (2), nas diferentes temperaturas e em substrato areia (A) e sobre papel (B). UFLA, Lavras, MG. 2008.

#### 4 CONCLUSÃO

A temperatura de 20°C-30°C e o uso do substrato areia são condições adequadas para avaliação da germinação das sementes de nabo forrageiro das cultivares CATI AL-1000 e IPR 116.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAM, N. R.; DIERIG, D. A.; COFFELT, T. A.; WINTERMEYER, M. J.; MACKEY, B. E.; WALL, G. W. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 24–33, Jan. 2007.
- AGUIAR, I. B.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOLIA, M. B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.
- ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**: recomendações para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: Iapar, 1995. 482.
- ALVINO, F. O.; RAYOL, B. P. Efeito de diferentes substratos na germinação de *Ochroma pyramidale* (CAV. EX LAM.) URB. (Bombacaceae). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 1, p. 71-75, jan./mar. 2007.
- AMATO, A. L. P.; MAIA, F. C.; MAIA, M. S.; CAETANO, L. S.; SIMIONI, S.B.; CONTO, L.; BONINI FILHO, R.M. Estabelecimento de condições de luz e temperatura para germinação de sementes de amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 61-66, 2007.
- ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FERNANDES, M. J.; CRUZ, A. P. M.; CARVALHO, A. S. R. Substrato, temperatura de germinação e desenvolvimento pós-seminal de sementes de *Dalbergia nigra*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 517-523, mar. 2006.
- BERTI, M. T.; JOHNSON, B. L.; MANTHEY, L. K. Seed physiological maturity in cuphea. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 25, n. 2, p. 190–201, Feb. 2007.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.
- BLACKSHAW, R. E., Soil temperature and moisture effects on downy brome vs. winter canola, wheat, and rye emergence. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 4, p. 1034–1040, July/Aug. 1991.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
- BURRELL, N. J.; KNIGHT, G. P.; ARMITAGE, D. M.; HILL, S. T. Determination of the time available for drying rapeseed before the appearance of



surface moulds. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 16, n. 3-4, p. 115-118, Dec. 1980.

CALEGARI, A. Sustentabilidade sim. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...** Dourados: UFMS/Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 23-28.

CARDOSO, V. J. M. Temperatura dependence on seed germination of a weed (*Sida glaziorri* Malvaceae). **Naturalia**, São Paulo, v. 17, p. 89-97, 1992.

CHACHALIS, D.; REDDY, K. N. Factors affecting *Campsis radicans* seed germination and seedling emergence. **Weed Science**, Lawrence, v. 48, n. 2, p. 212-216, Mar./Apr. 2000.

CHAUHAN, B. S.; GILL, G.; PRESTON, C. African mustard (*Brassica tournefortii*) germination in southern Australia. **Weed Science**, Lawrence, v. 54, n. 5, p. 891-897, Sept./Oct. 2006.

CHEN, C.; JACKSON, G.; NEILL, K.; WICHMAN, D.; JOHNSON, G.; JOHNSON, D. Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 4, p. 1252-1262, July/Aug. 2005.

COMMERCIAL AGRICULTURE DEVELOPMENT. **Procedures for the wet towel germination test**. Fairbanks: University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service programs. Disponível em: <<http://www.uaf.edu/ces>>. Acesso em: 01 set. 2006.

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. **Principles of seeds science and technology**. New York: Macmillan, 1985. 321 p.

COPETE, M. A.; HERRANZ, J. M.; FERRANDIS, P. Seed dormancy and germination in threatened Iberian *Coincya* (Brassicaceae) taxa. **Ecoscience**, Quebec, v. 12, n. 2, p. 257-266, 2005.

DE LA ROSA-IBARRA, M.; MAITI, R. K.; GARZA-SAENZ, O. Germination and methods to break seed dormancy of *Brassica juncea* and *B. campestris*. **Phyton-International Journal of Experimental Botany**, Vicente Lopez, v. 66, p. 93-96, 2000.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná. **Circular-Instituto Agrônômico do Paraná**, Curitiba, n. 73, p. 1-78, 1992.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Quantal response of seed germination in seven genera of Cruciferae to white light of varying photon flux density and photoperiod. **Annals of Botany**, London, v. 63, n. 1, p. 145-158, 1989.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. Influência do substrato e do envelhecimento acelerado na germinação de olho-de-dragão (*Adenantha pavonina* L. – Fabaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 135-141, 1999.

FERREIRA, D. F. **SISVAR- Sistema de análise de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.1. Lavras: UFLA, 2000.

FINCH-SAVAGE, W. E.; Leubner- METZGER, G. L. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, Oxford, v. 171, n. 3, p. 501–523, 2006.

GONG, P.; WIKE, B. M.; STROZZI, E.; FLEISCHAMANN, S. Evaluation and refinement of a continuous seed germination and early seedling growth test for the use in the ecotoxicological assessment of soils. **Chemosphere**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 491-500, July 2001.

HUMPHERSON-JONES, F. M. Epidemiology and control of dark leaf spot of brassicas. In: CHELKOWSKI, J.; VISCONTI, A. (Ed.). **Alternaria: biology, plant diseases and metabolites**. Amsterdam: Elsevier, 1992. p. 267-288.

KOGER, C. H.; REDDY, K. N.; POSTON, D. H. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texasweed (*Caperonia palustris*). **Weed Science**, Lawrence, v. 52, n. 6, p. 989-995, Nov. 2004.

KUDOH, H.; NAKAYAMA, M.; LIHOVA, J.; MARHOLD, K. Does invasion involve alternation of germination requirements? A comparative study between native and introduced strains of an annual Brassicaceae, *Cardamine hirsuta*. **Ecology Research**, Tokyo, v. 22, n. 6, p. 869–875, Nov. 2007.

LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; MARTINS FILHO, S.; REPOSSI, P. A. Influência de temperatura, substrato e luz na germinação de sementes de bortalha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 18-24, dez. 2005.

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

- MARSHALL, B.; SQUIRE, G. R. Non-linearities in rate-temperature relations of oilseed rape. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, n. 302, p. 1369-1375, Sept. 1996.
- MARSHALL, B.; DUNLOP, G.; RAMSAY, G.; SQUIRE, G. R. Temperature-dependent germination traits in oilseed rape associated with 5' –anchored simple sequence repeat PCR polymorphisms. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 353, p. 2075-2084, Dec. 2000.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, C. G.; CAVASINI, R. Temperatura e substrato para o teste de germinação de sementes de pinhão-mansão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 863-868, maio/jun. 2008.
- MAUDE, R. B.; HUMPHERSON-JONES, F. M. Studies on the seed-borne phases of dark leaf spot (*Alternaria brassicicola*) and grey leaf spot (*Alternaria brassicae*) of brassicas. **Annals of Applied Biology**, Warwick, n. 95, n. 3, p. 311-319, 1980.
- MOMOH, E. J. J.; ZHOU, W. J.; KRISTIANSSON, B. Variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape genotypes under conditions of stress. European Weed Research Society, **Weed Research**, Lawrence, v. 42, n. 6, p.446–455, Dec. 2002.
- MUZILLI, O. Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 100, p. 6-10, dez. 2002.
- NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p.103-106, mar. 2002.
- NYKIFORUK, C. L.; JOHNSON-FLANAGAN, A. M. Germination and early seedling development under low temperature in canola. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 4, p. 1047–1054, July/Aug. 1994.
- OLIVEIRA, A. P.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U. Influência do substrato e da temperatura na germinação de sementes peletizadas de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p.72-77, 2001.
- PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 359-367, maio/jun. 2006.

PEREIRA, R. S.; MUNIZ, M. F. B.; NASCIMENTO, W. M. Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 703-706, jul./set. 2005.

PROBERT, R. J. The Role of Temperature in the Regulation of Seed Dormancy and Germination. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CABI, 2000. p. 261-292.

PROBERT, R. J.; SMITH, R. D.; BIRCH, P. Germination responses to light and alternating temperatures in European populations of *Dactylis glomerata* L. V. The principal components of the alternating temperature requirements. **New Phytologist**, Oxford, v. 102, n. 1, p. 133-142, Jan. 1986.

PRONYK, C.; ABRAMSON, D.; MUIR, W. E.; WHITE, N. D. G. Correlation of total ergosterol levels in stored canola with fungal deterioration. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 42, n. 2, p.162-172, 2006.

RAO, G. U.; JAIN, A.; SHIVANNA, K. R. Effects of high temperature stress on Brassica pollen: viability, germination and ability to set fruits and seeds. **Annals of Botany**, London, v. 69, n. 3, p. 193-198, Mar. 1992.

SHRESTHA, S. K.; MATHUR, S. B.; MUNK, L. *Alternaria brassicae* in seeds of rapeseed and mustard, its location in seeds, transmission from seeds to seedlings and control. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 28, n. 1, p.75-84, 2000.

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**. Disponível em: <<http://www.portaldobiodiesel.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

SIMPSON, G. G.; DEAN, C. *Arabidopsis*, the Rosetta Stone of Flowering Time? **Science**, Washington, v. 296, n. 5566, p. 285 – 289, Apr. 2002.

SINNIAH, U. R.; ELLIS, R. H.; JOHN, P. Irrigation and Seed Quality Development in Rapid-cycling Brassica: Seed Germination and Longevity. **Annals of Botany**, London, v. 82, n. 3, p.309-314, Sept. 1998.

SQUIRE, G. R.; MARSHALL, B.; DUNLOP, G.; WRIGHT, G. Genetic basis of rate-temperature characteristics forgermination in oilseed rape. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 48, n. 309, p. 869-875, Apr. 1997.

SZOPIŃSKA, D.; TYLKOWSKA, K.; STACH, A. Relationships between seed development stage, germination, occurrence and location of fungi in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) seeds and the presence of *Alternaria* AND *Cladosporium* spp. spores in the air. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, Prague, v. 10, n. 4, p. 19. 2007.

TOBE, K.; ZHANG, L.; OMASA, K. Seed germination and seedling emergence of three annuals growing on desert sand dunes in China. **Annals of Botany**, London, v. 95, n. 4, p. 649–659, Mar. 2005.

TOKUMASU, S.; KAKIHARA, F. Seasonal germination periodicity of imbibed dormant seeds of rape (*Brassica napus* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 42, n. 1-2, p. 1-7, Mar. 1990.

TOSSI, A. F.; BAKAR, B. H. Effects of light, temperature and different media on seed germination of *Brassica juncea* (L. Czern) var. *Ensabi* in the laboratory. **Journal of Food Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 5, n. 3-4, p. 258-260, July/Oct. 2007.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Heat tolerance in plants: An overview. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 61, n. 3, p. 199–223, Dec. 2007.

YOUNG, L. W.; WILEN, R. W.; BONHAM-SMITH. High temperature stress of *Brassica napus* during flowering reduces micro- and megagametophyte fertility, induces fruit abortion, and disrupts seed production. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 396, p. 485-495, Feb. 2004.

## ARTIGO 2

### GERMINAÇÃO E POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Raphanus sativus* L. *var. oleiferus*

Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>, Verônica Yumi  
Kataoka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Profª Drª Associada, Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

<sup>3</sup>MSc. Estatística e Experimentação Agrícola, Doutoranda, Depto. Ciências Exatas, UFLA, Lavras, MG.

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Plantas Daninhas

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Germinação e potencial alelopático de *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*. In: \_\_\_\_\_. **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro**. 2008. Cap. 2, p. 40-61 Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras <sup>1</sup>

Para verificar o efeito do exudato de plantas e plântulas de nabo forrageiro sobre a germinação de sementes da própria espécie e de sementes de alface, foram realizados dois experimentos. No primeiro, sementes de alface foram colocadas para germinar em substrato sobre papel umedecido com extrato de folhas, caules e raízes de plantas de nabo forrageiro, à temperatura de 20°C, nas concentrações de 100%; 75%, 50% e 25% (p/v), e um tratamento testemunha (0%). No segundo experimento, sementes de alface e de nabo forrageiro foram colocadas para germinar em extratos da parte aérea de plântulas de nabo forrageiro nas concentrações de 10%, 5%, 2,5% (p/v) e 0%. O extrato de folhas, caules e raízes de nabo forrageiro possui efeito alelopático que provocando inibição da germinação de sementes de alface. O mesmo efeito pode ser observado para o extrato de plântulas de nabo forrageiro sobre a germinação de sementes de alface em concentração superior a 5% (p/v). Este extrato, no entanto, não provoca redução na germinação de sementes da própria espécie.

**Palavras-chave:** nabo forrageiro, alface, alelopatia.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* germination and allelopathic potential. In: \_\_\_\_\_. **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds**. 2008. Cap. 2, p. 40-61. Thesis (Doctor degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras <sup>1</sup>

In order to verify the exudate effect of fodder radish plants and seedlings on seed germination on their own species and on the germination of lettuce seeds, two experiments were carried out. In the first, lettuce seeds were germinated in moist paper substrate with leaves, stems and root extracts of fodder radish plants, at 20° C, at the concentrations of 100%; 75%; 50% and 25% (p/v) and a control treatment (0%). In the second experiment, lettuce and fodder radish seeds were germinated in fodder radish seedling shoot extract at the concentrations of 10%, 5%, 2,5% (p/v) and 0%. The leaves, stems and root extracts of fodder radish have an allelopathic effect, inhibiting the germination of lettuce seeds. The same effect was observed for the fodder radish seedling extract at concentrations superior to 5% (p/v) on the germination of lettuce seeds. This extract, however, does not affect the seed germination of its own species.

**Key words:** oil radish, lettuce, allelopathic.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.



## 1 INTRODUÇÃO

O termo alelopatia foi criado pelo pesquisador alemão Hans Molisch em 1937 e segundo ele, “alelopatia é a capacidade das plantas superiores ou inferiores produzirem substâncias químicas que liberadas no ambiente de outras, influenciam de forma favorável ou desfavorável o seu desenvolvimento”.

Ferreira & Áquila (2000) definiram alelopatia como o efeito que um organismo pode causar sobre outro de maneira direta ou indireta, em consequência de substâncias que são liberadas dentro de um ecossistema. Essas substâncias que estão presentes em muitas plantas e em diferentes órgãos, como folhas, flores, frutos, caules, raízes e em sementes de várias espécies de plantas (Alves et al., 2002; Miro et al., 1998), são conhecidas como aleloquímicos, que quando liberados em quantidades suficientes causam efeitos alelopáticos que podem ser observados na germinação (Soares, 2000), no crescimento e no desenvolvimento de plantas adultas (Oliveira, 2002) e, ainda, no desenvolvimento de microrganismos (Carvalho, 1993).

Em testes de germinação é freqüente a observação de danos como queima das radículas ou deformações de raízes provocadas por aleloquímicos, além de sementes não germinadas pelo bloqueio de substâncias tóxicas à germinação. Existem evidências de que plantas do gênero *Brassica* produzem aleloquímicos que podem inibir a germinação de espécies como *Cassia uniflora* (Ghayal et al., 2007), *Tamarindus indica* (Parvez et al., 2003) e *Eremochloa ophiuroides* (Gannon et al., 2006). Além disso, plantas de gênero *Brassica* e *Raphanus* são sensíveis a ação de aleloquímicos.

Negi et al. (2007) utilizaram mostarda, *B. campestris* L., para detectar o efeito alelopático de extratos de folhas e caule de *Ougeinia ojeinensis* Roxb.

Extratos de folhas e caule de lippia (*Phyla canescens* Kunth) (Tan et al., 2007), noz (*Juglans regia* L.) e noqueira (Kocacaliskan & Terzi, 2001) não afetaram a germinação de sementes de nabo, *R. sativus*, apesar de reduzirem o crescimento de plântulas. Parvez et al. (2004) observaram, quando utilizaram macerados do tegumento de sementes de *Tamarindus indica* L. nas concentrações de 1%, 5% e 10%, redução na germinação de sementes de *R. sativus*.

Apesar da sensibilidade do gênero *Raphanus* aos aleloquímicos, observações em formações vegetais onde ocorre a espécie *R. sativus* L. var. *oleiferus*, conhecida como nabo forrageiro, permitem levantar a hipótese de que é uma espécie em conformidade com a atividade alelopática, uma vez que forma populações densas e apresenta sinais de inibição ao desenvolvimento de outras espécies vegetais em condições de campo, como a soja (Fleck et al., 2006), o milho (Martins & Rosa Júnior, 2005; Rizzardi et al., 2006), o trigo (Machado, 2007) e o algodão (Norsworthy, 2003). Calegari (2001) relata ainda efeitos alelopáticos do nabo forrageiro que afetam qualitativa e quantitativamente a incidência de distintas espécies de plantas invasoras. Dias & Dias (2007), quando utilizaram extratos de caule e folhas de nabiça (*R. raphanistrum* L.), observaram redução na germinação e crescimento de plantas de trigo e aveia.

Tokura & Nobrega (2005) observou que quando submeteu sementes de milho a extratos de parte aérea de colza, *B. napus*, e nabo forrageiro, *R. sativus* L. var. *oleiferus*, o crescimento da radícula foi afetado em razão do aumento da concentração dos extratos, apesar da germinação de sementes ter sido superior a 80%. Tawaha & Turk (2003) relatam o efeito alelopático de mostarda, *B. nigra*, sobre a germinação de cevada (*Hordeum spontaneum* Koch.) e aveia (*Avena fatua* L.).

A resistência ou tolerância aos aleloquímicos é uma característica espécie-específica, existindo aquelas mais sensíveis como *Lactuca sativa* L.,

alface, *Lycopersicon esculentum* Miller, tomate e *Cucumis sativus* L., pepino, consideradas plantas indicadoras de atividade alelopática (Alves et al., 2004).

A principal vantagem do uso de *L. sativa* como alvo nos estudos alelopáticos reside na sensibilidade da espécie, mesmo em baixas concentrações de aleloquímicos. Além disso, a espécie contém outras peculiaridades que favorecem sua utilização como, germinação rápida, em aproximadamente 24 horas, crescimento linear insensível às diferenças de pH em ampla faixa de variação e insensibilidade aos potenciais osmóticos (Souza, 2005).

Ferreira (2004) recomenda o controle do pH e da concentração de extratos brutos durante os testes de germinação realizados em laboratório, pois pode haver neles a presença de substâncias como açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos, os quais influenciam na concentração iônica e são osmoticamente ativos. No entanto, a interferência do pH na germinação foi descartada, já que o valor de pH obtido de 5,3 para a concentração de 10% ainda está na faixa adequada para o cultivo de *Raphanus* (Nobel, 1991).

Em condições de laboratório, a proximidade de sementes no substrato pode levar à absorção de aleloquímicos produzidos pelas sementes em estágio inicial de germinação, por sementes próximas, que ainda não iniciaram o processo, e com isso há inibição da sua germinação.

Diante do exposto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito alelopático de extratos de plantas e plântulas de nabo forrageiro sobre a germinação de sementes da própria cultura e sementes de alface.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

As plantas e sementes de nabo forrageiro utilizadas pertenciam à variedade CATI AL-1000 e as sementes de alface, a cultivar Grand Rapids. A pesquisa foi realizada em dois experimentos, como se segue:

### **Experimento 1 – Efeito do exsudato de planta de nabo forrageiro na germinação de sementes de alface**

Para **preparação dos extratos** de folhas, caule e raiz, as partes das plantas de nabo forrageiro com 67 dias após antese, foram inicialmente limpas, pesadas, picadas e, em seguida, cada material foi triturado com auxílio de um liquidificador. Após 30 minutos em repouso, os extratos foram filtrados em filtro de pano.

Todos os extratos foram feitos obedecendo a proporção de 100g de material vegetal para 100mL de água destilada, sendo este considerado o extrato bruto 100% (p/v). A partir deste, foram feitas diluições, obtendo-se as demais concentrações de 75%, 50% e 25% (p/v). Como testemunha (0%) foi utilizada somente água destilada.

O **pH** do extrato de cada parte da planta na maior concentração, foi medido com o auxílio do peagômetro.

Para o **teste de germinação** a semeadura das sementes de alface foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox* com substrato sobre papel mata-borrão, umedecido com cada extrato em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato. As caixas *gerboxes* foram transferidas para câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura de 20°C, com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao 4º dia (**primeira contagem**), sendo o teste encerrado ao 7º dia (Brasil, 1992). O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4+1 (3 extratos, 4 concentrações e um tratamento adicional, a testemunha). Os dados foram submetidos a uma análise de variância e regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2000).

## **Experimento 2 – Efeito do exsudato de plântulas de nabo forrageiro na germinação das sementes da própria espécie e de sementes de alface**

A parte aérea, folhas e hipocótilo de plântulas de nabo forrageiro com 7 dias, foram secas a 30°C por 24 horas em estufa de circulação forçada de ar, trituradas em liquidificador e peneiradas. Em seguida, 10g, 5g e 2,5g de material foram depositados em *becker* com 100mL de água destilada por 2 horas com agitação manual, constituindo os tratamentos 10% (p/v), 5% (p/v), 2,5% (p/v) e testemunha 0%. Posteriormente, o material foi filtrado em papel de filtro, centrifugado por 5 minutos a 5000rpm e armazenado a 8°C.

O **pH** do extrato na maior concentração foi medido com o auxílio do peagômetro.

Para o **teste de germinação**, a semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox* com substrato sobre papel mata-borrão, umedecido com cada concentração em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco para sementes de alface e 2,0 vezes para sementes de nabo forrageiro. As caixas de *gerboxes* foram transferidas para câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura de 20°C (alface) e 20°C-30°C (nabo forrageiro), com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais ao 4º dia para alface (Brasil, 1992) e 3º dia para nabo forrageiro (**primeira contagem**), sendo o teste encerrado ao 7º dia. O **índice de velocidade de germinação** foi feito computando-se o número de sementes protruídas a partir de 1mm de comprimento da radícula e calculado de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos a análise de variância e regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR® (Ferreira, 2000).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Experimento 1

Nos testes de germinação e primeira contagem da germinação, as sementes de alface semeadas em substrato umedecido com soluções diferentes concentrações de extratos de nabo forrageiro apresentaram germinação inferior em relação àquelas semeadas em substrato umedecido com água, evidenciando o efeito alelopático do nabo forrageiro sobre a germinação das sementes de alface (Tabela 1). Esse efeito, contudo, não foi observado na avaliação do índice de velocidade de germinação.

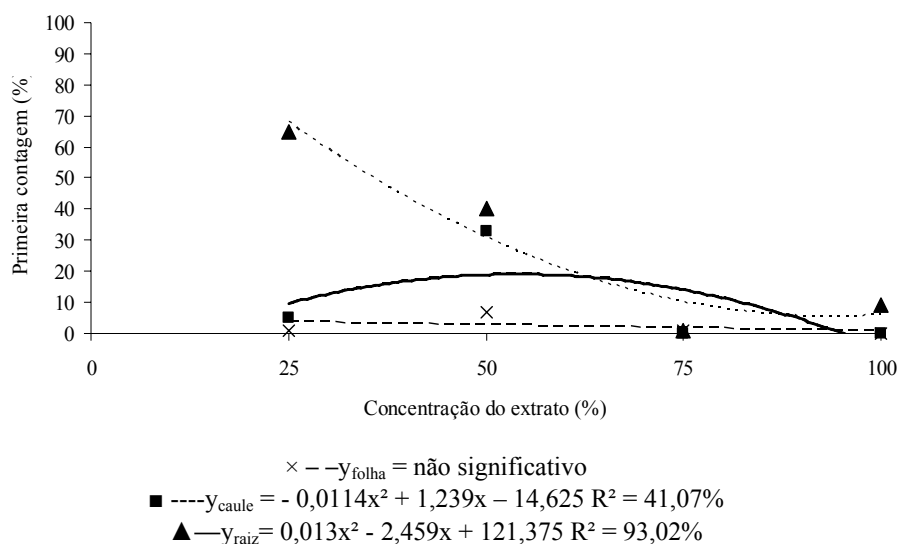
**TABELA 1** - Porcentagem média de plântulas normais na primeira contagem e na germinação de sementes de alface semeadas em substrato papel umedecido com água (adicional) e extratos de folhas, caules e raízes de plantas de nabo forrageiro em diferentes concentrações de 25% a 100% (fatorial). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Testes	<sup>1</sup> Água (adicional)	<sup>1</sup> Extratos (fatorial)
Primeira contagem	67 A	13 B
Germinação	86 A	50 B

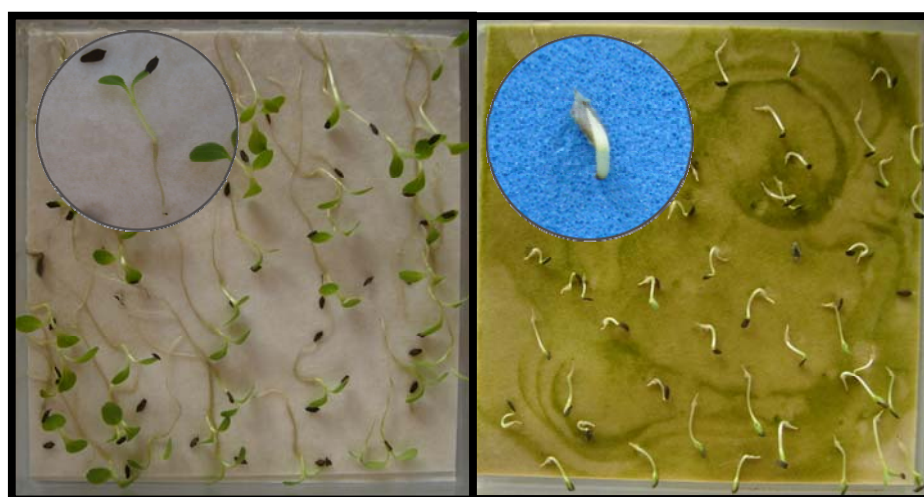
<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste F, a 5%.

Observou-se pela primeira contagem da germinação de sementes de alface (Figura 1) que os extratos de caule e raiz em todas as concentrações produziram efeitos inibitórios significativos. Os extratos de raízes praticamente não afetaram a germinação na concentração de 25%, o que não ocorreu quando se utilizaram extratos de folhas e caules, já que a germinação era inferior a 10%. Para extrato de folhas, não houve diferenças significativas entre as

concentrações. Para as sementes de alface colocadas para germinar em extrato de folhas de nabo forrageiro, observou-se anormalidades no sistema radicular, afetando o crescimento das plântulas (Figura 2). Esses resultados corroboram com a afirmativa de que aleloquímicos provenientes de plantas da família *Brassicaceae* podem afetar o desenvolvimento radicular de espécies sensíveis, afetando a porcentagem de germinação (Felix et al., 2007).



**FIGURA 1** - Resultados de primeira contagem da germinação (%) de sementes de alface em diferentes concentrações dos extratos de folhas, caule e raízes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.



(A)

(B)

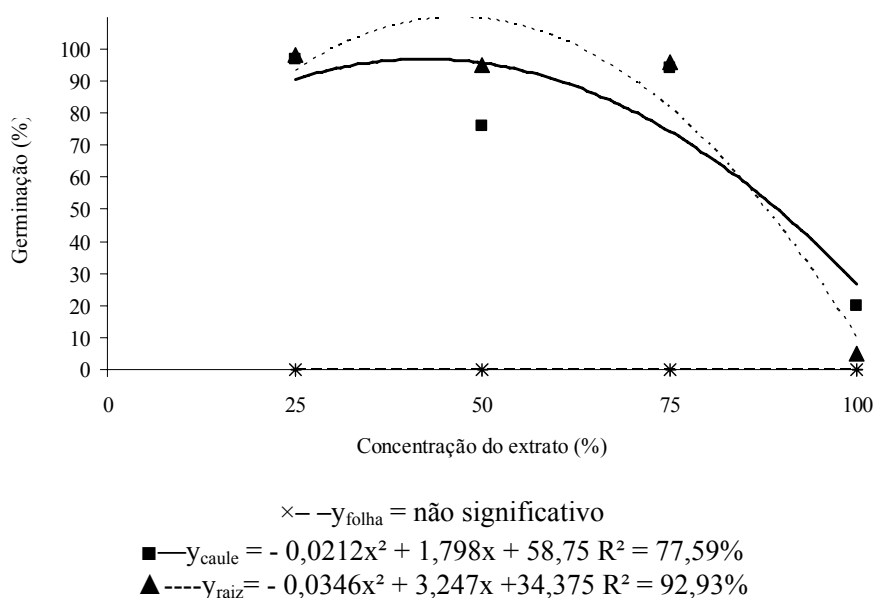
**FIGURA 2** - Aspectos de plântulas normais (A) e anormais (B) com danos no sistema radicular de alface postas para germinar em extrato de folhas de nabo forrageiro na concentração de 50% (p/v). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Em extrato de caule e raiz na concentração de 100% (p/v) foi observada redução significativa da porcentagem de germinação (Figura 3). Com o uso do extrato de folha a germinação de sementes de alface foi de 0%, fato este explicado pela anormalidade no sistema radicular (90%) e também pela porcentagem de sementes mortas (3%).

Resultados semelhantes de redução na germinação de sementes de alface na concentração de 100% (p/v) do extrato aquoso de folhas de aroeira, *Schinus terebinthifolius* Raddi também foram observados por Souza et al. (2007). Além disso, segundo Butcko & Jensen (2002), extratos de raiz e rizomas não possuem



aleloquímicos que inibem a germinação. Porém, a germinação de sementes de alface foi inibida com extratos de folhas, onde a concentração dos aleloquímicos é maior. A alta concentração de aleloquímicos no extrato de folhas também foi observada por Rozete et al. (2007) quando sementes de *B. oleraceae* foram postas para germinar em extratos de folhas de alecrim-do-campo, *Bacharis dracunculifolia* DC., em concentrações superiores a 30%.



**FIGURA 3** - Resultado de germinação (%) de sementes de alface em diferentes concentrações dos extratos de folhas, caule e raízes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

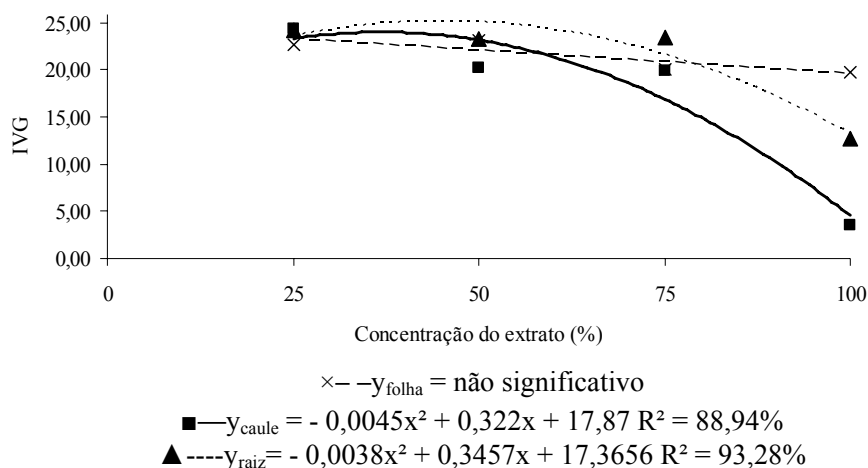
Um dos aspectos que podem afetar o desenvolvimento de plântulas no teste de germinação é o pH da água ou solução de umedecimento do substrato.

Segundo Rao & Reddy (1981), os efeitos depressivos são manifestados apenas em valores de pH igual ou inferior a 3,0 ou igual ou superior a 9,0.

No presente trabalho, o pH dos extratos de folha, caule e raiz foram de 6,1; 5,9 e 5,9, respectivamente e da testemunha de 8,8, o que descarta um efeito deletério propiciado pela alteração de pH com a adição do extrato nos substratos de germinação.

Para o parâmetro IVG (Figura 4), nota-se que em todas as concentrações, tanto do caule como da raiz, houve atraso no processo germinativo, sendo o efeito mais pronunciado na concentração de 100%, onde se registraram os menores valores para esse parâmetro. Esse resultado vem confirmar as conclusões de Ferreira & Áquila (2000) os quais relataram que muitas vezes, o efeito alelopático não ocorre sobre a germinação, mas sobre a velocidade de germinação das sementes.

Para o extrato de folhas foi observado maior IVG, isto porque, foi computado o número de sementes protrundidas, isto, inclui plântulas normais e anormais.



**FIGURA 4** – Resultado do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos de folhas, caule e raízes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

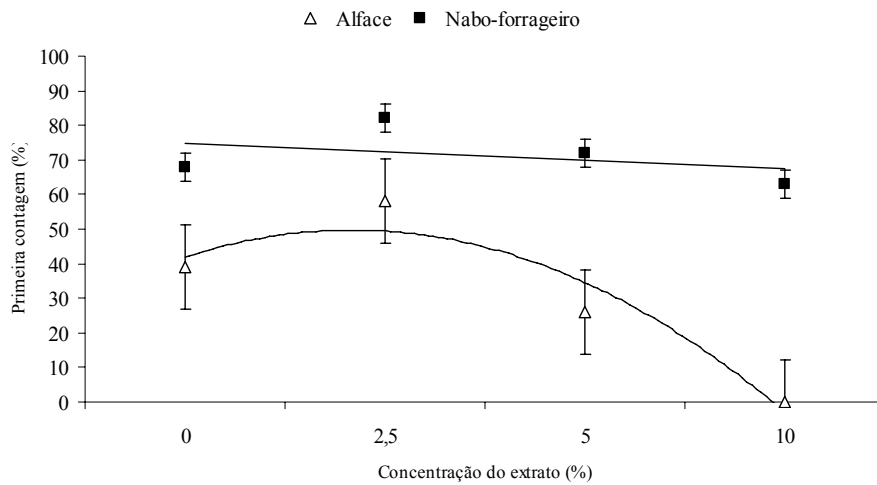
Comparando-se os efeitos inibitórios em função da fonte de extrato, percebeu-se que os extratos aquosos das folhas provocaram efeitos inibitórios superiores aos do caule e da raiz, apesar de não haver diferenças significativas entre as concentrações. Além disso, a concentração mais elevada, 100% (p/v), provocou efeito inibitório mais significativo para todos os parâmetros estudados.

A partir destes resultados foi realizado um 2º experimento, testando o efeito inibitório do extrato da parte aérea de plântulas de nabo forrageiro em concentrações menores sobre a germinação de sementes de alface e do próprio nabo forrageiro.

## **Experimento 2**

O extrato da parte aérea das plântulas da mesma forma como ocorre com o extrato de planta de nabo forrageiro, inibe a germinação das sementes de alface como pode ser observado pelas figuras 5, 6 e 7. Todas as concentrações do extrato causaram efeitos similares de redução que se ajustaram ao modelo quadrático, tanto na primeira contagem, porcentagem de germinação e IVG. No entanto, observou-se redução acentuada a partir da concentração de 5% (p/v). Em baixas concentrações (2,5%) os extratos estimularam a germinação das sementes de alface e de maneira não significativa, as sementes de nabo forrageiro.

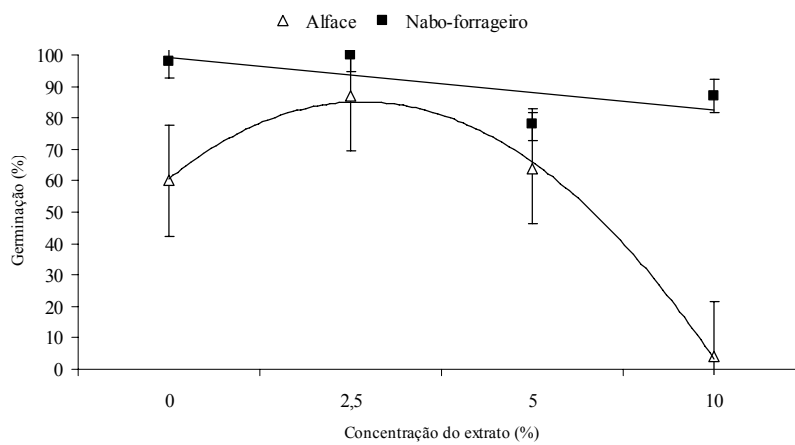
A maioria dos trabalhos relata que os efeitos dos compostos alelopáticos se relacionam aos processos fisiológicos da planta receptora e, de maneira geral, agem como inibidores da germinação e do crescimento (Rawat et al., 1998; Vaccarini et al., 1999). Porém, alguns trabalhos demonstraram que estes compostos podem atuar como promotores de crescimento (Yokotani-Tomita et al., 1998). Aparentemente, a maior parte, senão todos os compostos orgânicos que são inibitórios em alguma concentração são estimulantes quando presentes em menores concentrações (Rice 1984). Ghayal et al. (2007) descrevem que extrato de folhas de *Cassia uniflora* L. estimula a germinação de sementes de *B. juncea* e *R. sativus* em baixas concentrações (2,5% e 5%), mas em altas concentrações (15% e 20%) inibe a germinação e o crescimento de plântulas, o que justifica o estímulo da germinação de alface e do nabo forrageiro na concentração de 2,5%.



$$y_{\text{alface}} = -0,607273x^2 + 1,478182x + 44,209 \quad R^2 = 81,36\%$$

$y_{\text{nabo forrageiro}} = \text{não significativo}$

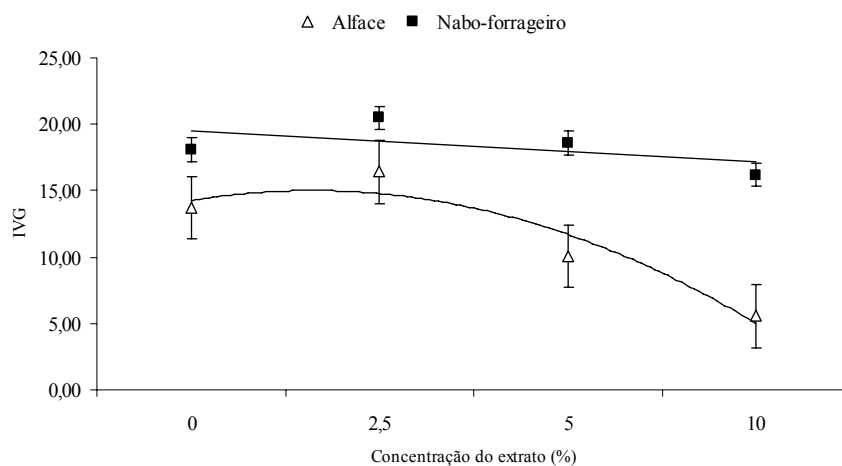
**FIGURA 5.** Resultados da primeira contagem da germinação (%) de sementes de alface e nabo forrageiro sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos de plântulas de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.



$$y_{\text{alface}} = -1,514545x^2 + 9,006364x + 63,6681 \quad R^2 = 95,59\%$$

$y_{\text{nabo forrageiro}} = \text{não significativo}$

**FIGURA 6.** Resultados da germinação (%) de sementes de alface e nabo forrageiro sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos de plântulas de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.



$$y_{\text{alface}} = -0,143018x^2 + 1,109945x + 17,9292 \quad R^2 = 90,02\%$$

$$y_{\text{nabo forrageiro}} = \text{n\~{a}o significativo}$$

**FIGURA 7** - Resultado do índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface e nabo forrageiro sob o efeito de diferentes concentrações dos extratos de plântulas de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

O uso do extrato na concentração de 10% causou anormalidades no sistema radicular em 87% das plântulas de alface. Observou-se que as plântulas de alface afetadas apresentaram os hipocótilos de tamanho reduzido, radícula oxidada e escurecida. Ferreira & Áquila (2000) apontam que as substâncias alelopáticas podem induzir o aparecimento de plântulas anormais, sendo a necrose da radícula um dos sintomas mais comuns (Gatti et al., 2008).

Ao contrário do que ocorreu com as sementes de alface, a germinação das sementes de nabo forrageiro não foi afetada negativamente pelo extrato das plântulas, o que indica não haver efeito alelopático de nabo forrageiro na germinação de suas próprias sementes.

## 4 CONCLUSÕES

O extrato de folhas, caule e raízes de nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*, possui efeito alelopático que provoca inibição da germinação de sementes de alface.

O extrato da parte aérea de plântulas de nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*, possui efeito alelopático que provoca inibição da germinação de sementes de alface em concentração superior a 5% (p/v), mas não provoca redução na germinação da própria cultura.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECCO, R.; TORRESM S. B. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1083-1086, nov. 2004

ALVES, S. M.; ARRUDA, M. S. P.; SOUZA FILHO, A. P. S. Biossíntese e distribuição de substâncias alelopáticas. In: SOUZA FILHO, A. P.; ALVES, S. M. *Alelopatia: Princípios básicos e aspectos gerais*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. p. 79-102.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BUTCKO, V.; JENSEN, R. Evidence of Tissue-specific Allelopathic Activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago canadensis* (Asteraceae). **The American Midland Naturalist**, Chicago, v. 148, n. 2, p. 253–262, 2002.

CALEGARI, A. Sustentabilidade sim. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 5., 2001, Dourados. **Anais...** Dourados: UFMS/Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 23-28.

CARVALHO, S. I. C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes***

**guianensis var. vulgaris cv. Bandeirante.** 1993. 72 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DIAS, A. S.; DIAS, L. S. Interactions in allelopathic effects of *Raphanus raphanistrum* L. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 19, n. 2, p. 495-499, Jan. 2007.

FELIX, R. A. Z.; ONO, E. O.; SILVA, C. P.; RODRIGUES, J. D.; PIERIS, C. Efeitos Alelopáticos da *Amburana cearensis* L. (Fr.All.) AC Smith na Germinação de Sementes de Alface (*Lactuca sativa* L.) e de Rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 138-140, jul. 2007. Suplemento.

FERREIRA, A. G. Interferência: competição e alelopatia. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 251-262.

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

FERREIRA, D. F. **SISVAR- Sistema de análise de variância para dados balanceados:** programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.1. Lavras: UFLA, 2000.

FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; RIZZARDI, M.A.; AGOSTINETTO, D. Interferência de *Raphanus sativus* sobre cultivares de soja durante a fase vegetativa de desenvolvimento da cultura. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 3, p. 425-434, 2006.

GANNON, T. W.; YELVERTON, F. H.; McELROY, J. S. Allelopathic potential of centipedegrass (*Eremochloa ophiuroides*). **Weed Science**, Lawrence, v. 54, n. 3, p. 521–525, May/June 2006.

GATTI, A. B.; LIMA, M. I. S.; PEREZ, S. C. J. G. A. Allelopathic potential of *Ocotea odorifera* (Vell) Rohwer on the germination and growth of *Lactuca sativa* L. and *Raphanus sativus* L. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 21, n. 1, p. 73-82, Jan. 2008.

GHAYAL, N. A.; DHUMAL, K. N.; DESHPANDE, N. R.; KULKARNI, A. M.; PHADKE, A. U.; SHAH, S. M. Phytotoxic effects of *Cassia uniflora* leaf leachates on germination and seedling growth of radish (*Raphanus sativus*) and mustard (*Brassica juncea*). **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 19, n. 2, p. 361-372, jan 2007.



KOCACALISKAN, I.; TERZI, I. Allelopathic effects of walnut leaf extracts and juglone on seed germination and seedling growth. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 76, n. 4, p. 436-440, July 2001.

MACHADO, S. Allelopathic potential of various plant species on downy brome: implications for weed control in wheat production. **Agronomy Journal**, Madison, v. 99, n. 1, p.127-132, Jan./Feb. 2007.

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

MARTINS, R.M.G.; ROSA JUNIOR, E.J. Culturas antecessoras influenciando a cultura de milho e os atributos do solo no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 225-232, abr./jun. 2005.

MIRO, C. P.; FERREIRA, A. G.; ÁQUILA, M. E. A. Alelopátia de frutos de erva mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1261-1270, ago. 1998.

NEGI, B. S.; CHAUHAN, D. S.; TODARIA, N. P. Allelopathic effects of *Ougeinia oojeinensis* Roxb. (Fabaceae) on the germination and growth of wheat, barley and mustard. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 20, n. 2, p. 403-409, Oct. 2007.

NOBEL, P. S. **Physiological and environmental plant physiology**. San Diego: Academic, 1991. 635 p.

NORSWORTHY, J. K. Allelopathic Potential of Wild Radish (*Raphanus raphanistrum*). **Weed Technology**, Lawrence, v. 17, n. 2, p. 307-313, Apr./June 2003.

OLIVEIRA, M. N. S. et al. Efeitos alelopáticos do extrato aquoso e etanólico de jatobá do cerrado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 4, n. 2, p. 143-151, jul./dez. 2002.

PARVEZ, S. S.; PARVEZ, M. M.; FUJII, Y.; GEMMA, H. Differential allelopathic expression of bark and seed of *Tamarindus indica* L. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 42, n. 3, p. 245-252, Mar. 2004.

PARVEZ, S. S.; PARVEZ, M. M.; GEMMA, E. N. H.; FUJI, Y. *Tamarindus indica* L. leaf is a source of allelopathic substance. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 40, n. 2, p. 107-115, June 2003.

- RAO, P. N.; REDDY, B. V. N. Autoecological studies in *Indigofera linifolia* (L.f.) Retz. I. Germination behaviour of the seeds. **Journal of the Indian Botanical Society**, Madras, v. 60, n. 1, p. 51-57, 1981.
- RAWAT, M. S. M.; PANT, G.; PRASAD, D.; JOSHI, R. K.; PANDE, C. B. 1998. Plant growth inhibitors (Proanthocyanidins) from *Prunus armeniaca*. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 13-23, Jan. 1998.
- RICE, E. L.. **Allelopathy**. 2nd ed. Orlando: Academic, 1984. p. 353.
- RIZZARDI, M. A.; SILVA, L. F.; VARGAS, L. Controle de plantas daninhas em milho em função de quantidades de palha de nabo forrageiro. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 263-270, 2006.
- ROZETE, F. S. S.; OLIVEIRA, P. A.; GUSMAN, G. S.; VALENTIM, J. M. B.; VESTENA, S.; BITTENCOURT, A. H. C. Avaliação do efeito alelopático de extratos aquosos de *Bacharis dracunculifolia* DC. sobre a germinação e o crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Brassica oleraceae* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 513-515, jul. 2007. Supl.
- SOARES, G. L. G. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. Grand Rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 190-197, 2000.
- SOUZA, C. S. M.; SILVA, W. L. P.; GUERRA, A. M. N. M.; CARDOSO, M. C. R.; TORRES, S. B. Alelopatia do extrato aquoso de folhas de aroeira germinação de sementes de alface. **Revista Verde**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 96 – 100, jul./dez. 2007.
- SOUZA, S.A.M. et al. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Ponta Grossa, v.11, p. 29-38, 2005.
- TAN, D. K. Y.; DALEY, A. T.; WU, H. Allelopathic potential of lippia (*Phyla canescens*) on germinating seeds. **Allelopathy Journal**, Hisar, v. 19, n. 1, p. 257-265, jan 2007.
- TAWAHA, A. M.; TURK, M. A. Allelopathic effects of black mustard (*Brassica nigra*) on the germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). **Journal Agronomy Crop Science**, v. 189, n. 5, p. 298-303, Oct. 2003.

TOKURA L. K., NÓBREGA L. H. P. Potencial alelopático de cultivos de cobertura vegetal no desenvolvimento de plântulas de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 287-292, 2005.

VACCARINI, C. E.; PALACIOS, S. M.; MERAGELMAN, K. M.; SOSA, V. E. Phyto-growth-inhibitory activities of a clerodane from *Viguiera tucumanensis*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 50, n. 2, p. 227-230, Jan. 1999.

YOKOTANI-TOMITA, K.; GOTO, N.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S.; HASEGAWA, K. Growth-promoting allelopathic substance exuded from germinating *Arabidopsis thaliana* seeds. **Phytochemistry**, Oxford, v. 47, n. 1, p. 1-2, Jan. 1998.

### **ARTIGO 3**

#### **TESTES DE VIGOR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO**

**Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>, Renato  
Mendes Guimarães<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Profª Drª Associada, Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

<sup>3</sup>Prof. Dr., Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, renatomg@ufla.br

Preparado de acordo com as normas da Seed Science and Technology

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro. In:\_\_\_\_\_. **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro**. 2008. Cap. 3, p. 62-96 Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. <sup>1</sup>

A cultura do nabo forrageiro, *Raphanus sativus* L. var *oleiferus* Metzg., tem sido considerada com potencial para utilização na produção do biodiesel, mas as pesquisas relacionadas à avaliação da qualidade das sementes desta cultura ainda são escassas. O uso de testes de vigor para a avaliação do potencial fisiológico dos lotes é uma ferramenta imprescindível para comercialização, utilização própria ou para controle de qualidade das empresas produtoras. Com intuito de adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado para avaliar o potencial fisiológico de lotes de sementes de nabo forrageiro, foram utilizados quatro lotes de sementes da cultivar CATI AL – 1000. Para o teste de condutividade elétrica, as sementes foram submetidas a seis períodos de embebição em água destilada e deionizada, por 2; 4; 6; 8; 10 e 12 horas, utilizando-se 25 sementes em 25 mL e em 50 mL, 50 sementes em 50 mL e em 75 mL. Para o teste de envelhecimento acelerado as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl, em cinco períodos de envelhecimento, 0; 24; 48; 72 e 96 horas. Para caracterizar o perfil dos lotes foram realizadas determinações e testes, como grau de umidade, teste de germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca e sanidade. Os resultados dos testes de avaliação do perfil dos lotes se correlacionaram com os obtidos no teste de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. O período de embebição de 6 horas com 25 sementes em 50 mL de água destilada e deionizada é considerado adequado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de nabo forrageiro pelo teste de condutividade elétrica. O teste de envelhecimento acelerado possibilita a separação dos lotes de nabo forrageiro em diferentes níveis de qualidade, podendo ser utilizado o período de envelhecimento de 96 horas pelo método tradicional ou 72 horas com solução saturada de NaCl.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, condutividade elétrica, envelhecimento acelerado.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. **Vigor test to evaluate the oil radish seeds quality.** In: \_\_\_\_\_. **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds.** 2008. Cap. 3, p. 62-96. Thesis (Doctor degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. <sup>1</sup>

The fodder radish, *Raphanus sativus* L. var *oleiferus* Metzg., is a culture with potential to be used for biodiesel production, but research related to the evaluation of seed quality of this species is still scarce. The use of vigor tests to evaluate the physiological potential of seed lots is an important tool for commercialization, self use and also for quality control by production companies. In order to adapt the methodology of the electrical conductivity and accelerating aging tests to evaluate the physiological potential of fodder radish seed lots, four seeds lots of the CATI AL-1000 cultivar were used. For the electrical conductivity test, the seeds were submitted to six imbibition periods in distilled and deionized water, for 2; 4; 6; 8; 10 and 12 hours, using 25 seeds in 25 mL and 50 mL, 50 seeds in 50 mL and in 75 mL. For the accelerated aging test the seeds were submitted to the traditional accelerated aging with a saturated NaCl solution during five aging periods, 0; 24; 48; 72 and 96 hours. To characterize the lot profiles determinations and tests were used, such as moisture content, germination test, first germination count, germination speed index, initial stand, emergence, emergence speed index, dry matter and health quality. The results of the lot profile evaluation tests were correlated with those obtained in the electrical conductivity test and accelerated aging test. The imbibition period of 6 hours with 25 seeds in 50 mL of distilled and deionized water is considered appropriate to evaluate the fodder radish seed physiological potential by the electrical conductivity test. The accelerated aging test allows the separation of fodder radish seeds in lots at different quality levels, the aging period of 96 hours can be used by the traditional method and 72 hours in saturated NaCl solution.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, electrical conductivity, accelerating aging.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos principais riscos na produção de qualquer cultura é a obtenção de estande inadequado por ocasião de sua implantação, o que, na maioria dos casos, resulta em baixa produtividade. Isto elevará os custos de produção e reduzirá o lucro, devido à necessidade de ressemeadura ou a opção por outra cultura (Braccini et al., 1999). Logo, a elevada qualidade das sementes irá refletir diretamente no resultado final da cultura, proporcionando uniformidade de população, alto vigor das plantas, ausência de doenças transmitidas via semente e, por conseguinte, maior produtividade (Bittencourt et al., 1995).

A utilização de sementes de elevado potencial fisiológico é fundamental, a fim de que sejam evitados problemas como baixo estande, disseminação de doenças, deterioração no armazenamento entre outros. Um grande desafio para as instituições de pesquisa e empresas produtoras de sementes tem sido a avaliação do potencial fisiológico e a seleção de lotes comerciais. No caso, das sementes de nabo forrageiro as pesquisas ainda são também escassas, o que limita a obtenção e a comercialização de lotes de boa qualidade.

Para averiguar os componentes da qualidade das sementes são realizados testes como o de germinação, sob condições ideais e artificiais que permitem a manifestação do máximo potencial de germinação (Association of Official Seed Analysts, 1983). Porém, no campo as sementes poderão estar sujeitas a uma série de condições adversas, sendo, por isso, a porcentagem de emergência de plântulas geralmente menor que os resultados obtidos no teste de germinação (Johnson & Wax, 1978; Yaklich & Kulik, 1979). Em razão disso, e na procura de metodologias com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, têm sido desenvolvidos testes complementares como os de vigor.

Dentre os testes de vigor disponíveis, o teste de condutividade elétrica e de envelhecimento acelerado tem se mostrado bastante promissores, em termos de padronização, por proporcionarem resultados reproduzíveis, correlacionados, em muitas vezes, com a emergência de plântulas em campo, potencial fisiológico e de armazenamento, além da facilidade de execução, baixo custo e rapidez (Marcos Filho, 1999; Hampton & Tekrony, 1995).

Neste sentido, Vieira (1994) indicaram a determinação da condutividade elétrica da água de imersão das sementes como um dos testes bastante sensíveis para avaliar o vigor, uma vez que no processo de deterioração um dos eventos iniciais é a perda da integridade das membranas. As sementes com baixo vigor tendem a apresentar desorganização na estrutura das membranas celulares (McDonald, 1999), permitindo um aumento na lixiviação de solutos, tais como, açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos, proteínas e substâncias fenólicas, e de íons inorgânicos (Vanzolini & Nakagawa, 2003; Dias et al., 1996). De acordo com Rodrigues et al. (2006) e Panobianco et al. (2007) vários são os fatores que podem afetar os resultados do teste de condutividade elétrica, dentre os quais, destacam-se a qualidade e quantidade de água utilizada para imersão, o período de imersão, a umidade, a massa, a quantidade de sementes, a idade e a integridade das membranas das sementes, o genótipo e a temperatura.

O tempo de embebição ou imersão das sementes em água influenciam de forma direta, a avaliação da condutividade e pode ser afetado por características morfológicas do tegumento da semente, como variações na capacidade de absorção, devido à forma, tamanho e função dos poros, material que constitui a epiderme do tegumento e ao grau de aderência da testa ao cotilédone (Powell, 1995; Souza, 2007). Thornton et al. (1990), trabalhando com brássicas, destacaram que o tegumento restringe, em grau variável, a liberação de eletrólitos durante a embebição.



Para a realização do teste de condutividade elétrica para sementes de brócolos e canola o tempo de condicionamento é de 24 horas (Mello et al., 1999; Ávila et al., 2005). Entretanto, devido à necessidade de obtenção de respostas mais rápidas, tem-se tentado reduzir o tempo de embebição para leitura da condutividade elétrica. Para sementes de amendoim, o período de três horas de embebição é suficiente para permitir a separação de lotes de sementes (Vanzolini & Nakagawa, 1999).

Andrade et al. (1995) revelaram resultados promissores para sementes de cenoura submetidas a períodos curtos de embebição, de 30 minutos a 4 horas, antes das leituras de condutividade elétrica. De acordo com Simon & Mathavan (1986), a perda de solutos é mais intensa no início do processo de embebição, sendo que em sementes de cenoura, após 60 minutos de embebição, já ocorre estabilização do processo.

Em sementes de repolho, Loomis & Smith (1980) obtiveram as melhores respostas com quatro horas de embebição. Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al. (1998) para quiabo. Já para sementes de couve-brócolos e abobrinha, foi observado que o período de 8 horas é o mais indicado para realização do teste (Martins et al., 2002; Dutra & Vieira, 2006). Também para sementes de soja, períodos de embebição mais curtos de 4 horas e 8 horas permitem a identificação de diferenças mais acentuadas entre os lotes (Dias & Marcos Filho, 1996).

Com relação ao número de sementes nas repetições do teste de condutividade elétrica existem várias recomendações. Loeffler et al. (1988) propõem a utilização de quatro repetições de 50 sementes para a realização do teste de condutividade elétrica, como forma de reduzir o coeficiente de variação (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Carpi (2005), trabalhando com sementes de rabanete, demonstrou que, com o uso de 50 sementes, em comparação a 25 permitiu a obtenção de uma maior uniformidade dos resultados. Contudo, Sá

(1999) observou que o tamanho da amostra (25, 50 e 100 sementes) não afeta os valores de condutividade elétrica para as cultivares de tomate Petomech e Santa Clara. Menezes & Pasinato (1995) realizaram um experimento associando número de sementes e quantidade de água, para três lotes de sementes de azevém, aveia preta e milho; no teste de condutividade elétrica obtiveram como melhores resultados para o milho, 25 sementes em 30mL de água; para a aveia preta, 25 sementes em 50mL de água e para azevém, 25 sementes em 20 mL de água destilada.

Na literatura encontram-se diferentes volumes de água utilizados para condução do teste em diversas espécies, como, 75 mL para sementes de rabanete (Carpi, 2005); 25 mL para brócolos (Mello et al., 1999); 25 mL para canola (Ávila et al., 2005) e 25 mL para cebola (Piana et al., 1995).

Com relação, ao teste de envelhecimento acelerado a possibilidade de padronização da metodologia de execução e a reprodutibilidade de resultados são duas grandes vantagens de seu uso (Tomes et al., 1988; Hampton & Tekrony, 1995; AOSA, 2002). Este teste foi desenvolvido inicialmente para sementes de soja e milho com o intuito de avaliar o potencial de armazenamento das sementes (International Seed Testing Association, 1995).

O teste consiste em avaliar a resposta das sementes pela análise da germinação, após estas terem sido submetidas à temperatura elevada e umidade relativa do ar próxima a 100%, por determinado período de exposição (Rossetto & Marcos Filho, 1995).

Alguns fatores tais como, contaminação inicial das sementes por microorganismos (Silva & Silva, 2000), absorção de água pelas sementes (Tekrony, 1993), período de exposição e temperatura durante o teste podem interferir na interpretação dos dados obtidos no teste de envelhecimento acelerado.

Combinações de período de exposição e temperatura durante a incubação no teste de envelhecimento acelerado variam de acordo com a espécie, havendo indicações de sucesso com o uso de 45°C/48 horas para sementes de rabanete (Hampton & Tekrony, 1995); 45°C/48 horas para brócolos (Tebaldi et al., 1999); 41°C/48 horas para berinjela (Bhering et al., 2001); 42°C/72 horas para beterraba (Silva & Vieira, 2006); 41°C/ 48 horas ou 72 horas para repolho (Komba et al., 2006) e 42°C/72 horas (Rossetto et al., 2003) ou 43°C/48 horas (Usberti & Amaral, 1999) para sementes de amendoim.

A desuniformidade e a velocidade de absorção de água entre as amostras podem resultar em deterioração diferenciada, comprometendo os resultados do teste (Rodo, 2002). Por este motivo, alternativas tem sido estudadas, como a substituição da água colocada no interior das caixas plásticas por soluções saturadas de NaCl, KCl ou NaBr (Jianhua & McDonald, 1996). Segundo Meriaux et al. (2004) o uso de solução saturada permite alcançar resultados mais padronizados do que os obtidos pelo método tradicional.

As moléculas do sal adsorvem-se às da água, restringindo sua disponibilidade no ambiente da câmara. Com isso, a taxa de evaporação no interior dessas caixas é menor, o que significa menor umidade relativa do ar e conseqüentemente, menor valor de equilíbrio higroscópico das sementes, culminando com menor intensidade de deterioração (Jianhua & McDonald, 1996).

Diversos trabalhos relatam a eficiência do teste de envelhecimento acelerado com uso de soluções saturadas. Kikuti & Marcos Filho (2007) obtiveram resultados satisfatórios quando as sementes de couve-flor foram incubadas a 45°C/48 horas em solução de NaCl. Para sementes de ervilha, Nascimento et al. (2007) recomendam que o teste de envelhecimento acelerado modificado seja feito a 41°C/48 horas. Ramos et al. (2004) avaliaram a qualidade de sementes de rúcula através do teste de envelhecimento acelerado

com solução saturada de NaCl e verificaram que a temperatura de 41°C/48 horas e a de 45°C/96 horas, proporcionaram a mesma separação dos lotes verificada pela emergência de plântulas. Para sementes de cebola o período de envelhecimento por 72 horas a 41°C em solução saturada de NaCl foi suficiente para permitir a distinção entre os lotes (Rodo, 2002). A viabilidade da solução saturada também já foi constatada para sementes de cenoura (Rodo et al., 2000), tomate (Panobianco & Marcos Filho, 2001) e beterraba (Silva & Vieira, 2006).

Resultados não satisfatórios também foram observados por Paiva et al. (2005) para sementes de couve-flor, utilizando envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl incubadas a 41°C/48 horas e 72 horas. Também para sementes de brócolos o uso de soluções saturadas com NaCl ou KCl não favoreceu os resultados (Ribeiro & Carvalho, 2001). Goulart & Tillmann (2007) também não detectaram diferenças no potencial fisiológico de sementes de rúcula envelhecidas com solução saturada de NaCl.

Para ambos os métodos de condução do teste de envelhecimento acelerado, o período de exposição das sementes ainda não se encontra totalmente determinado para todas as espécies, embora tenha sido mais intensamente estudado para grandes culturas, sendo que as informações são escassas para sementes de nabo forrageiro.

Os estudos de testes de vigor para avaliação do potencial fisiológico de sementes de grandes culturas já estão avançando em comparação aos das sementes de nabo forrageiro, havendo necessidade de se estabelecer procedimentos e obter a padronização de testes, com ênfase a aqueles com capacidade de proporcionar resultados rápidos e precisos que auxiliem nos programas de controle de qualidade.

Esta pesquisa teve como objetivo adequar a metodologia do teste de condutividade elétrica e envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de nabo forrageiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Quatro lotes de sementes de nabo forrageiro, previamente selecionados quanto a pureza, da cultivar CATI AL-1000 foram utilizados, sendo o lote 1 da safra de 2004 fornecido pela CATI; o lote 2 da safra de 2004 fornecido pelo Iapar; o lote 3 da safra 2005 e o lote 4 da safra 2006 colhidas na região de Varginha, MG. Estes lotes foram submetidos às determinações e testes a seguir:

O **grau de umidade** foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 repetições de 5g de sementes.

Para realização do **teste de germinação** a semeadura foi realizada em substrato areia, lavada e autoclavada, em caixas acrílicas do tipo *gerbox*, acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D., regulada à temperatura alternada de  $20^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao 3º dia (**primeira contagem**). O teste foi encerrado ao 7º dia, computando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais infeccionadas, anormais deformadas, sementes dormentes e mortas (Nery et al., 2007). As sementes remanescentes no final do período de germinação foram submetidas ao teste de tetrazólio. O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protruídas a partir da emissão de 1mm de radícula.

A **emergência** foi realizada em substrato solo e areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, das 4 repetições de 50 sementes, as bandejas foram mantidas à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . A partir do início da emergência foram realizadas avaliações diárias, computando-se o **estande inicial** ao 3º dia e o número de plântulas emergidas até a estabilização do

estande. O **índice de velocidade de emergência** foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

A **massa seca da parte aérea de plântulas** foi determinada utilizando as plântulas normais provenientes do teste de emergência em condição controlada. As plântulas foram cortadas rente ao solo e mantidas em sacos de papel, em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, pesadas e o valor obtido, dividido pelo número de sementes utilizadas no teste, obtendo-se os dados em mg/número de sementes.

Foi realizado o teste de **sanidade** das sementes de nabo forrageiro pelo método do papel de filtro ou *blotter test* modificado, com o uso de 2,4-D e congelamento, utilizando-se 200 sementes, divididas em 8 repetições de 25 sementes, dispostas em placas de Petri sobre três folhas de papel de filtro embebidas com água destilada, 2,4-D e ágar. As placas foram mantidas a temperatura de -8°C por 1 dia e depois, incubadas em câmara tipo B.O.D. a 22°C-25°C e com fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias. Foi avaliada a presença de fungos nas sementes, com auxílio de lupa e microscópico estereoscópico.

Para o **teste de condutividade elétrica** as sementes utilizadas foram selecionadas de acordo com a pureza, sendo utilizado sementes com tegumento intacto. Foram avaliados os efeitos dos períodos de 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas de embebição das sementes e das combinações número de sementes/volume de água destilada e deionizada (25/25mL; 25/50mL; 50/50mL; 50/75mL). Utilizaram-se quatro repetições de sementes para cada lote. Os períodos de embebição das sementes foram definidos após pré-testes e de acordo com a curva de embebição das sementes em água. As sementes foram pesadas, em balanças com precisão de 0,001g, colocadas em recipientes plásticos contendo água destilada e deionizada e mantidas em câmara de germinação durante cada período de embebição, a 25°C. As leituras da condutividade elétrica foram

realizadas em condutivímetro DIGIMED<sup>®</sup>, modelo DM-21 e os valores médios, para cada lote, expressos em  $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$  de sementes.

Para construção da curva de embebição foram utilizados 1 lote da cultivar CATI AL-1000 da safra de 2004 e dois lotes da cultivar IPR 116 das safras de 2004 e 2005, as sementes foram colocadas para embeber em caixas acrílicas tipo *gerbox* em substrato sobre papel umedecido com água destilada 2,0 vezes o peso do substrato, à temperatura de 25°C, com luz constante em câmara do tipo B.O.D. Foi feita a reposição da água a cada dois dias (2,0 mL por *gerbox*). Durante a avaliação, as sementes foram retiradas do *gerbox*, cuidadosamente secadas, com auxílio de papel toalha e pesadas em balança digital com precisão de 0,0001g.

As sementes foram pesadas antes do início da embebição e a intervalos de tempo de 15 minutos com duração de 12 horas, 2 horas por 12 horas, 4 horas por 12 horas, 6 horas por 12 horas e 12 horas por 12 horas.

Foi calculado o incremento porcentual de massa (I) ao longo do tempo, em função da massa inicial das sementes (Justo, 2007):

$$I (\%) = [(M_t - M_i) / M_i] \times 100$$

em que:

$M_i$  = massa fresca inicial da amostra e  $M_t$  = massa da amostra no tempo (t).

Para o **teste de envelhecimento acelerado** 200 sementes foram colocadas sobre uma tela metálica acoplada a uma caixa plástica tipo *gerbox* contendo 40 ml de água destilada ao fundo ou de solução saturada de cloreto de sódio (NaCl) na proporção de 40g de NaCl para 100ml de água, o qual proporciona umidade relativa de 76% (Jianhua & McDonald, 1996). Os *gerboxes* foram levados a câmaras de germinação do tipo B.O.D., à temperatura de 41°C, por 24 h, 48 h, 72 h, 96 horas e testemunha. Ao término deste período, foi determinado o grau de umidade das sementes após envelhecimento acelerado e a

porcentagem de plântulas normais, anormais infeccionadas, anormais deformadas, sementes dormentes e mortas.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, sendo que para o teste de condutividade elétrica adotou-se o esquema fatorial 4x6x4 (4 lotes, 6 períodos de embebição e 4 tratamentos combinando número de sementes e volumes de água). Já para o teste de envelhecimento acelerado os dados foram analisados em esquema fatorial 4x5x2 (4 lotes, 5 períodos de envelhecimento e 2 métodos de envelhecimento). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade e transformados em  $\arcsen \sqrt{x/100}$ . As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2000).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O grau de umidade das sementes foi de 6% para todos os lotes avaliados. Este valor de umidade permite obter resultados consistentes e uma padronização das avaliações (Vieira & Kryzanowski, 1999), sendo também esta a umidade de equilíbrio característica de espécies oleaginosas (Burrell et al., 1980).

Para porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e na germinação, os resultados dos lotes 1, 3 e 4 foram superiores em relação ao lote 2, no qual, foi observada maior porcentagem de sementes dormentes e mortas (Tabela 1). Já para plântulas anormais infeccionadas e deformadas, não houve diferenças significativas entre os lotes. Os mesmos resultados de germinação foram observados para o IVG, destacando-se o lote 2 como o de qualidade inferior. No entanto, esse teste foi mais sensível, separando os lotes em três níveis de qualidade.



**TABELA 1** – Resultados de plântulas normais na primeira contagem – PC (%); germinação – G (%); plântulas anormais infeccionadas – AI (%); plântulas anormais deformadas – AD (%); sementes dormentes – D (%); sementes mortas – M (%) e índice de velocidade de germinação - IVG obtidos de 4 lotes de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Testes						
	PC	G	AI	AD	D	M	IVG
1	59 a	92 a	0 a	1 a	2 b	6 b	21,39 b
2	29 b	47 b	3 a	6 a	6 a	39 a	11,26 c
3	72 a	84 a	11 a	1 a	0 b	6 b	24,82 a
4	75 a	86 a	9 a	1 a	1 b	4 b	24,77 a
CV(%)	25,71	10,89	95,60	123,76	107,77	29,78	8,76

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Os resultados dos testes de vigor relacionados com a emergência encontram-se na tabela 2. Pode-se observar uma superioridade do lote 4 na porcentagem de plântulas normais no estande inicial, final e IVE, seguido do lote 1 com vigor intermediário, e lotes 2 e 3 de qualidade inferior. Já para massa seca da parte aérea não houve diferenças significativas entre os lotes. A tendência do lote 2 ser considerado de pior qualidade foi mantida. Os testes permitiram uma distinção da qualidade superior do lote 4 em relação aos demais.

**TABELA 2** – Resultados de plântulas normais no estande inicial – EI (%); emergência – E (%); índice de velocidade de emergência – IVE e massa seca da parte aérea – MS (mg/ 50 plântulas) no teste de emergência de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Testes			
	EI	E	IVE	MS
1	46 b	58 b	21,86 b	0.009 a
2	22 c	38 c	11,83 d	0.009 a
3	23 c	31 c	16,04 c	0.011 a
4	57 a	69 a	27,08 a	0.011 a
CV(%)	16,14	21,65	7,33	15,25

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

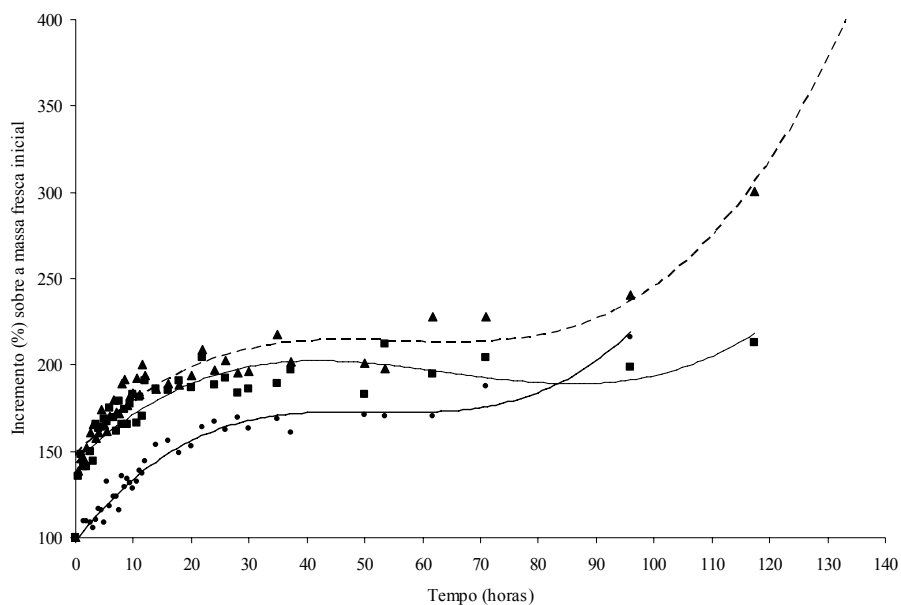
A qualidade sanitária das sementes de nabo forrageiro pode ser observada na Tabela 3. A maior porcentagem dos fungos *Aspergillus flavus* e *Penicillium* sp. foi observada para o lote 2. Já para o fungo *Alternaria alternata*, porcentagem superior foi observada para o lote 3, o que coincide com a porcentagem superior de plântulas anormais infeccionadas exibida na Tabela 1. Este fato poderia explicar a diferença de resultados obtidos no estande final em relação aos outros testes (IVE e EI) (Tabela 2), já que houve redução do número de plântulas emergidas ao final do período de avaliação para o lote 4 pela ação do fungo *Alternaria alternata* (12%) e *Penicillium* sp. (13%) (Tabela 3), que provocam o tombamento de plântulas. Mesmo sendo considerado um patógeno menos agressivo, a associação de sementes com *A. alternata* pode produzir grandes prejuízos pelo fato de causar infecções em sementes e ser transmitido

por elas (Neergaard, 1977), enquanto que os fungos *Aspergillus flavus* e *Penicillium* são considerados fungos de armazenamento.

**TABELA 3** – Porcentagem (%) de incidência dos fungos *Aspergillus flavus*, *Penicillium* e *Alternaria alternata* de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Alternaria alternata</i>
1	3	11	0
2	12	39	1
3	2	4	27
4	3	13	12

Para estabelecimento dos períodos de pré-condicionamento para realização do teste de condutividade elétrica, foi estabelecida a curva de embebição para três lotes de sementes de nabo forrageiro (Figura 1). Observa-se o padrão trifásico de embebição para todos os lotes, com rápida embebição no início do processo. Para a cultivar IPR 116, lote 2005, ocorreu início da protrusão radicular com 12 horas, para os demais com 28 horas. Os dados sugeriram que os tempos a serem testados no teste de condutividade elétrica deveriam ser inferiores a 12 horas, visto que, esse foi o período necessário para ocorrer o início da protrusão radicular das sementes.



$$\begin{aligned} \text{CATI AL-1000 } y &= 0,0002x^3 - 0,0498x^2 + 3,4427x + 102 \quad R^2 = 95,35\% \\ \text{IPR 116 (2004) } y &= 0,0001x^3 - 0,0308x^2 + 2,4087x + 148,37 \quad R^2 = 72,33\% \\ \text{IPR 116 (2005) } y &= 0,0001x^3 - 0,0298x^2 + 2,4703x + 153,95 \quad R^2 = 91,98\% \end{aligned}$$

**FIGURA 1.** Curva de embebição das sementes de nabo forrageiro cultivar CATI AL-1000, lote 2004 (— •); IPR 116, lote 2004 (---- ■) e IPR 116, lote 2005 (---▲) quando foram utilizadas diferentes amostras nas pesagens. As setas indicam o início da protrusão radicular. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Os resultados do teste de condutividade elétrica, envolvendo as combinações do número de sementes, volumes de água e tempos de embebição nos diferentes lotes são apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6.

Pela tabela 4, observa-se para os tratamentos com 25 sementes em 50mL e 50 sementes em 75mL, valores de condutividade elétrica inferiores aos demais

tratamentos. Isso se deve, provavelmente, a maior diluição dos lixiviados das sementes em maiores volumes de água.

O teste de condutividade elétrica com 25 sementes e 50mL permitiu diferenciar os lotes de maior vigor, sendo observado melhor desempenho do lote 4, seguido dos lotes 3, 1 e 2, respectivamente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos para os testes iniciais que caracterizaram os lotes, em que a superioridade dos lotes 1, 3 e 4, e menor qualidade do lote 2 foi verificada. A tendência de classificação do lote 2 como de qualidade inferior e do lote 4 como superior foi mantida em todos os tratamentos. A classificação foi feita em três níveis de qualidade, exceto para o tratamento de 25 sementes em 50mL, para o qual os lotes foram classificados em quatro níveis de qualidade, de forma a detectar diferenças sutis entre eles.

Resultados semelhantes de utilização de 25 sementes em 50 ml como metodologia do teste de condutividade elétrica já foram observados para aveia preta (Menezes & Pazinato, 1997) e para sementes de tomate (Rodo et al., 1998). No entanto, Kikuti & Marcos Filho (2007) e Menezes et al. (2007) para sementes de couve-flor e aveia preta observaram que o número de 25 sementes foi eficiente para detectar diferenças de vigor quando as sementes foram embebidas em 25 mL e 75 mL, respectivamente.

**TABELA 4** – Resultados de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) de sementes de nabo forrageiro submetidas aos diferentes tratamentos; 25 sementes (stes) em 25 mL de água deionizada; 25 sementes em 50 mL de água deionizada; 50 sementes em 50 mL de água deionizada e 50 sementes em 75 mL de água deionizada. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Lotes</b>	<b>25stes/25 mL</b>	<b>25stes/50 mL</b>	<b>50stes/50 mL</b>	<b>50stes/75 mL</b>
1	164 bB	84 aC	75 bB	55 aB
2	214 bC	104 aD	111 bC	73 aC
3	165 bB	68 aB	76 bB	48 aB
4	105 bA	49 aA	50 bA	32 aA
CV (%)	25,00			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott e teste de F, a 5%.

Pode-se observar, pela tabela 5, que as diferenças na qualidade dos lotes foram detectadas já com 2 horas de embebição, com o destaque para o lote 4 em termos de vigor avaliado pela condutividade elétrica. No entanto, a distinção em três níveis de qualidade, demonstrando a superioridade do lote 4 e a inferioridade do lote 2, como observado pelos outros testes de vigor, só ocorreu após 6 horas de embebição.

**TABELA 5** – Resultados de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) para os diferentes períodos de embebição de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Períodos de embebição (horas)					
	2	4	6	8	10	12
1	59 aB	80 bB	83 bB	90 bB	117 cB	138 dB
2	59 aB	76 bB	118 cC	151 dC	167 eC	182 eC
3	48 aB	62 aA	80 bB	99 cB	114 cB	131 dB
4	30 aA	47 bA	56 bA	66 cA	70 cA	84 dA
CV (%)	25,00					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e teste de F, a 5%.

Com relação aos períodos de embebição, observa-se pela tabela 6 que a distinção ocorre com 6 horas de embebição. O aumento no tempo de embebição aumentou a quantidade de lixiviados, que não se estabilizou até 12 horas de embebição. Porém, o tratamento de 25 sementes em 25mL foi o que teve maior lixiviação com 12 horas de embebição. Para sementes de coentro (Moura et al., 2005) e rabanete (Carpi, 2005) observaram aumento linear no valor de condutividade elétrica até 6 horas de embebição das sementes. A partir do tempo de 12 horas, não houve mudança na condutividade elétrica. Para sementes de tomate o tempo de embebição das sementes em água foi reduzido de 24 horas para 6 horas (Sá, 1999).

A embebição das sementes de nabo forrageiro em água destilada e deionizada por 24 horas levou à emissão da radícula, motivo pelo qual o teste não foi realizado para este período de embebição.

**TABELA 6** – Resultados de condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ ) para os diferentes tratamentos; 25 sementes (stes) em 25 mL de água deionizada; 25 sementes em 50 mL de água deionizada; 50 sementes em 50 mL de água deionizada e 50 sementes em 75 mL de água deionizada nos diferentes períodos de embebição de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Tratamentos	Períodos de embebição (horas)					
	2	4	6	8	10	12
25stes/25mL	89 aB	127 bB	134 bC	182 cC	203 dC	234 eC
25stes/50mL	40 aA	55 aA	73 bB	80 cB	94 cB	116 dB
50stes/50mL	40 aA	47 aA	76 bB	87 bB	104 cB	113 cB
50stes/75mL	27 aA	36 aA	54 bA	56 bA	67 bA	72 bA
CV(%)	25,00					

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott e teste de F, a 5%.

A análise geral dos dados obtidos permite verificar que nem todas as metodologias testadas nesse experimento proporcionaram sucesso na separação dos lotes. No entanto, com a utilização de 25 sementes em 50 mL de água deionizada durante 6 horas, obteve-se a melhor diferenciação no potencial fisiológico dos lotes testados. O teste de condutividade elétrica pode ser realizado em conjunto com outros testes de vigor, garantindo assim a confiabilidade dos resultados.

No teste de envelhecimento acelerado não foram observadas diferenças significativas entre os lotes para grau de umidade das sementes, apenas entre os períodos de envelhecimento e tratamentos (Tabela 7). No método tradicional observou-se grau de umidade superior a 20%, sendo que a partir de 72 horas não foi observado aumento do grau de umidade nas sementes. De acordo com



Carvalho & Nakagawa (2000), incrementos nos teores de água favorecem a elevação da temperatura da semente, em decorrência dos processos respiratórios e da maior atividade de microrganismos. Além disso, este aumento no grau de umidade das sementes pode ser explicado pela desorganização das membranas celulares durante o envelhecimento das sementes (Jain et al., 2006).

Com o uso de solução saturada de NaCl foram verificados graus de umidade menores e mais uniformes ao longo do envelhecimento em relação aos observados para as sementes envelhecidas pelo método tradicional. Essa ocorrência indica que o uso de solução saturada contribui para retardar a absorção de água pelas sementes no teste de envelhecimento acelerado, conforme observado também para sementes de outras espécies, como de rabanete (Ávila et al., 2006).

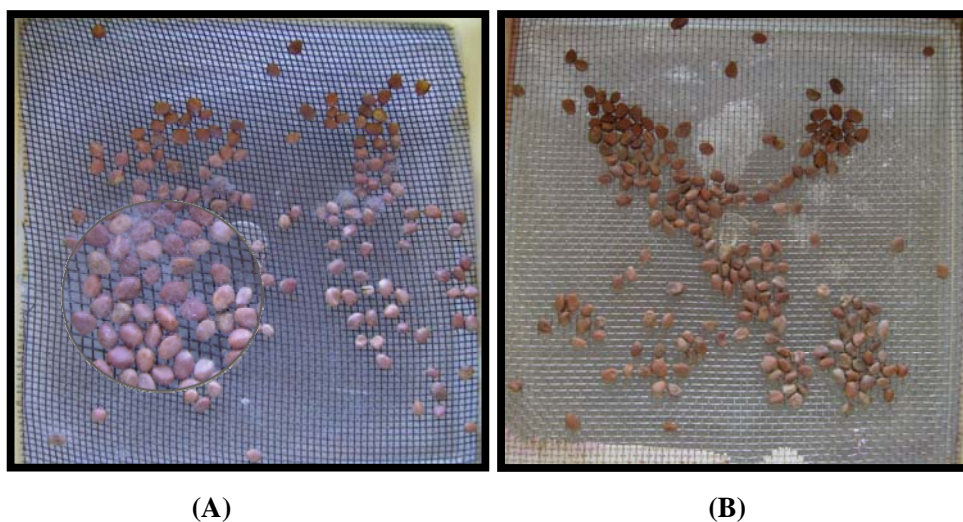
**TABELA 7** – Resultados do grau de umidade (%) nos diferentes períodos de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl das sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Períodos de envelhecimento (horas)	Tratamentos	
	Tradicional	NaCl
Testemunha	6 aD	6 aA
24	24 aC	9 bA
48	29 aB	9 bA
72	36 aA	9 bA
96	34 aA	12 bA
CV (%)	20,29	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott e teste de F, a 5%.

Uma vantagem adicional do emprego da solução saturada de sal é a redução do desenvolvimento de fungos durante o teste, em função da restrição na umidade relativa do ambiente no interior das caixas plásticas, que não favorece a proliferação de microrganismos. Segundo Silva & Silva (2000), o resultado do envelhecimento é afetado pela presença de fungos nas sementes e sua incidência é favorecida pelo período de envelhecimento. Provavelmente, ao utilizar-se sal na solução são liberados para o meio, íons de cloro e de sódio. Os íons de cloro liberados possuem ação antifúngica, fato esse que pode ter contribuído para o controle da proliferação de fungos (Ávila, 2006). No presente trabalho, isto foi confirmado, pois com a adição de solução saturada de nacl não foi verificada a presença de fungos (Figura 2).

Observações semelhantes da ausência de fungo durante o teste de envelhecimento acelerado foram constatadas por Rodo et al. (2000) para sementes de cenoura, Panobianco & Marcos Filho (2001) para sementes de tomate e Ramos et al. (2004) para sementes de rúcula. Leeks et al. (2007) também observaram redução de fungos quando substituíram a água destilada por solução saturada de NaBr, NaCl e KCl no teste de envelhecimento acelerado de sementes de *Brassica* spp.



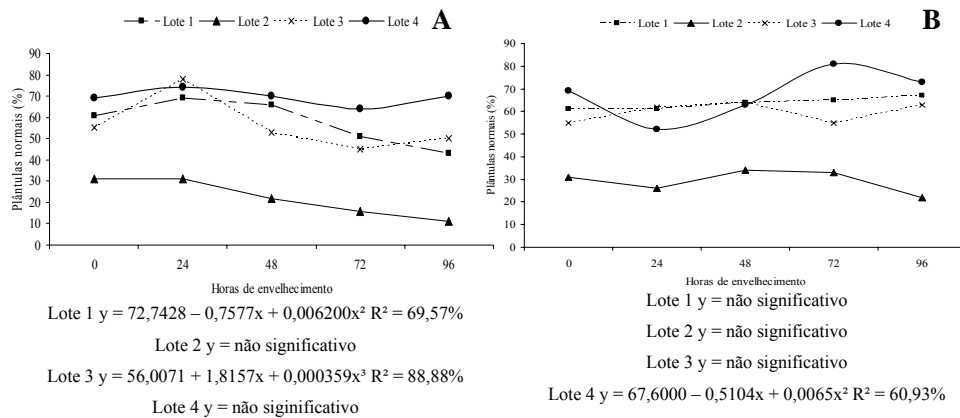
**FIGURA 2.** Desenvolvimento de fungos em sementes de nabo forrageiro submetidas ao teste de envelhecimento acelerado tradicional (A) e sem fungos com uso de solução saturada de NaCl (B) com 72 horas de envelhecimento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Examinando os resultados de plântulas normais após o teste de envelhecimento acelerado tradicional (Tabela 8), verificou-se que o período de 24 horas promoveu o revigoramento das sementes do lote 3. A partir de 48 horas, já foi observado decréscimo na porcentagem de plântulas normais para todos os lotes, sendo que somente com 96 horas foi possível a separação dos lotes em três níveis de qualidade, distinguindo-se o lote 4 de qualidade superior, os lotes 1 e 3 de qualidade intermediária e o lote 2 de qualidade inferior. Estes resultados são coincidentes com os obtidos na primeira contagem da germinação e germinação (Tabela 1). Observa-se também, pela figura 3, que o período de 96 horas permitiu a separação nítida entre os lotes.

**TABELA 8** – Resultados de plântulas normais (%) obtidos no teste de germinação obtidas das sementes de nabo forrageiro submetidas aos diferentes períodos de envelhecimento acelerado tradicional e com solução saturada de NaCl. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Tratamentos/ Períodos de embebição (horas)									
	Tradicional					NaCl				
	0	24	48	72	96	0	24	48	72	96
1	61aA	69aA	66aA	51bA	43bB	61aA	61aA	64aA	65aB	67aA
2	31aB	31aB	22aB	16aB	11aC	31aB	26aB	34aB	33aC	22aB
3	55bA	78aA	53bA	45bA	50bB	55aA	62aA	64aA	55aB	63aA
4	69aA	74aA	70aA	64aA	70aA	69aA	52bA	63bA	81aA	73aA
CV (%)	22,43									

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scoot-Knott e teste de F, a 5%.



**FIGURA 3** – Resultados de plântulas normais (%) obtidas para os lotes de sementes de nabo forrageiro submetidas aos diferentes períodos de envelhecimento acelerado tradicional (A) e com solução saturada de NaCl (B). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Resultado semelhante também foi obtido para sementes de mostarda em que com 96 horas de envelhecimento houve declínio na germinação e no vigor das plântulas, permitindo a distinção entre os lotes (Bedi et al., 2006).

Já pelo método com o uso de solução saturada de NaCl, com 72 horas, foi possível a distinção dos lotes de sementes de nabo forrageiro em três níveis de qualidade, igualmente observado em 96 horas para o método tradicional (Tabela 8 e Figura 3). A inferioridade do lote 2 pode ser explicada pela porcentagem superior de sementes mortas em ambos os métodos (dados não apresentados). É interessante ressaltar que, o método com solução saturada não permitiu redução drástica dos percentuais de germinação quando comparado com o método tradicional.

Em pesquisa desenvolvida com sementes de pimentão, Panobianco & Marcos Filho (1999) verificaram que as sementes atingiram grau de umidade menor e mais uniforme após o envelhecimento com o uso de solução saturada de NaCl, observando vantagens na utilização desse procedimento para sementes pequenas, em relação ao procedimento convencional. A taxa de deterioração foi menos acentuada e, os resultados, menos drásticos. Resultados consistentes com o uso desse procedimento para avaliação do vigor de sementes foram obtidos por Torres (2002; 2005) com sementes de melão e pimenta-malaqueta, Ávila (2006) com rabanete e Rossetto et al. (2004) com amendoim. Esses autores também constataram que o teste de envelhecimento acelerado com a utilização de NaCl permitiu a separação dos lotes de sementes pelos níveis de vigor, após 72 horas de envelhecimento.

Pelos resultados de plântulas anormais infeccionadas (dados não apresentados), em ambos os métodos, tradicional ou com o uso de solução saturada de NaCl, verificou-se porcentagem superior para o lote 2 e para o lote 3 com 72 horas de envelhecimento pelo método tradicional. Estes dados correlacionam com os obtidos no teste de sanidade (Tabela 3). Segundo Khajeh-Hosseini et al. (2003) e Tobe et al. (2004), a presença do sal pode afetar a germinação de sementes e o crescimento de plântulas por criar um potencial osmótico que impede a absorção de água na germinação, fato este observado para sementes de cevada (Silva et al., 2007). Já Okçu et al. (2005) relatam, para sementes de ervilha, que o efeito osmótico promovido pelo NaCl afeta mais o desenvolvimento de plântulas do que a germinação.

Para a porcentagem de plântulas anormais deformadas (dados não apresentados) não foram observadas diferenças significativas entre os lotes e tratamentos.

A presente pesquisa evidencia o teste de envelhecimento acelerado tradicional por 96 horas ou com uso de solução saturada por 72 horas como indicado para avaliar o vigor de sementes de nabo forrageiro. A disponibilidade de métodos eficientes para a avaliação do vigor de sementes permite identificar lotes que apresentam maior probabilidade de se estabelecer adequadamente em campo, eliminando aqueles que não satisfazem os padrões estabelecidos pela empresa.

#### **4 CONCLUSÕES**

Na realização do teste de condutividade elétrica, a quantidade de 25 sementes embebidas em 50 mL de água por 6 horas é suficiente para a distinção

do potencial fisiológico de lotes de sementes de nabo forrageiro cultivar CATI AI-1000.

O teste de envelhecimento acelerado tradicional, a 41°C, durante 96 horas e com solução saturada de NaCl, a 41°C, durante 72 horas é eficiente para avaliação do potencial fisiológico de sementes de nabo forrageiro.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, R. N.; SANTOS, D. S. B.; SANTOS FILHO, B. G.; MELLO, V. D. C. Correlação entre testes de vigor em sementes de cenoura armazenadas por diferentes períodos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p.153-162, 1995.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALISTS. **Seed vigour testing handbook**. Washington, 1983. 88p. (Handbook on Seed Testing. Contribution, 32).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook**. Washington, 2002. 105 p. (Contribution, 32).

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de Laboratório em Sementes de Canola e a Correlação com a Emergência das Plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 62-70, jun. 2005.

ÁVILA, P. F. V.; VILLELA, F. A.; ÁVILA, M. S. V. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 52-58, 2006.

BEDI, S.; KAUR, R.; SITAL, J. S.; KAUR, J. Artificial ageing of Brassica seeds of different maturity levels. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 2, p. 287-296, 2006.

BHERING, M. C.; BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; NUNES, H. V. Teste para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de berinjela. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 203, set. 2001.

BITTENCOURT, S. R. M.; VIEIRA, R. D.; BARRETO, M.; VOLPE, C. A. Comparação de dois tipos de germinadores como câmaras de envelhecimento

acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 160-164, 1995.

BRACCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SCAPIM, C. A.;  
BRACCINI, M. C. L. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja após o processo de hidratação-desidratação e envelhecimento acelerado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 6, p. 1053-1066, jun. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BURRELL, N. J.; KNIGHT, G. P.; ARMITAGE, D. M.; HILL, S. T.  
Determination of the time available for drying rapeseed before the appearance of surface moulds. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 16, n. 3-4, p. 115-118, Dec. 1980.

CARPI, V. A. F. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de rabanete**. 2005. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitocnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

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

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 31-42, jan./abr. 1996.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J.; CARMELO, Q. A. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybeans seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 25, n. 1, p. 7-18, 1996.

DIAS, D. C. F. S.; VIEIRA, A. N.; BHÉRING, M. C. Condutividade elétrica e lixiviação de potássio para avaliação do vigor de sementes de hortaliças: feijão-de-vagem e quiabo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 408-413, 1998.

DUTRA, A. S.; VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 117-122, jun. 2006.



FERREIRA, D. F. **SISVAR- Sistema de análise de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamento de experimentos, versão 4.1. Lavras: UFLA, 2000.

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

HAMPTON, J. G.; TEKRONY, D. M. (Ed.). **Handbook of vigour test methods**. 3<sup>rd</sup> ed. Zurich: International Seed Testing Association, 1995. 117 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3rd.ed. Zürich: ISTA, 1995. 116.p.

JAIN, N.; KOOPAR, R.; SAXENA, S. Effect of accelerated ageing on seeds of radish (*Raphanus sativus* L.). **Asian Journal of Plant Sciences**, Bholakpur, v. 5, n. 3, p. 461-464, 2006.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeds crops. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 25, n. 1, p. 123-131, 1996.

JUSTO, C. F.; ALVARENGA, A. A.; NERY, F. C.; DELU FILHO, N. Composição química, curva de embebição e efeito da temperatura sobre a germinação de sementes de *Eugenia pyriformis* Camb. (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 510-512, jul. 2007. Suplemento.

JOHNSON, R. R.; WAX, L. M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. **Agronomy Journal, Madison**, v. 70, n. 2, p. 273 - 278, Mar./Apr. 1978.

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

KIKUTI, A. L. P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve-flor e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 107-113, 2007.

KOMBA, C. G.; BRUNTON, B. G.; HAMPTON, J. G. Accelerated ageing vigour testing of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC) seed. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 34, n. 1, p. 205-208, 2006.

LEEKES, C. F. R.; HAMPTON, J. G.; MCKENZIE, B. A.; DEGHAN-SHOAR, M. Control of fungal contamination in the accelerated ageing test of Brassica spp. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 35, n. 2, p. 380-386, 2007.

LOEFFLER, T. M.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. The Bulk Conductivity test as an Indicator of Soybean Seed Quality. **Journal of Seed Technology**, London, v. 12, n. 1, p. 37-53, 1988.

LOOMIS, E. L.; SMITH, O. E. The Effect of Artificial Aging on the Concentration of Ca, Mg, Mn, K and Cl in Imbibing Cabbage Seed. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 5, p. 647-650, Sept. 1980.

MAGUIRE, J. D. Seed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, p. 1-24.

MARTINS, C. C.; MARTINELLI-SENE, A.; CASTRO, M. M.; NAKAGAWA, J.; CAVARIANI, C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L.var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MCDONALD, M. B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 27, n. 1, p. 177-237, 1999.

MELLO, S. C.; SPINOLA, M. C. M.; MINAMI, K. Métodos de Avaliação da Qualidade Fisiológica de Sementes de Brócolos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, n. 4, p. 1151-1155, out./dez. 1999.

MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; BAHRY, C. A.; MATTIONI, N. M. Teste de condutividade elétrica em sementes de aveia preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 138-142, jun. 2007.

MENEZES, N. L.; PASINATTO, P. R. Protocolo do teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de azevém, aveia preta e milho. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 123, 1995.

MERIAUX, B.; LADONNE, F.; FOURGEREUX, J-A. Accelerated aging test for wheat (*Triticum aestivum*): Reproducibility of two aging methods. In:

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION SYMPOSIUM, 27., 2004, Budapest. **Abstracts...** Budapest: ISTA, 2004. p. 83.

MOURA, R. D.; LIMA, C. B.; SÁ, C. R. L.; RUFINO, M. S. M.; FILHA, M. E. C. S.; FILHO, S. V. S.; RIBEIRO, M. C. C. Embebição em água destilada e condutividade elétrica em sementes de coentro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: ABH, 2005. p. 129.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A.; GOMES, E. M. L. ; SOARES, A. S. Metodologia para o teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervilha. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 25, n. 2, p. 205-209, abr./jun. 2007.

NEERGAARD, P. **Seed Pathology**. London: The MacMillan, 1977. v. 2. 1191 p.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; GRIS, C. F.; NERY, F. C.; LEAL FILHO, W. R.; FRAGA, A. C. Germinação de sementes de nabo forrageiro cultivar IPR 116. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODIESEL, 4., 2007, Varginha. **Anais...** Varginha: UFLA, 2007. p. 129.

OKÇU, G.; KAYA, M. D.; ATAK, M. Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum* L.). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 29, p. 237-242, 2005.

PAIVA, A. S. de; LOPES, M. M.; TESSER, S. M.; PANOBIANCO, M.; VIERIA, R. D. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de couve-flor. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 103-105, 2005.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 525-531, set./dez. 2001.

PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R. D.; PERECIN, D. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 119-124, Mar./Apr. 2007.

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 149-153, 1995.

POWELL, A. A. **The Controlled Deterioration Test**. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. Seed Vigour Testing Seminar. Zurich, 1995. P.73-87.

RAMOS, N. P.; FLOR, E. P. O.; MENDONÇA, E. A.F.; MINAMI, K. Envelhecimento acelerado em sementes de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 26, n. 1, p. 98-103, 2004.

RIBEIRO, F. C.; CARVALHO, N. M. The saturated salt accelerated ageing (SSAA) method seems to act too leniently on carrot (*Daucus carota* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.) and brocoli (*Brassica oleraceae* var. Italica, Plenck) seeds germination. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 26, Angers, 2001. **Abstracts...** Angers: ISTA, 2001. p. 41-42.

RODO, A.B. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de cebola e sua relação com o desempenho das plântulas em campo**. 2002. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, n.2, p.289-292, 2000.

RODO, A.B.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; SAMPAIO, N.V. Teste de condutividade elétrica em sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 29-38, 1998.

RODRIGUES, M. B. C. VILLELA, F. A.; TILLMANN, M. A. A.; CARVALHO, R. Pré-hidratação em sementes de soja e eficiência do teste de condutividade elétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p.168-181, 2006.

ROSSETTO, C. A. V.; LIMA, T. M.; GUIMARÃES, E. C. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de amendoim. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.795-801, ago. 2004.

ROSSETTO, C. A. V.; ARAÚJO, A. E. S.; LIMA, T. M. Avaliação da aplicação de fungicida às sementes de amendoim antes do envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 1, p. 101-107, 2003.

ROSSETTO, C. A. V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p.123-131, jan./abr. 1995.

SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 1, p. 13-19, jan./abr. 1999.

SILVA, J. B.; VIEIRA, R. D. Avaliação do potencial fisiológica de sementes de beterraba. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 128-134, dez. 2006.

SILVA, M. A. D. da; SILVA, W. R. da. Comportamento de fungos e de sementes de feijoeiro durante o teste de envelhecimento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 599-608, jul. 2000.

SILVA, R. N.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEREIRA, A. L. A.; DUARTE, G. L. Physiological quality of barley seeds submitted to saline stress. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 40-44, abr. 2007.

SIMON, E. W.; MATHAVAN, S. The Time-course of Leakage From Imbibing Seeds of Different Species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 14, n. 1, p. 9-13, 1986.

SOUZA, L. A. da. **Teste de Condutividade Elétrica para Avaliação da Qualidade de sementes de Mamona**. 2007. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TEBALDI, N. D.; SADER, R.; BIRUEL, R. P.; SCALON, N. J. O.; BALLARIS, A. L.; GAVIOLI, E. Determinação do tempo e da temperatura para o teste de envelhecimento acelerado de sementes de brócolos (*Brassica oleracea* L.) var. *italica* Plenk. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., Foz do Iguaçu, 1999. **Resumos...** Curitiba: ABRATES, 1999. p. 120.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging. In: VAN DE VETER, H.A. (Ed.). **Seed vigour testing seminar**. Copenhagen: The International Seed Testing Association, 1995. p. 53-72.

TEKRONY, D. M. Accelerated aging test. **Journal of Seed Technology**, v. 17, p. 110-120, 1993.

THORNTON, J. M.; POWELL, A. A.; MATTHEWS, S. Investigation of the relationship between seed leachate conductivity and the germination of *Brassica* seed. **Annals of Applied Biology**, New York, v. 17, p.129-135, 1990.

TOBE, K., LI, X. M., OMASA, K. Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae). **Seed Science Research**, v.14, p.345-353, 2004.

TOMES, L. J.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D.B. Factors influencing the tray accelerated ageing test for soybean seed. **Journal of Seed Technology**, v.12, p.24-36, 1988.

TORRES, S.B. Envelhecimento acelerado em sementes de pepino com e sem solução salina saturada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 303-306, abr./jun. 2005.

TORRES, S. B. **Métodos para avaliação do potencial fisiológico de sementes de melão**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

USBERTI, R.; AMARAL, H. M. Fungicide dressing timing, seed size, seed origin and fungal incidence effects on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) storability. **Seed Science and Technology**, v. 27, p. 699-706, 1999.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n., p. 151-158, 2003.

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de temperatura e período de embebição. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n.1, p. 41-45, 1999.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. Cap. 4, p. 1-26., 1999.

VIEIRA, R. D. Teste de Condutividade Elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de Vigor em Sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-32.

YAKLICH, R. W.; KULIK, M. M. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: Relationship of the standard germination test, seedling vigor classification, seedling length, and tetrazolium staining to field performance. **Crop Science**, Madison, v. 19, n. 2, p. 247-52, 1979.

## **ARTIGO 4**

### **ESTUDOS PRELIMINARES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO TESTE DE TETRAZÓLIO PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DE SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO**

**Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Profª Drª Associada, Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Estudos preliminares sobre a utilização do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade de sementes de nabo forrageiro. In: \_\_\_\_\_ . **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro** 2008. Cap. 4, p. 97-113. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras. <sup>1</sup>

A utilização do teste de tetrazólio é importante na avaliação da qualidade de lotes de sementes e vem sendo adotado para várias espécies na identificação do vigor e viabilidade. A adequação da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de nabo forrageiro, espécie que vem se destacando como fonte de óleo para produção de biocombustíveis poderia acelerar o processo de controle de qualidade. Além disso, fornecer subsídios para identificação de sementes remanescentes (mortas e dormentes) nos testes de germinação. Para verificar as condições ideais para a realização do teste de tetrazólio, sementes de nabo forrageiro da cultivar CATI AL-1000 lotes de 2001 e 2006, foram submetidas à embebição entre papel em água por 6 horas. Após corte longitudinal no maior sentido as sementes foram imersas nas concentrações de 0,075%; 0,5% e 1,0% de solução de tetrazólio a 25°C por 3 h, 12 h e 18 horas. A embebição das sementes entre papel por 6 horas, seguida de corte longitudinal é eficiente na avaliação da viabilidade das sementes de nabo forrageiro. Deve-se testar concentrações intermediárias entre 0,075% e 0,5%, visto que, com 0,075% as sementes coloriram fracamente e com 0,5% os resultados do teste foram superestimados.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, pré-condicionamento, semente.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.



## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. Preliminary studied on the use of the tetrazolium test to evaluated the oil radish seeds viability. In: \_\_\_\_\_. **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds**. 2008. p.97-113. Thesis (Doctor degree in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras. <sup>1</sup>

The use of the tetrazolium test is important in the evaluation of the seed lot quality and it has been adopted for vigor and viability identification for several species. The adaptation of the tetrazolium test methodology to fodder radish seeds, a species which is being highlighted as an oil source for biofuel production, can accelerate the quality control process, besides providing information for the identification of the remaining seeds (dead or dormant) in the germination tests. To verify the ideal conditions to carry out the tetrazolium test, lots from 2001 and 2006 fodder radish seeds, cultivar CATI AL-1000, were submitted to imbibition between paper in water for 6 hours. After the longitudinal cut in the longest direction, the seeds were immersed in the tetrazolium solution at the concentrations of 0.075%; 0.5% and 1% at 25° C for 3 h, 12 h and 18 h. The seed imbibition between paper for 6 hours, followed by the longitudinal cut is appropriate to evaluate the fodder radish seed viability. It is still necessary to test intermediate concentrations between 0.075% and 0.5%, since, with 0.075% the seeds stained weakly and with 0.5% the test results were overestimated.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, pre-condition, seed.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O nabo forrageiro é uma planta da família *Brassicaceae*, de cultivo relativamente fácil pela rusticidade natural, tolerância a condições adversas como baixas temperaturas e geadas, além de se desenvolver relativamente bem em solos de baixa fertilidade e ligeiramente ácidos. É uma planta bastante empregada em rotação de cultura e como adubo verde, devido seu alto potencial de reciclagem de nutrientes, além de, suas raízes promovem importante efeito físico no solo, permitindo um preparo biológico e descompactando o mesmo (Crusciol et al., 2005). Seu potencial para extração de óleo ainda é pouco explorado, tanto pela falta de tecnologia para produção de grãos como pela disponibilidade de sementes de qualidade.

Um grande desafio para as instituições de pesquisa e empresas produtoras de sementes tem sido a avaliação da viabilidade de lotes que possibilite a seleção para serem utilizados para semeadura. Para espécies como nabo forrageiro as pesquisas ainda são incipientes nesta área.

O conhecimento da qualidade de um lote de sementes depende da disponibilidade de metodologias precisas, que levem a obtenção de resultados confiáveis (McDonald, 1998). O teste de tetrazólio tem sido utilizado com sucesso nos programas de controle de qualidade de sementes, por ser um método rápido que estima a viabilidade de lotes de sementes (Hampton & Coolbear, 1990).

Além disso, o teste de tetrazólio pode suplementar resultados do teste de germinação de lotes com sementes dormentes e diagnosticar causas de deterioração (Krzyzanowski et al., 1999) em curto período de tempo (Mendonça et al., 2001; Bittencourt, 1995).

A eficiência do teste de tetrazólio em avaliar a viabilidade das sementes depende do desenvolvimento de método adaptado para cada espécie, de modo a definir as condições apropriadas para a hidratação, o preparo, a coloração e a avaliação das sementes.

O teste de tetrazólio baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases nos processos respiratórios dos tecidos. Durante a respiração, ocorre a liberação de íons hidrogênio, com os quais o sal 2,3,5 trifenil cloreto de tetrazólio reage formando uma substância de cor vermelha e insolúvel, denominada de formazan, nos tecidos vivos da semente (Delouche et al., 1976). A velocidade com que o sal de tetrazólio é absorvido pelos tecidos das sementes depende do número de barreiras físicas que este encontra (Pinã Rodrigues & Santos, 1988). Em muitas espécies, o pré-condicionamento das sementes se faz necessário visando a ativação do sistema respiratório e à penetração da solução (Vieira & Von Pinho, 1999).

Além do pré-condicionamento, fatores como a concentração da solução ou mesmo o tempo de coloração na solução podem afetar a eficiência do teste na avaliação da qualidade das sementes. O período necessário para o desenvolvimento da coloração adequada, segundo Krzyzanowski et al. (1999), varia com a espécie, situando entre 30 e 240 minutos.

Algumas pesquisas têm sido feitas tentando ajustar metodologias para o uso do teste de tetrazólio em várias espécies, como abóbora (Barros, 2002; Dias et al., 2001) e abobrinha (Barros, 2005), ou mesmo espécies que apresentam arilo como tomate (Panobianco, 2000); no entanto, a utilização do teste é restrita e a sua aplicação restringe-se, principalmente, às sementes de algumas espécies, como a soja (França Neto et al., 1988, 1998, 1999), o milho (Dias & Barros, 1995), as forrageiras (Carvalho & Toledo, 1976; Dias & Alves, 2001; Novembre et al., 2006) e o feijão (Bhéring et al., 1996; Santos et al. 2007). Para sementes de

nabo forrageiro não existe metodologias do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade dessa espécie.

Objetivou-se com o presente estudo dar subsídios para adequação da metodologia para a realização do teste de tetrazólio em sementes de nabo forrageiro, principalmente visando a diferenciação das sementes viáveis e inviáveis remanescentes no teste de germinação.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

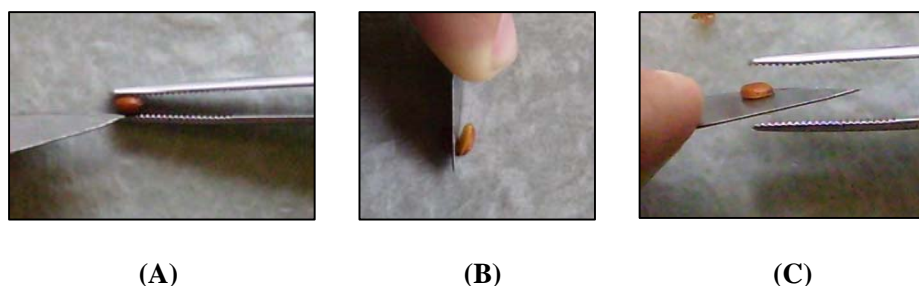
Foram utilizados 2 lotes de sementes de nabo forrageiro cultivar CATI AL-1000, lote 1 da safra de 2001 e lote 2 da safra de 2006 colhidas na região de Varginha, MG.

O **grau de umidade** foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 repetições de 10g de sementes.

Para realização do **teste de germinação**, a semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox* em substrato areia, lavada e autoclavada. A seguir, os *gerboxes* foram transferidos para câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura alternada  $20^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao 3º dia (**primeira contagem**) sendo o teste encerrado ao 7º dia, computando a porcentagem de plântulas normais, anormais infeccionadas, anormais deformadas e sementes mortas. O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protruídas a partir da emissão de 1mm de radícula.

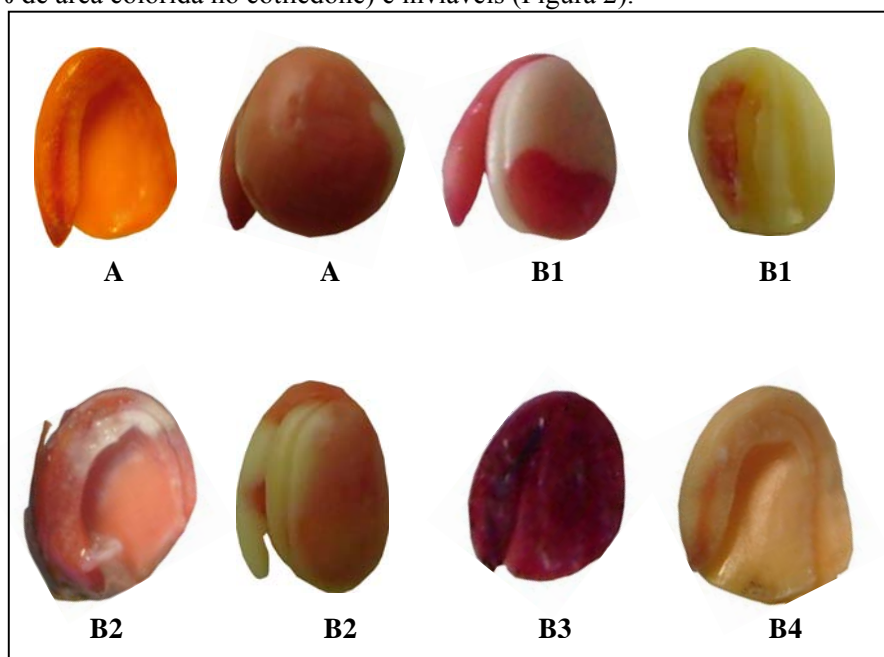
A **emergência** foi realizada em substrato solo e areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, de 4 repetições de 50 sementes, as bandejas foram mantidas à temperatura de 20°C. A partir do início da emergência foram realizadas avaliações diárias, computando-se o **estande inicial** ao 3º dia e o número de plântulas emergidas até a estabilização do estande. O **índice de velocidade de emergência** foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Para o **teste de tetrazólio** foram realizados pré-testes para tempo de pré-condicionamento das sementes entre papéis umedecidos com 2,5 vezes o peso do papel por 6 horas; 12 horas e 24 horas e testando-se também umedecimento da semente intacta, remoção total do tegumento, corte das sementes na região distal ao eixo embrionário e corte longitudinal no maior sentido, sendo que apenas uma metade da semente contendo o eixo embrionário foi utilizada (Figura 1). Após definido o pré-condicionamento de 6 horas com corte longitudinal no maior sentido, as sementes foram totalmente submersas em solução de tetrazólio (pH 6,5) nas concentrações de 0,075%, 0,5% e 1,0% mantidas no escuro à temperatura de 25°C em B.O.D., por 3 horas; 12 horas e 18 horas. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento.



**FIGURA 1** - Visualização do corte longitudinal no maior sentido (A e B) e uma parte (C) da semente de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Após o desenvolvimento da coloração, as metades das sementes foram lavadas em água corrente e deixadas submersas em água até o momento da avaliação. Posteriormente, foram examinadas e, de acordo com a extensão, intensidade dos tons avermelhados, presença de áreas brancas leitosas, aspecto dos tecidos e localização destas colorações em relação às áreas essenciais ao crescimento, as sementes foram classificadas nas categorias de viáveis (com eixo embrionário e com área de translocação eixo-cotilédone intactos e mais de 50% de área colorida no cotilédone) e inviáveis (Figura 2).



**FIGURA 2** - Categorias de sementes encontradas no teste de tetrazólio em lotes de sementes de nabo forrageiro. Categoria A (viáveis) - embrião com coloração rosa ou menos de 50% do embrião descolorido sem atingir o eixo embrionário e tecido com aspecto normal e firme. Categoria B (inviáveis), B1 – mais de 50% dos cotilédones descoloridos; B2 - região do eixo embrionário descolorida; B3 – embrião com coloração vermelho carmim e B4 - embrião completamente descolorido. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3x3 (2 lotes, 3 concentrações de solução de tetrazólio e 3 períodos de embebição no tetrazólio). Os dados foram previamente submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias. Os dados de contagem foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade e transformados em  $\sqrt{X}$ . As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2000).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O grau de umidade dos lotes foi em média de 6% por ocasião da realização do teste, o que indica uniformidade dos lotes em relação a esse fator, que pode interferir no período de pré-condicionamento.

O percentual de germinação, primeira contagem da germinação e índice de velocidade de germinação do lote 2 foi superior ao lote 1 (Tabela 1), sendo neste último observado maior porcentagem de plântulas anormais infeccionadas e sementes mortas.

**TABELA 1** – Resultados de plântulas normais na primeira contagem – PC (%); germinação – G (%); plântulas anormais infeccionadas – AI (%); sementes mortas – M (%) e índice de velocidade de germinação - IVG obtidos de 2 lotes de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Testes				
	PC	G	AI	M	IVG
1	1	28	27	44	6,62
2	37	87	10	3	43,38

Na tabela 2 podem ser visualizados os dados relacionados ao vigor dos lotes, avaliados pelo estande inicial, emergência e índice de velocidade de emergência. Por estes testes também se observa para o lote 2 resultados superiores de vigor em relação ao lote 1.

**TABELA 2** – Resultados de plântulas normais no estande inicial – EI (%); estande final – E (%); índice de velocidade de emergência – IVE e massa seca da parte aérea – MS (mg/ 100 plântulas) no teste de emergência de sementes de nabo forrageiro cultivar CATI AL-1000. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Testes		
	EI	E	IVE
1	0	20	7,74
2	49	75	18,48

Em ensaio prévio do teste de tetrazólio, constatou-se que as sementes umedecidas por 24 horas germinaram durante o pré-condicionamento, já as



sementes pré-condicionadas com 12 horas apresentaram seu tegumento com amolecimento, se desprendendo facilmente e lesionando o eixo embrionário das sementes no momento do corte, sendo que somente o período de 6 horas em água foi o que permitiu o corte das sementes com maior facilidade.

Vale salientar a necessidade do corte longitudinal das sementes no maior sentido antes da imersão na solução de tetrazólio, visto que a presença do tegumento dificultou a penetração da solução, conferindo às sementes coloração desuniforme ou ausência de coloração. Com a remoção total do tegumento as sementes eram danificadas o que mascarava os resultados do teste. Resultados semelhantes verificando a necessidade de retirada do tegumento das sementes da família *Brassicaceae* também foram obtidos por Debeaujon et al. (2000) para sementes de *Arabidopsis*.

Houve interação significativa entre lotes, concentrações e tempos na solução de tetrazólio (Tabela 3). A imersão das sementes na solução de tetrazólio por 3 horas não permitiu a distinção entre os lotes de nabo forrageiro. Já com 12 horas, a distinção entre os lotes foi observada para todas as concentrações. No período de 18 horas foi possível também observar a separação entre lotes, exceto na concentração de 0,5%. Vale ressaltar que com 18 horas as sementes se encontravam com seu eixo embrionário alongado dificultando a observação de possíveis danos no eixo embrionário e não permitindo distinção das sementes por categoria.

Os resultados observados na concentração da solução de 0,075% por 12 horas coincidem com os da germinação (Tabela 1). No entanto, nesta concentração houve dificuldade na distinção das categorias, pois as sementes se coloriram mais fracamente. Neste mesmo período de 12 horas, as concentrações de 0,5% e 1,0% tiveram seus valores superestimados. Na concentração de 1,0% foi observada coloração intensa das sementes dificultando a classificação das sementes.

A concentração de 0,075% também é recomendada para outras sementes oleaginosas como algodão (Santos et al., 1992) e outras como, mangava-brava (Mendonça, 2006), coquinho-azedo (Fernandes et al., 2007) e feijão (Muasya et al., 2002; 2006) além de *Brassica rapa*, *Hordeum vulgare*, *Brassica napus*, *Avena sativa*, *Pastinaca sativa* e *Pisum sativum* (Poulsen et al., 2006).

**TABELA 3** – Porcentagem de sementes viáveis de nabo forrageiro obtidas pelo teste de tetrazólio em função das concentrações da solução (%) e do tempo na solução de tetrazólio (horas). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Concentração (%)	Tempo na solução (horas)		
		3	12	18
1	0,075	2 a C	21 b B	40 b A
2		2 a B	91 a A	90 a A
1	0,5	74 a B	78 b B	86 a A
2		83 a A	92 a A	90 a A
1	1,0	79 a A	74 b A	74 b A
2		80 a A	87 a A	89 a A
CV(%)		7,13		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se, de maneira geral, que o teste de tetrazólio superestima os resultados de viabilidade das sementes, sendo este fato explicado por Centro Agrônômico Tropical de Investigación Y Enseñanza (2000). Segundo este autor, os resultados dos testes de tetrazólio e germinação geralmente coincidem, porém, esses resultados podem apresentar discrepâncias consideráveis, devido a possíveis infestações com patógenos no lote. Dessa forma, nem todas as anormalidades encontradas nas plântulas podem ser observadas nos embriões e, como conseqüência, o teste de tetrazólio pode apresentar resultados maiores.

A escolha da metodologia adequada para o emprego do teste de tetrazólio deve basear-se na facilidade para a diferenciação de tecidos viáveis e inviáveis e na capacidade de diferenciar lotes de qualidades fisiológicas distintas (Oliveira, 2000). Outro fator que deve ser levado em consideração na avaliação da viabilidade de sementes é o tempo de execução do teste, pois, de acordo com Piana et al. (1992) e França Neto et al. (1998), a rapidez na avaliação proporciona vantagens, como a possibilidade de descarte de lotes com qualidade inadequada e prevenir a comercialização de lotes de sementes de baixa qualidade fisiológica. Para sementes de nabo forrageiro, o teste de germinação teve duração de 7 dias, enquanto que os resultados do teste de tetrazólio foram obtidos em apenas um dia.

Para indicação da metodologia ideal do teste de tetrazólio de sementes de nabo forrageiro existe ainda necessidade de refinamento do teste envolvendo maior número de lotes, dado as diferenças em termos de dormência e sanidade, havendo necessidade também de ajuste nas concentrações da solução de tetrazólio.

#### **4 CONCLUSÃO**

A embebição das sementes entre papel por 6 horas, seguida de corte longitudinal é eficiente na avaliação da viabilidade das sementes de nabo forrageiro.

É necessário ainda testar concentrações intermediárias entre 0,075% e 0,5%, visto que, com 0,075% as sementes coloriram fracamente e com 0,5% os resultados do teste foram superestimados.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, D. I. **Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de abóbora e abobrinha**. 2002. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- BARROS, D. I.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M.C. Uso do teste de tetrazólio para avaliação de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.7, n..2, p.165-171, 2005.
- BHÉRING, M. C.; SILVA, R. F.; ALVARENGA, E. M.; DIAS, D. C. F. S.; PENA, M. F. **Avaliação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) pelo teste de tetrazólio**. Viçosa, MG: UFV, 1996. 27 p.
- BITTENCOURT, S. R. M. **Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de amendoim através do teste de tetrazólio**. 1995. 111 f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARVALHO, N. M.; TOLEDO, F. F. Determinação da germinação de sementes de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq) através do uso do tetrazólio. I – Proposição de um método de trabalho. **Científica**, Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 185-190, 1976.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. **Proyecto de Semillas Forestales. Laboratorio para analizar de 2000 a 5000 muestras de semillas**. Turrialba: CATIE/Danida Forest Seed Centre, 2000. 99 p. (Serie Técnica, Manual Técnico, 37).
- CRUSCIOL, C. A. C.; COTTICAR, R. L.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 2, p 161-168, fev. 2005.
- DEBEAUJON, I.; LÉON-KLOOSTERZIEL, K. M.; KOORNNEEF, M. Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Rockville, v. 122, p. 403-413, Feb. 2000.
- DELOUCHE, J.C.; STILL, T. W.; RASPET, M.; LIENHARO, M. **O teste de tetrazólio para a viabilidade da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1976. 103 p.

DIAS, D. C. F. S.; BARROS, D. I.; BHERING, M. C.; ARAÚJO, E. F.; DIAS, L. A. S. Teste de tetrazólio em sementes de abóbora. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.11, n.2, p.124, 2001.

DIAS, M. C. L. L.; ALVES, S. J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hocst. Ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 2, p. 317, set. 2001.

DIAS, M. C. L. L.; BARROS, A. S. R. **Avaliação da qualidade de sementes de milho**. Londrina: IAPAR. 1995. 43 p. (Circular Técnica, 88).

FERNANDES, R. C.; MAGALHÃES, H. M.; LOPES, P. S. N.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERNANDES, R. C.; GOMES, J. A. O.; PAULINO, M. A. O.; CARNEIRO, P. A. P. Elaboração da metodologia de aplicação do teste de tetrazólio para avaliação da viabilidade das sementes de coquinho-azedo *Butia capitata* (Mart) Becc. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, out. 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. p. 8.5-1 - 8.5-28.

FRANÇA NETO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA- CNPSo, 1988. 60 p. (Série Documento, 32).

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1998. 72 p.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. O. Potential versus actual seed performance  $\frac{3}{4}$  can vigour testing provide an answer? **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 18, n. 2, p.215-228, 1990.

KRZYZANOWSKI, F.; VIEIRA, R. D.; FRANCA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

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

McDONALD, M. B. Improving our understanding of vegetable and flower seed quality. **Seed Technology**, Springfield, v. 20, n. 2, p. 121-124, 1998.

MENDONÇA, E. A. F. et al. Teste de tetrazólio em sementes de mangaba-brava (*Lafoensia pacari* St. Hil. – Lythraceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 33-38, 2006.

MENDONÇA, E. A. F.; RAMOS, N. P.; PAULA, R. C. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 64-71, 2001.

MUASYA, R. M.; LOMMEN, W. J. M.; AUMA, E. O.; STRUIK, P. C. Relationship between variation in quality of individual seeds and bulk seed quality in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots. **Journal of Life Science**, Wageningen, v. 54, n. 1, p. 5-16, 2006.

MUASYA, R. M.; LOMMEN, W. J. M.; STRUIK, P. C. Differences in development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops and pod fractions within a crop. I. Seed growth and maturity. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 75, p. 63–78, Mar. 2002.

NOVEMBRE, A. D. L. C.; CHAMMA, H. M. C. P.; GOMES, R. B. R. Viabilidade das sementes de braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 147-151, jun. 2006.

OLIVEIRA, L. M. **Avaliação da qualidade de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) pelos testes de germinação, tetrazólio e raios-X**. 2000. 111 f. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PANOBIANCO, M. **Avaliação do potencial fisiológico de sementes de tomate**. 2000. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PIANA, Z.; TILLMANN, M. A. A.; SILVA, W. R. da. Avaliação da qualidade de sementes através de testes rápidos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 37-46, 1992.

PIÑA RODRIGUES, F. C. M.; SANTOS, N. R. F. Teste de tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988.

POUSELN, G.; HOLTEN, C.; von BOTHMER, R. Identification and revival of low viability seed samples. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht, v. 53, n. 4, p. 675–678, June 2006.

SANTOS, M. A. O.; NOVENBRE, A. D. L. C.; MARCOS FILHO, J. Tetrazolium test to assess viability and vigour of tomato seeds. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 35, n. 1, p. 213-223, 2007.

SANTOS, V. L. M.; BANCI, C. A.; CALIL, A. C.; MENDOZA, R. M.; SILVA, R. F.; SANTOS, C. M. Utilização do teste de tetrazólio na avaliação da germinação e do vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), como um teste complementar ao teste padrão de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 155-159, 1992.

VIEIRA, M. G. G. C. ; PINHO, E. V. R. V. Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de algodão. In: KRZYANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 8, p. 8.1-8.13.

## ARTIGO 5

### BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO

**Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>, João Almir de Oliveira<sup>3</sup>, Verônica Yumi Kataoka<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Profª Drª Associada, Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

<sup>3</sup>Prof. Dr. Depto. Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG.

<sup>4</sup>MSc. Estatística e Experimentação Agrícola, Doutoranda, Depto. Ciências Exatas, Lavras, MG.

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes



## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. In: \_\_\_\_\_ . **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro** 2008. Cap. 5, p. 114-134. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.<sup>1</sup>

O beneficiamento de sementes é uma etapa subsequente à produção que visa aprimorar a qualidade de lotes, tornando-os aptos para a comercialização. Para espécies cujas sementes contêm diferenças no peso específico em virtude da desuniformidade de maturação ou muito susceptíveis a danos mecânicos como o nabo forrageiro, é fundamental o conhecimento dos efeitos do beneficiamento no potencial fisiológico dos lotes. Dois lotes da cultivar CATI AL-1000, safra 2006, foram submetidos à classificação, pela máquina de ar e peneira e mesa de gravidade (descarga superior, intermediária superior, intermediária inferior e inferior) e avaliados em relação a seus aspectos físicos e fisiológicos. Foram realizadas as determinações e testes, como grau de umidade, pureza, o peso de mil sementes, germinação, primeira contagem da germinação, índice de velocidade de germinação, estande inicial, emergência, índice de velocidade de emergência, massa seca da parte aérea de plântulas e sanidade. O beneficiamento em máquina de ar e peneiras e em mesa de gravidade na descarga superior contribuiu para o aprimoramento da qualidade física e fisiológica das sementes de nabo forrageiro, com incrementos médios de até 25% na pureza e 9% na germinação e na emergência, quando se comparam os resultados com a testemunha não beneficiada.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, semente, classificação.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. Oil radish seeds processing. In: \_\_\_\_\_. **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds**. 2008. p.114-134 Thesis (Doctor degree in Crop Science) – Federal university of Lavras, Lavras.<sup>1</sup>

The seed processing is a subsequent step for production which aims to improve lot quality, making them appropriate for commercialization. For species whose seeds have differences in the specific weight due to non-uniform maturation or are very susceptible to mechanical damage as is the fodder radish, the understanding of the processing effects on the physiological potential of the lots is fundamental. Two lots of the cultivar CATI A1-1000, 2006 harvest, were submitted to classification by the air screen separator and gravity table (high, intermediate high, intermediate low and low discharge) and their physiological and physical aspects evaluated. Tests and determinations were carried out, such as moisture content, purity, weight per thousand seeds, germination, first germination count, germination speed index, initial stand, emergence, emergence speed index, dry matter of seedling aerial part and health quality. Air screen separator and gravity table (at high discharge) processing contributes to the improvement of fodder radish seed physical and physiological quality, with an average increase of up to 25% in purity and 9% in germination and emergence, according to the comparison of the results with non-processed seeds.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, seed, classification.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O beneficiamento de sementes é componente fundamental em qualquer programa organizado de produção de sementes e tem como objetivo beneficiar, favorecer e aprimorar a qualidade das sementes, dando-lhes condições de serem utilizadas pelos produtores (Linares, 1999), e de atenderem os padrões mínimos de comercialização que estão pré-estabelecidos pelas normas legais vigentes (Peske & Baudet, 2003). De forma mais detalhada, o beneficiamento refere-se ao conjunto de operações, realizadas após a colheita, voltadas à máxima remoção das impurezas com a mínima perda de sementes, à retirada de sementes depreciadoras da qualidade e a classificação das sementes, buscando a máxima capacidade operacional (Gregg, 1983).

Após a colheita, normalmente, a semente advinda do campo está acompanhada de materiais indesejáveis, como sementes de má qualidade, deformadas, danificadas, infectadas por patógenos (Bicca et al., 1998) ou sementes de outras espécies, além de palhas, torrões, impurezas, que podem afetar a qualidade fisiológica dos lotes. Todos esses materiais indesejáveis que acompanham a semente até a unidade de beneficiamento precisam ser removidos em uma etapa subsequente (Oliveira & Krzyzanowski, 1997).

As máquinas utilizadas no beneficiamento de sementes realizam as separações com base em diferenças físicas entre os componentes do lote, como tamanho, peso específico, forma, cor e textura (Oliveira & Krzyzanowski, 1997), e, para que as operações sejam realizadas de maneira eficaz, é necessário o uso de um ou mais equipamentos especializados que permitam a remoção de materiais indesejáveis, promovendo um efetivo aprimoramento da qualidade dos lotes em termos de germinação e vigor (Martins et al., 2005).

A máquina de ar e neneira realiza a limpeza mediante três princípios: por

removem o material graúdo e peneiras inferiores que removem material miúdo. A mesma máquina pode ser empregada na limpeza de sementes de quase todas as culturas, mediante a substituição das peneiras dotadas de perfurações do tamanho necessário para cada cultura, bem como da regulação da corrente de ar (Welch, 1974).

Após a utilização da máquina de ar e peneiras utiliza-se a mesa densimétrica ou gravitacional que classifica por peso específico, separando as sementes leves, imaturas, deterioradas, atacadas por insetos, das sementes inteiras e bem formadas, portanto, de alta qualidade (Linares, 1999). Além disso, em inúmeros trabalhos já se verificou que a separação das sementes por tamanho e densidade ou peso específico é vantajosa para o aprimoramento da qualidade de diversas espécies.

Clarke (1985) encontrou uma variação acima de 50% em densidade das sementes de repolho quando comparadas às frações pesada e leve da descarga da mesa, porém a diferença em densidade comparando as mesmas frações foi menor que 3% para sementes de alface. Buitrago et al. (1991) observaram, para sementes de feijão que o uso exclusivo da máquina de ar e peneiras não melhorou a qualidade do lote de sementes, mas associado a mesa gravitacional houve eficiência na separação e distribuição de porções de qualidade superior. Observações semelhantes foram também feitas por Mertz et al. (2007) para sementes de feijão. Trabalhando com sementes de milho, Baudet & Misra (1991) e Fessel et al. (2003) verificaram que a mesa gravitacional foi eficiente para separar o lote em frações com qualidade distinta, sendo as sementes coletadas na descarga superior com melhor qualidade física e fisiológica, em comparações com as demais frações.

Alexandre & Silva (2001) avaliaram a eficiência da mesa gravitacional no beneficiamento de sementes de ervilhaca-comum, *Vicia sativa* L., e verificaram que a separação das sementes, segundo a massa volumétrica e

densidade, proporcionaram alterações favoráveis ao lote, cujas sementes de maior densidade apresentaram qualidade fisiológica superior. Também para sementes de soja (Deschamps, 2005) e ervilha (Nascimento et al., 1994) a mesa gravitacional foi eficiente para separar as frações de sementes de acordo com a qualidade fisiológica.

Na maioria das pesquisas realizadas observa-se que há concordância quanto à necessidade de remoção das sementes de menor densidade do lote, pois a pequena quantidade de substâncias de reserva pode proporcionar um lento desenvolvimento às plântulas (Giomo et al., 2004). Stanton (1984) já havia observado este fato para sementes de nabiça, *Raphanus raphanistrum*, em que, plântulas oriundas de sementes de maior peso ( $> 6\text{mg}$ ) se desenvolveram mais rapidamente e produziram mais flores em relação às sementes de menor peso ( $< 4\text{mg}$ ).

Diante da escassez de informações sobre o beneficiamento de sementes de nabo forrageiro, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e fisiológica de lotes de sementes da cultivar CATI AL-1000 obtidas nas diferentes etapas do beneficiamento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

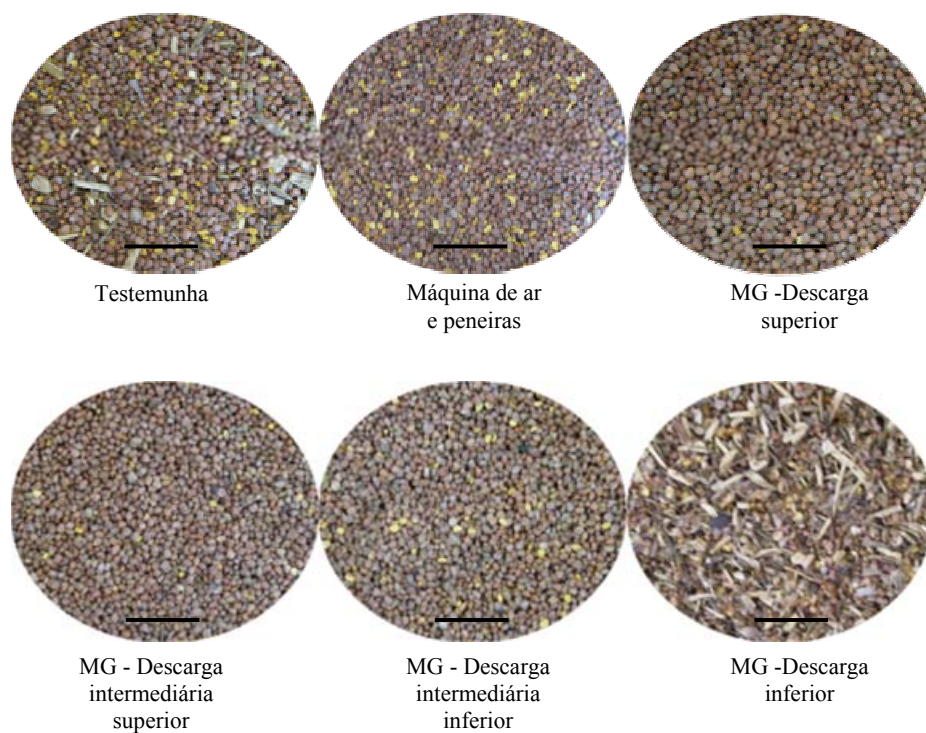
Foram utilizados dois lotes de sementes comerciais de nabo forrageiro da cultivar CATI AL-1000, ambos da safra de 2006 colhidas na região de Varginha, MG.

O **grau de umidade** das sementes foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 repetições de 10g de sementes.

As sementes de nabo forrageiro foram selecionadas em máquina de ar e peneiras (MAP) Vence Tudo<sup>®</sup> modelo CA-25, utilizando as peneiras 3,0-2,0mm; 1,1/1,0 x 13mm e 1,8-2,0mm (Nascimento et al., 2007) visando à remoção de sementes miúdas e materiais leves, e em seguida, conduzidas para mesa de gravidade Oliver<sup>®</sup> de formato retangular regulada segundo critérios estabelecidos por Gregg & Fagundes (1975). As seções de descarga foram ajustadas de maneira a permitir maior concentração de materiais indesejáveis na descarga inferior. Após a estabilização do funcionamento dos equipamentos coletaram-se amostras de aproximadamente 5kg de sementes em cada etapa do beneficiamento, na máquina de ar e peneiras e nas descargas da mesa de gravidade (descarga superior, intermediária superior, intermediária inferior e inferior), para comparação com as sementes não beneficiadas do lote original (testemunha) (Figura 1).

As amostras foram reduzidas em divisor tipo solo para obtenção da amostra de trabalho e realização da análise de **pureza** em 30g de sementes, determinando-se a porcentagem de sementes puras, material inerte (g/peso) e outras sementes (número/peso) (Brasil, 1992).

O **peso de mil sementes** foi determinado segundo metodologia descrita por Brasil (1992), em que, oito repetições de 100 sementes foram pesadas em balança analítica e calculado o desvio padrão e o coeficiente de variação, sendo os resultados expressos em gramas.



**Figura 1** – Aspectos do lote 1 de sementes de nabo forrageiro obtidas durante as etapas do beneficiamento em máquina de ar e peneiras e mesa de gravidade (MG) nas diferentes descargas. UFLA, Lavras, MG. 2008. Barra = 1,0 cm.

Para realização do **teste de germinação**, a semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox* em substrato areia. A seguir, as sementes foram transferidas para câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura alternada 20°C-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao 3º dia (**primeira contagem**) sendo o teste encerrado ao 7º dia, computando a

porcentagem de plântulas normais. O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protruídas a partir da emissão de 1mm de radícula.

A **emergência** foi realizada em substrato solo e areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, de 4 repetições de 50 sementes, as bandejas foram mantidas à temperatura de 20°C. A partir do início da emergência foram realizadas avaliações diárias, computando-se o **estande inicial** ao 3º dia e o número de plântulas emergidas até a estabilização do estande. O **índice de velocidade de emergência** foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

A **massa seca de parte aérea de plântulas** foi determinada utilizando as plântulas normais provenientes do teste de emergência. As plântulas foram cortadas rente ao solo, postas em sacos de papel, em estufa com circulação forçada de ar a 60°C até peso constante, após o que as plântulas foram pesadas em balança de precisão de 0,001g e o valor obtido dividido pelo número de sementes utilizadas, obtendo os dados em mg/ número de sementes em cada repetição.

Foi realizado o teste de **sanidade** das sementes de nabo forrageiro pelo método do papel de filtro ou *blotter test* modificado, com o uso de 2,4-D e congelamento, utilizando-se 200 sementes, divididas em 8 repetições de 25 sementes dispostas em placas de Petri sobre três folhas de papel de filtro embebidas com água destilada, 2,4-D e ágar. As placas foram mantidas a temperatura de -8°C por 1 dia e depois para incubação em câmara tipo B.O.D. a 22°C-25°C, com fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias. Foi avaliada a presença de fungos nas sementes, com auxílio de lupa e microscópico estereoscópico.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x6 (2 lotes e 6 tratamentos). Os dados foram previamente submetidos



aos testes de normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias. Os dados de contagem foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-knott, Tukey e t student a 5% de probabilidade e transformados em  $\arcsen \sqrt{x/100}$ . As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 1990), sendo que para a confecção dos gráficos em box-plot foi utilizado o programa R versão 2.6.0

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grau de umidade das sementes de nabo forrageiro foi de 8% para ambos os lotes por ocasião da realização dos testes de avaliação da qualidade após beneficiamento e secagem.

Na avaliação dos dados referentes a sementes puras e peso de mil sementes, observou-se que a pureza variou de 99,7% a 65,4% para o lote 1 e de 98,4% a 70,5% para o lote 2 (tabela 1). De acordo com a Instrução Normativa (IN) n° 40, o padrão mínimo de pureza para comercialização de sementes do gênero *raphanus* era de 95%, para safra de 2007/08, no entanto, este valor para safra de 2008/09 será de 98% de acordo com a in n° 30. Dessa forma, o beneficiamento possibilitou o alcance do padrão de comercialização, no entanto, a resposta dos dois lotes ao beneficiamento foi diferenciada. As sementes de nabo forrageiro do lote 1 beneficiadas na máquina de ar e peneiras e classificadas na descarga superior e descarga intermediária superior atingiram o padrão de comercialização. Para as sementes do lote 2 apenas as classificadas na descarga intermediária superior atingiram o padrão mínimo exigido por lei. Estes resultados reafirmam a necessidade de beneficiamento das sementes de

nabo forrageiro, visto que, houve acréscimo de até 25,2 pontos percentuais na pureza do lote (lote 2) quando estas foram beneficiadas na máquina de ar e peneiras comparando-se com a testemunha e de até 26,8 pontos percentuais para a classificação das sementes da descarga superior e descarga intermediária superior quando comparado com a testemunha.

As impurezas observadas em ambos os lotes eram constituídas de palhas, pedras e outras sementes, sendo encontrado principalmente mistura com sementes de braquiaria, milho, girassol, picão e *Hyptis suaveolens*.

Observa-se pelo peso de mil sementes que sementes mais pesadas, independente do lote, são provenientes da descarga superior, com 2,66 pontos percentuais de incremento no peso para sementes do lote 1 e 1,46 pontos percentuais para as do lote 2, em relação a testemunha, o que indica a eficiência da classificação de sementes por peso específico.

**TABELA 1** – Porcentagem de sementes puras – SP e peso de mil sementes - PMS (g) obtidas de lotes de sementes de nabo forrageiro nas diferentes etapas do beneficiamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Tratamentos/Lotes	Testes			
	SP		PMS	
	1	2	1	2
Testemunha	84,4Ab	71,6 Ab	9,86 Bb	10,58 Ac
MAP	99,2 Aa	97,4 Ba	12,52 Aa	12,04 Aa
Descarga Superior	98,7Aa	96,8 Ba	10,70 Ab	11,02 Ab
Descarga Intermediária Superior	99,7 Aa	98,4 Ba	10,38 Ab	11,12 Ab
Descarga Intermediária Inferior	97,3 Aa	96,0 Ba	8,71 Bc	9,95 Ac
Descarga Inferior	65,4Bc	70,5Ab	6,58 Bd	7,95 Ad
CV(%)	2,18		3,42	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

O potencial fisiológico do lote 2 foi superior ao lote 1 em relação a germinação, primeira contagem da germinação, estande inicial, emergência, massa seca da parte aérea de plântulas, índice de velocidade de germinação e emergência de sementes de nabo forrageiro (Tabela 2).

**TABELA 2** – Resultados de plântulas normais no teste de germinação – G (%); primeira contagem – PC (%); estande inicial – EI (%); emergência – E (%), massa seca da parte aérea de plântulas (g) e índice de velocidade de germinação – IVG e emergência - IVE obtidas de lotes de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Lotes	Testes						
	G	PC	EI	E	MS	IVG	IVE
1	43	23	23	57	0,0056	23,12	14,80
2	68	34	37	72	0,0077	23,58	16,67

Quando se analisa o efeito das diferentes etapas do beneficiamento na qualidade das sementes para a primeira contagem da germinação não houve diferença significativa entre tratamentos, o mesmo não foi observado para os demais testes (Tabela 3). Pelos resultados do teste de germinação observa-se acréscimo de 7 pontos percentuais e 9 pontos percentuais para sementes beneficiadas na máquina de ar e peneiras e descarga superior. Além disso, somente os lotes de sementes beneficiados na máquina de ar e peneiras e na descarga superior da mesa de gravidade obtiveram germinação superior a 60%, o que é definido como padrão para espécie do gênero *Raphanus* de acordo com a IN n°30.

Resultados semelhantes de superioridade dos resultados de germinação obtidos após classificação na mesa de gravidade também foram observados para sementes de couve-flor (Gadotti et al., 2006) e cebola (Stradioto Neto et al., 1992).

Com relação aos testes de vigor (Tabela 3) acréscimos superiores na qualidade das sementes foram observados quando se utilizou a máquina de ar e peneiras, sendo que estes acréscimos também foram detectados nas outras etapas do beneficiamento em relação às sementes classificadas nas descargas inferiores. Observa-se ainda, que o efeito do beneficiamento foi maior no vigor das sementes do que na germinação.

Para as sementes coletadas nas descargas intermediárias inferiores e inferiores, resultados inferiores são justificados, pois menor peso específico, freqüentemente se relaciona a menor qualidade do lote de sementes, sendo estas descarregadas na parte baixa da zona de descarga da mesa de gravidade. Este fato também foi verificado por Buitrago et al. (1991) e Fantinatti et al. (2002) para sementes de feijão, Baudet & Misra (1991) para sementes de milho, Krueger et al. (2007) para sementes de arroz, Alexandre & Silva (2001) para sementes de ervilhaca-comum, Nascimento et al. (1994) para sementes de ervilha e Giomo et al. (2004) para sementes de café.

**TABELA 3** – Resultados de plântulas normais no teste de germinação – G (%); estande inicial – EI (%); emergência – E (%) e massa seca da parte aérea de plântulas - MS (g) obtidas nos diferentes etapas do beneficiamento de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Tratamentos	Testes			
	G	EI	E	MS
Testemunha	57 ab	41 a	71 ab	0,0081 a
MAP	66 a	34 a	73 ab	0,0079 a
Descarga superior	64 a	46 a	79 a	0,0080 a
Descarga intermediária superior	55 ab	34 a	71 ab	0,0079 a
Descarga intermediária inferior	50 ab	17 b	61 b	0,0059 a
Descarga inferior	42 b	8 c	34 c	0,0022 b
CV(%)	21,15	32,89	14,55	11,82

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Para o índice de velocidade de germinação, o efeito do beneficiamento foi menor sobre o vigor das sementes, onde foram observadas apenas diferenças entre as sementes da testemunha e as das descargas inferiores (Tabela 4). A inferioridade do lote 1 em relação ao lote 2 foi observada tanto no IVG como no IVE, correlacionando com os resultados obtidos na tabela 2. Observa-se ainda que o beneficiamento é mais eficiente na distinção dos lotes de pior qualidade, separando em três níveis de qualidade o lote 1, tanto para IVG como IVE.

**TABELA 4** – Resultados do índice de velocidade de germinação – IVG e índice de velocidade de emergência – IVE obtidas nas diferentes etapas do beneficiamento dos lotes de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Tratamentos/Lotes	Testes			
	IVG		IVE	
	1	2	1	2
Testemunha	23,12 Aa	23,58 Aa	14,79 Aa	16,67 Aa
MAP	20,08 Bb	23,34 Aa	11,92 Bab	17,44 Aa
Descarga superior	21,38 Bab	23,84 Aa	9,78 Ab	11,39 Ab
Descarga intermediária superior	21,39 Aab	22,31 Aa	12,18 Bab	16,49 Aa
Descarga intermediária inferior	18,49 Bb	23,68 Aa	10,43 Bb	16,27 Aa
Descarga inferior	10,96 Bc	21,67 Aa	3,80 Bc	9,31 Ab
CV(%)	6,53		12,49	

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

Os fungos detectados no teste de sanidade foram *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Penicilium* e *Alternaria alternata* (Tabela 5). Com maior ênfase destaca-se a espécie *Penicilium*, presente em porcentagem superior a 40% em média para os dois lotes. Segundo Lucca-Filho (1995), os danos causados pelas espécies de fungo *Penicillium* são variáveis, como perda da germinação, descoloração das sementes, aquecimento da massa de sementes e produção de toxinas.

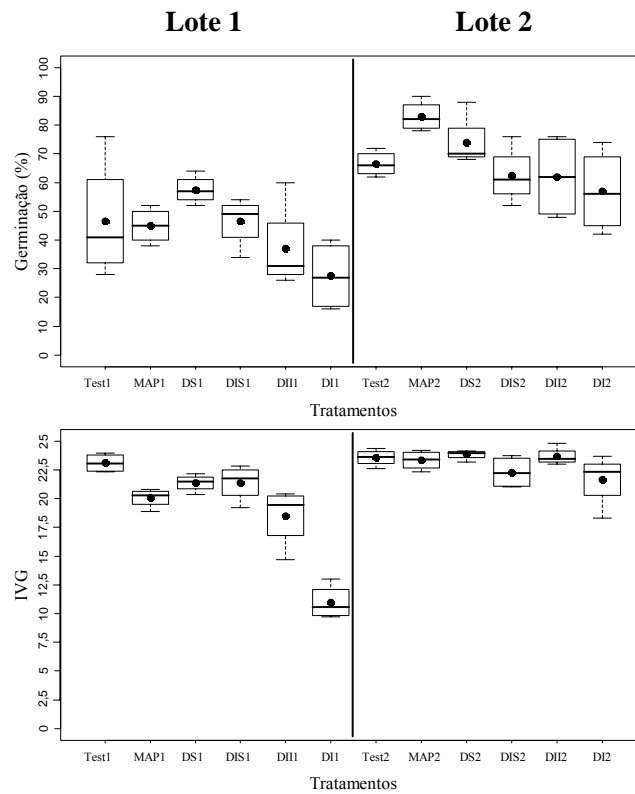
De acordo com as porcentagens dos fungos não foi possível observar que as sementes de menor densidade apresentassem maior incidência desse fungo, como observado em inúmeros trabalhos, como para sementes de feijão Buitrago et al. (1991) e de ervilhaca-comum (Alexandre & Silva, 2001).

**TABELA 5** – Porcentagem de incidência dos fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium*, *Alternaria alternata* obtidas nas diferentes etapas do beneficiamento dos lotes de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Tratamentos/ Lotes	Testes							
	<i>A. flavus</i>		<i>A. niger</i>		<i>Penicillium</i>		<i>A. alternata</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Testemunha	25	4	0	6	77	42	10	15
MAP	19	2	1	4	52	24	5	14
Descarga superior	4	6	6	5	44	27	11	18
Descarga intermediária superior	19	2	0	6	64	50	17	17
Descarga intermediária inferior	18	0	4	2	73	18	9	16
Descarga inferior	54	5	1	1	72	10	11	7

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

Quando se analisam os dados referentes aos testes de germinação e índice de velocidade de germinação a que foram submetidos os lotes de nabo forrageiro pelos gráficos de Box-plot (Figura 2), observa-se que as sementes beneficiadas na máquina de ar e peneiras e classificadas na descarga superior apresentam menor variabilidade do resultado. Essa variabilidade fica mais nítida no lote de qualidade superior em relação ao lote de pior qualidade. Para o lote 1 foi observado presença maior amplitude, isto devido as diferenças de qualidade entre as sementes. Segundo Illipronti (1997) a variação individual da qualidade de sementes de um lote é maior em lotes de baixa qualidade.



**FIGURA 2** – Gráficos de box-plot referentes ao teste de germinação (%) e índice de velocidade de germinação - IVG obtidas nas diferentes etapas do beneficiamento: testemunha (Test), após máquina de ar e peneiras (MAP), descarga superior (DS), descarga intermediária superior (DIS), descarga intermediária inferior (DII) e descarga inferior (DI), em função dos lotes 1 e 2 de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Uma análise geral dos resultados obtidos permite afirmar que para a máquina de ar e peneiras houve incrementos considerados na qualidade física e fisiológica das sementes de nabo forrageiro. A mesa de gravidade permitiu a



separação de sementes com diferentes níveis de vigor, no entanto, este aumento na qualidade fisiológica das sementes variou com o lote.

#### 4 CONCLUSÃO

O beneficiamento em máquina de ar e peneiras e em mesa de gravidade na descarga superior contribui para o aprimoramento da qualidade física e fisiológica das sementes de nabo forrageiro, com incrementos médios de até 25% na pureza e 9% na germinação e na emergência, quando se comparam os resultados com a testemunha não beneficiada.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, A. D.; SILVA, W. R. Mesa Gravitacional e qualidade física de sementes de ervilhaca-comum (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n. 1, p. 167-174, 2001.

BAUDET, L.; MISRA, M. Atributos de qualidade de sementes de milho beneficiadas em mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 101-104, 1991.

BICCA, F. M.; BAUDET, L.; JAIMEZIMMER, G. Separação de sementes manchadas de lotes de sementes de arroz, utilizando a mesa de gravidade e sua influência na qualidade sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 106-111, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365 p.

BUITRAGO, I. C.; VILLELE, F. A.; TILLMANN, M. A.; SILVA, J. B. Perdas de qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquina de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n. 2, p. 99-104, 1991.

CLARKE, B. Cleaning seeds by fluidization. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 31, n. 3, p. 231-42, 1985.

DESCHAMPS, L. H. **Qualidade das sementes de soja e de repasse beneficiados em mesa de gravidade**. 2005. 46 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade de Pelotas, Pelotas.

FANTINATTI, J. B.; HONÓRIO, S. L.; RAZERA, L. F. Qualidade de sementes de feijão de diversas densidades obtidas na mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 1, p. 24-32, 2002.

FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C.; GALLI, J. A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 25, n. 2, p. 70-76, 2003.

GADOTTI, G. I.; CORREA, C. L.; LUCCA FILHO, O. A.; VILLELA, F. A. Qualidade de sementes de couve brócolis beneficiadas em mesa densimétrica. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 123-127, 2006.

GIOMO, G. S.; RAZERA, L. F.; GALLO, P. B. Beneficiamento e qualidade de sementes de café arábica. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 2, p. 291-297, abr./jun. 2004.

GREGG, B. R. Seed processing in the tropics. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 11, n. 1, p. 19-39, 1983.

GREGG, B. R.; FAGUNDES, S. R. F. **Manual de operações da mesa de gravidade**. Brasília: AGIPLAN, 1975. 78p.

ILLIPRONTI, JUNIOR, R. A. **Variation in quality of individual seeds within a seed lot of soybean (*Glycine Max (L.) Merrill*)**. 1997. 157 p. Thesis (Doctoral ) Wageningen Agricultural University, Wageningen.

KRUEGER, N. A.; BERN, C. J.; MISRA, M. K.; ADAM, K. M. Gravity table sorting of commodity corn. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 23, n. 3, p. 319-325, May 2007.

LINARES, J. B. F. **Qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) de diversas densidades obtidas na mesa gravitacional**. 1999. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LUCCA-FILHO, O. A. **Curso de tecnologia de sementes**. Brasília: ABEAS, 1995. 53 p.

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

MARTINS, G. N.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A. P. Influencia do tipo de fruto, peso específico das sementes e período de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de mamão do grupo formoso. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 12-17, 2005.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; MAIA, M. S.; MENEGHELLO, G. E.; HENRIQUES, A.; MADAIL, R. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijão-miúdo beneficiadas em mesa gravitacional. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 01-08, 2007.

NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A.; ARAUJO, E. F. Beneficiamento de sementes de hortaliças. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN Y TECNOLOGIA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS, 2007, Palmira. **Memorias...** Palmira: Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 2007. 1 CD ROM.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; BOITEUX, L. S. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce submetidas a diferentes processos de colheita, debulha e beneficiamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, p.1211-1214, ago. 1994.

OLIVEIRA, A. de; KRZYZANOWSKI, F. C. **Influência de danos mecânicos ocorridos no beneficiamento sobre a qualidade fisiológica, sanitária e potencial de armazenamento de sementes de soja**. 1997. 90 p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. **Treinamento em beneficiamento de sementes para encarregados de UBS da Coopervale**. Abelardo Luz: Coopervale, 2003. 45p.

SAS INSTITUTE. **SAS/Stastist**: user guide. 4. ed. Cary, 1990.

STANTON, M. L. Developmental and genetic sources of seed weight variation in *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae). **American Journal of Botany**, Columbus, v. 71, n. 8, p. 1090–1098. 1984.

STRADIOTO NETO, J.; GARCIA, A.; MACIEL, V. D.; LUCCA, O. A. Effect of seed physiological and sanitary quality on the performance of onion seedlings. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 575-580, Apr. 1992.

WELCH, G. B. **Beneficiamento de sementes no Brasil**. 2. ed.. Brasília: AGIPLAN, 1974. 205 p.

## **ARTIGO 6**

### **ESTÁDIO DE COLHEITA, QUALIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE SEMENTES DE NABO FORRAGEIRO ARMAZENADAS**

**Marcela Carlota Nery<sup>1</sup>, Maria Laene Moreira de Carvalho<sup>2</sup>, Joelma  
Pereira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MSc. Agronomia/Fitotecnia, Doutoranda, Depto. Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, nery.marcela@gmail.com

<sup>2</sup>Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Associada, Depto Agricultura, Setor de Sementes, UFLA, Lavras, MG, mlaenemc@ufla.br

<sup>3</sup>Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Depto. Ciência dos Alimentos, UFLA, Lavras, MG.

Preparado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Sementes

## RESUMO

NERY, Marcela Carlota. Estádio de colheita, qualidade e composição química de sementes de nabo forrageiro armazenadas. In: \_\_\_\_ **Colheita, beneficiamento e controle de qualidade de sementes de nabo forrageiro**. 2008. Cap. 6, p. 135-176 Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. <sup>1</sup>

A maturação das siliquis de nabo forrageiro ocorre de maneira desuniforme o que dificulta a definição do momento ideal de colheita para produção de sementes de qualidade superior. Além disso, o alto conteúdo lipídico da semente pode dificultar sua conservação. Para avaliar o efeito do estágio de maturação na colheita sobre a qualidade fisiológica e a composição química de sementes de nabo forrageiro armazenadas sob diferentes condições, as siliquis foram colhidas em três estádios de maturação identificados pelas três colorações, verde, bege e marrom. As plantas foram produzidas em campo experimental da Universidade Federal de Lavras no período de maio a outubro de 2007. Após processamento, as sementes provenientes dos diferentes estádio de colheita das siliquis foram armazenadas em condições ambientais e câmara fria e seca (10°C e 46% de UR) e avaliadas a sua qualidade fisiológica, sanitária e composição química antes de armazenadas e aos 3, 6 e 9 meses de armazenamento. A cor das siliquis não é indicativo ideal para definição do momento de colheita das sementes de nabo forrageiro pela variação de maturidade e qualidade fisiológica das sementes dentro das siliquis. O armazenamento das sementes de nabo forrageiro em câmara fria favorece a emergência. Não foram observadas alterações consistentes na composição centesimal em siliquis de nabo forrageiro colhidas em diferentes estádios de maturação relacionados à sua alteração de cor.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, armazenamento, maturação.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Dr<sup>a</sup>. Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Orientador); Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## ABSTRACT

NERY, Marcela Carlota. Harvesting stage, quality and chemical composition of stored oil radish seeds. In: \_\_\_ **Harvesting, processing and quality control of oil radish seeds**. 2008. Chap. 6, p. 135-176 Thesis (Doctor degree in Crop Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras <sup>1</sup>

The fodder radish siliques maturation occurs in a non-uniform way, which makes it difficult to define the ideal harvesting time in order to produce high quality seeds. In addition, the seed's high lipid content may interfere with its conservation. To investigate the effect of the maturation stage at harvest on the physiological quality and chemical composition of the fodder radish seeds stored under different conditions, the siliques were harvested at three stages, according to their green, beige and brown color. The plants were grown in the experimental field of the Federal University of Lavras between May and October of 2007. After processing, the seeds from different silique harvesting stages were stored at room temperature and in a cold chamber under dry conditions (10° C and 46% RH) and evaluated as to their physiological and health quality and chemical composition before storage and after 3, 6 and 9 months storage. The silique color is not the ideal indicator to define the fodder radish seed harvesting time due to the variation of the maturity and physiological quality of fodder radish seeds within siliques. The fodder radish seed storage in cold chamber favors seedling emergence. There were no consistent changes in the centesimal composition of fodder radish siliques harvested at different stages of maturity related to their color change.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*, storage, maturation.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA (Adviser), Dr. Renato Mendes Guimarães; Dr. Antonio Carlos Fraga; Dr<sup>a</sup>. Joelma Pereira – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

Quando as sementes atingem o máximo potencial fisiológico por ocasião da maturidade, inicia-se o processo de deterioração, caracterizado pela queda progressiva e irreversível da germinação e vigor (Delouche & Baskin, 1973). Assim, para que um lote de sementes apresente o desempenho desejado é necessário que a colheita seja realizada o mais próximo possível da maturidade fisiológica.

A determinação da maturidade fisiológica das sementes baseada nas características das plantas é dificultada para a cultura do nabo forrageiro porque como para a maioria das espécies da família *Brassicaceae*, as inflorescências originam frutos denominados síliquas, que amadurecem na mesma seqüência de abertura das flores, de maneira que ocorre uma desuniformidade da época de maturação das síliquas por ocasião da colheita. Assim, torna-se difícil a decisão quanto ao momento ideal para a colheita, visando assegurar máxima produtividade e qualidade das sementes (Maluf & Corte, 1990).

A colheita no momento inadequado pode proporcionar grande número de sementes imaturas, mal formadas e chochas, resultando em diminuição de rendimento e baixo vigor das sementes (Bittencourt et al., 1991). Quando realizada prematura ou tardiamente, pode acarretar perda de vagens, assim como o início de deterioração (Reusche, 1987).

Em muitos estudos os pesquisadores têm considerado que as mudanças na coloração das vagens ou síliquas podem ser um indicativo da maturação das sementes, como observado para canola (Elias & Copeland, 2001) e para soja (Gibkpi & Crookston, 1981).

Geralmente, a colheita de sementes de repolho é realizada à medida que as síliquas adquirem a coloração amarelo pálido (Silva Júnior, 1987), e as sementes totalmente desenvolvidas apresentam cor creme clara (Pessoa et al.,



1995) ou em uma fase de transição entre as cores verde e marrom (Silva & Silva, 1983). Já Maluf & Corte (1990) recomendam a colheita quando as sementes adquirem coloração marrom-escura ou negra. Torna-se, então, necessária para o repolho a realização de colheitas parceladas, à medida que as siliquis vão atingindo o estágio ideal, uma vez que a maturação das siliquis ocorre de maneira desuniforme (Freitas et al., 2007).

A canola apresenta maturação desuniforme (Sims, 1979) e deiscência dos frutos (siliquis) (Borba et al., 1982). Portanto, a colheita das sementes de canola deve-se iniciar quando 30% das sementes perdem a coloração verde e passam para marrom, sendo, a melhor época aquela quando 70% das sementes apresentam a coloração preta (Thomas et al., 1991). Bragachini et al. (1992) relataram que a colheita de sementes de canola deve estar relacionada não somente a cor das sementes, mas também ao grau de umidade, recomendando que a colheita deva ser realizada com as sementes com as cores castanho escuro a negra e com 9% a 15% de umidade.

De forma simultânea, com a maturação das sementes ocorre à degradação da clorofila, como observado para *Brassica napus* e *B. rapa* (Jalink et al., 1998), a síntese de açúcares solúveis e modificações nas proteínas solúveis da semente (Ward et al., 1995), além de aumento no seu conteúdo de óleo e mudanças na composição de ácidos graxos (Berthi & Johnson, 2008; Lehner et al., 2006). Essas alterações nas taxas dos diferentes componentes químicos já foi relatado para espécies oleaginosas como sementes de *Cuphea* (Kaliangile & Grabe, 1988), canola (Rahamatalla et al., 2001), girassol e cártamo (Wiberg et al., 1997). Além disso, pode ocorrer também aumento da atividade de enzimas associada à síntese de óleo, como observado para sementes de *B. napus* (Sangwan et al., 1992) e para sementes de mamona (Botha & Dennis, 1986).

Após a maturação e o processo de colheita, com o desligamento da semente da planta-mãe, dá-se início o processo de deterioração que pode ser

mais rápido ou lento, dependendo das condições de armazenamento das sementes (Sanhewe & Ellis, 1996). A capacidade de armazenamento e o vigor das sementes aumentam com o processo de desenvolvimento e maturação, fato já observado para sementes de girassol (Bailly et al., 2004; Lehner et al. 2006).

O armazenamento de sementes oleaginosas necessita de atenção especial, pelo fato destas sementes terem forte tendência à rancidez, principalmente pela ação das enzimas lípases, produtoras de ácidos graxos livres. Os ácidos graxos de cadeias insaturadas são facilmente oxidados a hidroperóxidos, que, em reações posteriores, se transformam em uma grande variedade de compostos de baixo peso molecular (Gutkoski & El-Dash, 1999; Rupollo et al., 2004).

Sabe-se ainda, que as sementes amiláceas são menos propensas à deterioração do que as oleaginosas devido a menor estabilidade química dos lípidios em relação ao amido (Braccini et al., 2001).

O potencial de armazenamento das sementes varia entre cultivares, sendo influenciado por variações climáticas, como temperatura, precipitação e umidade relativa. Este fato gera dificuldades para exploração comercial, cultivo e conservação da espécie. Diferenças no comportamento das sementes durante o armazenamento são frequentemente associados com aspectos morfológicos, fisiológicos, composição química das sementes (Kumar et al., 2007) e com o estágio de maturação das mesmas (Rossetto e Nakagawa, 2000).

Segundo Maeda et al. (1987), a preservação da qualidade inicial de uma semente durante a armazenagem, pode ser conseqüência do melhoramento genético do material, conduzido para adquirir tolerância às condições ambientais adversas de armazenamento ou da utilização de instalações com controle adequado da temperatura e da umidade relativa do ar ambiente (Macedo et al., 1998). Diversos autores relatam que o teor de água inicial e a temperatura de conservação são fatores determinantes para garantir a qualidade fisiológica da

semente durante o período de armazenamento, uma vez que atuam em diferentes processos metabólicos que podem ocorrer na semente (Carvalho & Nakagawa, 2000).

De acordo com Pedrosa et al. (1999), as condições ideais para a conservação das sementes são aquelas em que as suas atividades metabólicas são reduzidas ao mínimo, mantendo-se baixas a umidade relativa e temperatura no ambiente de armazenamento. Dessa forma, a armazenagem adequada das sementes evita perdas tanto no aspecto qualitativo como quantitativo (Azeredo et al., 2005). As sementes ricas em lipídios têm grau de umidade inferior àquelas ricas em amido, sob a mesma umidade relativa do ar e temperatura. Isso ocorre porque os lipídios são hidrófobos, não apresentando afinidade com a água (Marcos Filho, 2005).

As sementes da família *Brassicaceae* são armazenadas por um longo período a baixas temperaturas e com baixo conteúdo de umidade (Gómez-Campo, 1990). Estudos realizados por Ellis et al. (1993) confirmaram que o armazenamento das sementes de brássicas sob estas condições é satisfatório. Sementes de mamona destinadas ao armazenamento devem apresentar grau de umidade entre 8% e 10% (Gonçalves et al., 1981).

Resultados satisfatórios de armazenamento para diferentes crucíferas, armazenadas a 10°C com 3% de grau de umidade, foram obtidos por Ellis et al. (1993), Ramiro et al. (1995) e Perez-García et al. (1996). Estes autores relataram que sob estas condições a viabilidade das sementes foi mantida por um longo período (Maselli et al., 1999).

Delouche & Baskin (1973) sugerem uma seqüência de mudanças que ocorrem durante a deterioração das sementes, a qual se inicia com a degradação de membranas, passando por etapas que resultam na redução do potencial de armazenamento, no decréscimo da velocidade de germinação e na emergência de plântulas, aumento da ocorrência de plântulas anormais, sendo que neste

processo a perda da germinação é o último acontecimento que precede a morte das sementes. Portanto, um indicativo importante da redução da qualidade de um lote de sementes é a queda do seu potencial de viabilidade, sendo que a velocidade de deterioração é influenciada, dentre outros fatores, pela taxa de crescimento de patógenos desenvolvidos (Dhingra, 1985), pela ocorrência e localização de danos físicos, condição fisiológica inicial, características genéticas da semente, condições de armazenamento e composição química das sementes.

O estudo da composição química é do interesse prático da tecnologia de sementes, porque tanto o vigor quanto o potencial de armazenamento de sementes são influenciados pelo teor dos compostos presentes (Corte et al., 2006). As sementes são constituídas de substâncias estruturais, como os oligo e polissacarídeos das paredes celulares, e de substâncias de reserva, como carboidratos, lipídeos e proteínas (Begnami, 1998). Os dois primeiros servem como fonte de energia e carbono para a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, enquanto as proteínas têm como função armazenar principalmente nitrogênio e enxofre, essenciais para a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e compostos secundários na plântula em crescimento (Ferreira & Borghetti, 2004).

Os lipídeos não são acumulados nas sementes sob a forma de ácidos graxos livres, mas sob a forma de triglicerídeos. Quando sementes oleaginosas com alto conteúdo de lipídios estão se desenvolvendo, há um gradual acúmulo de triglicerídeos com concomitante síntese de fosfolipídeos e glicolipídeos, sendo que na etapa final do desenvolvimento das sementes o componente que predomina nas sementes são os triglicerídeos (Kigel & Galili, 1995).

As principais alterações em lipídios durante a deterioração são atribuídas às hidrólises enzimáticas, à peroxidação e à autoxidação (Braccini et al., 2001). Para Pukacka (1991), as alterações químicas nos ácidos graxos insaturados

resultantes da peroxidação de lipídeos afetam as propriedades estruturais e funcionais das membranas, aumentando sua permeabilidade. Corbineau et al. (2002), estudando causas da baixa viabilidade de sementes de girassol, relataram que a perda da viabilidade está diretamente associada à produção de compostos carbonílicos, sugerindo a baixa integridade das membranas devido a peroxidação de lipídeos. Em outras pesquisas, têm-se evidenciado a participação da peroxidação de lipídeos na deterioração de sementes oleaginosas como algodão (Goel et al., 2003), soja (Stewart & Bewley, 1980) e amendoim (Zacheo et al., 2000). De acordo com Sung & Chiu (1995), a causa exata da perda da viabilidade das sementes oleaginosas não é conhecida. Assim, além da peroxidação de lipídeos, outras alterações bioquímicas e fisiológicas podem estar envolvidas na redução de sua germinabilidade.

O conhecimento do processo de maturação das sementes bem como das principais alterações fisiológicas e composição química das sementes durante o armazenamento se constituem em importante suporte para que sejam alcançados elevados padrões de qualidade na produção e conservação de sementes de nabo forrageiro.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito do estágio de maturação na colheita sobre a qualidade fisiológica e a composição química de sementes de nabo forrageiro armazenadas sob diferentes condições.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O campo de produção de sementes de nabo forrageiro foi conduzido no período de maio a outubro de 2007 no campo experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, com altitude, segundo Brasil

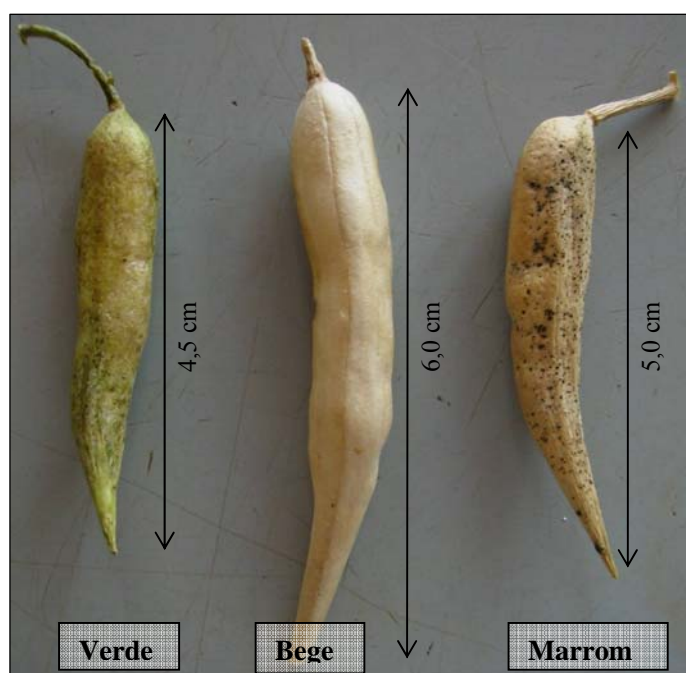
(1992b), de 919 metros, latitude de 21°14' S e longitude de 45°00' W GRW. De acordo com a classificação de Köppen (Ometo, 1981), o clima da região é de transição entre Cwb e Cwa, ou seja, com duas estações bem definidas: uma fria e seca, de abril a setembro e uma quente e úmida, de outubro a março. O solo é classificado como Latossolo Distroférico típico (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999), textura argilosa, fase cerrado, cujas características químicas são apresentadas na Tabela 1A (anexo).

A adubação de semeadura da área experimental foi realizada de acordo com a análise de solo e as interpretações de acordo com Ribeiro et al. (1999). Provenientes da recomendação foram utilizadas como adubação de plantio 300 kg.ha<sup>-1</sup> da fórmula N-P-K 08-28-16, não tendo sido necessárias correções de solo.

A semeadura do nabo forrageiro cultivar CATI AL-1000 obtidas de produtores de Varginha, MG, foi realizada manualmente em campo experimental com área de 540m<sup>2</sup> (18m x 30m), utilizando espaçamento de 60 cm entre linhas. O ensaio foi instalado em 12 de maio de 2007, com plantio manual. Durante a condução da cultura foram realizados todos os tratamentos culturais e fitossanitários necessários ao bom desenvolvimento das plantas e as plantas daninhas foram controladas com capinas manuais.

Foram coletados dados meteorológicos da região desde a semeadura até a colheita das síliquas (Tabela 2A – em anexo). A colheita foi realizada em 03 de outubro de 2007 quando as plantas de nabo forrageiro continham 70% de suas síliquas de coloração bege. As plantas foram colhidas com o auxílio de roçadeira costal motorizada. As síliquas foram separadas de acordo com a coloração predominante, visualmente, em três estágios de maturação, com coloração verde, bege e marrom (Figura 1), descartando-se aquelas com problemas fitossanitários. As síliquas foram secadas à sombra e as sementes foram retiradas do seu interior por meio do “pisoteio” e a escarificação feita em

peneiras. Em seguida, estas foram beneficiadas em máquina de ar e peneiras, utilizando as peneiras de crivo 1,8mm x  $\frac{3}{4}$  de polegadas. Por ocasião da colheita, foi determinado o grau de umidade das sementes.



**FIGURA 1** – Visualização dos estádios de maturação das síliquas verde, bege e marrom de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

As sementes coletadas nos diferentes estádios de maturação foram armazenadas em saco de papel multifoliado pelo período de nove meses, em condições ambientais e em câmara fria a  $10^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa (UR) de 46%, monitoradas semanalmente. Durante o armazenamento em ambiente a temperatura e a umidade relativa (UR) foram registradas por um

termohigrógrafo. As avaliações da qualidade das sementes de nabo forrageiro foram realizadas a cada três meses pelos testes e determinações a seguir.

O **grau de umidade** das sementes foi determinado pelo método de estufa a  $105\pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas (Brasil, 1992), com 2 repetições de 10g de sementes.

Para realização do **teste de germinação** a semeadura foi realizada em caixas acrílicas do tipo *gerbox* em substrato areia. A seguir, os *gerbox* foram transferidos para câmara do tipo B.O.D. regulada à temperatura alternada  $20^{\circ}\text{C}$ - $30^{\circ}\text{C}$ , com fotoperíodo de 12 horas. Foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais ao 3º dia (**primeira contagem**) sendo o teste encerrado ao 7º dia, computando a porcentagem de plântulas normais. As sementes dormentes, ao final do teste, foram submetidas ao teste de tetrazólio. O **índice de velocidade de germinação** foi calculado segundo a fórmula proposta por Maguire (1962), computando-se o número de sementes protruídas a partir da emissão de 1mm de radícula.

A **emergência** foi realizada em substrato solo e areia na proporção 1:2 em bandejas plásticas. A umidade do substrato foi ajustada para 60% da capacidade de retenção. Após a semeadura, de 4 repetições de 50 sementes, as bandejas foram mantidas à temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . A partir do início da emergência foram realizadas avaliações diárias, computando-se o **estande inicial** ao 3º dia e o número de plântulas emergidas até a estabilização do estande. O **índice de velocidade de emergência** foi determinado segundo fórmula proposta por Maguire (1962).

Para o **teste de envelhecimento acelerado** 200 sementes foram colocadas sobre uma tela metálica acoplada a uma caixa acrílica do tipo *gerbox* contendo 40 ml de água destilada ao fundo. As caixas *gerboxes* foram levadas às câmaras de germinação do tipo B.O.D., à temperatura de  $41^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. Ao término deste período, foi determinada a porcentagem de plântulas normais.



Para o **teste de tetrazólio** as sementes de nabo forrageiro foram embebidas entre papéis umedecidos em água por 6 horas; cortadas no sentido do maior comprimento, sendo que apenas uma metade da semente foi colocada em solução de tetrazólio (pH 6,5) na concentração de 0,5% e mantidos no escuro à temperatura de 25°C em câmara do tipo B.O.D., por 3 horas, quando foram avaliadas de acordo com a viabilidade das sementes. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes para cada tratamento.

Foi realizado o teste de **sanidade** das sementes de nabo forrageiro pelo método do papel de filtro ou *blotter test* modificado, com o uso de 2,4-D e congelamento, utilizando-se 200 sementes, divididas em 8 repetições de 25 sementes dispostas em placas de Petri sobre três folhas de papel de filtro embebidas com água destilada, 2,4-D e ágar. As placas foram mantidas a temperatura de -8°C por 1 dia e depois para incubação em câmara tipo B.O.D. a 22°C-25°C e com fotoperíodo de 12 horas, por 5 dias. Foi avaliada a presença de fungos nas sementes, com auxílio de lupa e microscópico estereoscópico.

Para a determinação da **composição química** das sementes de nabo forrageiro, 60g de sementes foram moídas em moinho da marca Tecnal® modelo TE613/1, refrigerado a 4°C. Foram utilizados três repetições em todas as determinações de composição química. O **grau de umidade** da amostra moída foi obtido pensando-se 10g do material que foi secada em estufa regulada a 105°C ± 3°C por 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem, conforme método Association of Official Analytical Chemists (1990).

Para **extrato etéreo**, pesaram-se 2g de amostra em cartucho de papel de filtro, sendo realizada a extração contínua com refluxo, em presença de éter etílico. Após a completa evaporação e recuperação do solvente, o resíduo foi levado para a estufa a 65°C, por 24 horas, pesados e os resultados expressos em porcentagem (AOAC, 1990).

Na determinação da **proteína bruta (N total)**, as amostras foram digeridas com sulfato de potássio, sulfato de cobre e ácido sulfúrico concentrado, determinando-se o teor de nitrogênio total, pelo método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1990), aplicando-se o fator 6,25 para o cálculo do teor de proteína bruta.

Para **fibra bruta**, o material desengordurado foi digerido em ácido acético, ácido tricloracético e ácido nítrico, e levados para estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 horas, por diferença entre o peso do conjunto e o peso do cadinho vazio foi expresso a quantidade de fibra bruta na amostra (Vande Kamer & Van Ginkel, 1952).

Os **açúcares solúveis totais, redutores e não redutores** foram extraídos pelo método de Lane-Enyon (AOAC, 1990) e determinados pela técnica de Somogy (1945), adaptada anteriormente por Nelson (1944). Para a determinação dos açúcares não redutores, foi realizada a hidrólise ácida da sacarose, acidificando o filtrado com ácido clorídrico concentrado. Posteriormente, as amostras foram neutralizadas em solução saturada de carbonato de sódio e desproteinizadas com solução de hidróxido de bário e solução de sulfato de zinco. A determinação dos açúcares não redutores foi realizada pela diferença entre valor apresentado para açúcares totais e açúcares redutores, convertida para o valor real multiplicado pelo fator 0,95 (Nelson, 1944).

Na determinação de **taninos totais** 2g das amostras foram pesadas em erlenmeyer de 25mL, utilizando-se, como extrator, 50mL de metanol 80% (Goldstein & Wail, 1963). As amostras foram aquecidas em chapa metálica a  $100^\circ\text{C}$  por 15 minutos, sendo os frascos vedados com tampa de refluxo, posteriormente filtrados e quantificados segundo o método Follin-Denis, descrito pela AOAC (1990).

A determinação do **amido** foi realizada segundo metodologia descrita por Somogy (1945), adaptada anteriormente por Nelson (1944). As amostras

foram imersas em solução de NaOH 0,2% (p/v) e de metabissulfito de sódio 200 ppm. As fibras e o amido foram separados por hidrociclone e deixados decantar e o líquido sobrenadante foi descartado. O sedimento foi, a seguir, filtrado através de peneiras de 24 a 100 mesh. As impurezas retidas nas peneiras foram descartadas e o filtrado lavado com água destilada até se obter um sedimento branco. O amido, assim obtido, foi seco em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 40°C.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x4 (3 estádios de colheita, 2 condições de armazenamento e 4 períodos de armazenamento). Os dados foram previamente submetidos aos testes de normalidade dos resíduos e homocedasticidade das variâncias. Os dados de contagem foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Scott-knott, a 5% de probabilidade, para os dados de contagem utilizou-se a transformados em  $\sqrt{x/100}$ . As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR<sup>®</sup> (Ferreira, 2000).

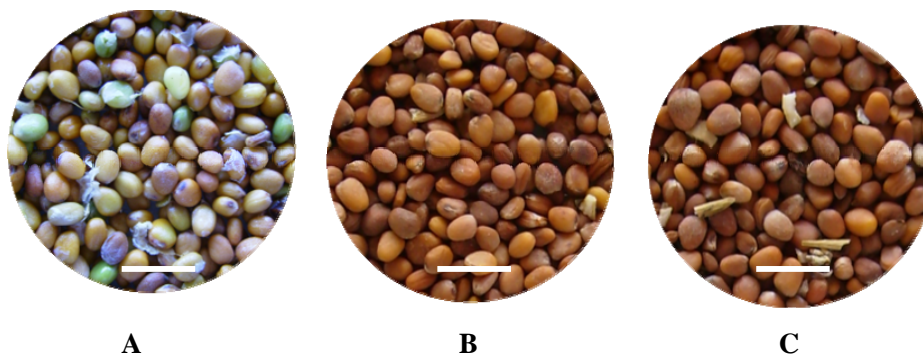
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados climáticos na Tabela 2A (anexo), no período de produção das sementes de nabo forrageiro, a temperatura média da região variou de 17,1°C em julho a 22,7°C em outubro, enquanto que a umidade relativa do ar variou de 51% (maio) a 71% (setembro), coincidindo com o período anual de menor precipitação. A precipitação média anual da região de Lavras, segundo as normas climatológicas (Brasil, 1992a), é de 1.529,7 mm, concentrada nos meses de outubro a abril, sendo o mês de outubro caracterizado por ser mais seco e

mais claro. O florescimento das plantas de nabo forrageiro ocorreu com aproximadamente 90 dias (agosto) após a semeadura.

Essas condições climáticas não foram prejudiciais ao desenvolvimento das sementes de nabo forrageiro, já que é uma espécie resistente à seca e a geada e temperaturas amenas, sendo recomendada para plantio na região Sudeste (Lima et al., 2007). Não foram observadas temperaturas elevadas durante todo o ciclo, o que foi favorável ao desenvolvimento, visto que, altas temperaturas afetam a qualidade do óleo e maturação de sementes oleaginosas como já observado para sementes de girassol (Putt et al., 1969), soja (Adams et al., 1983) e canola (Chen et al., 2005).

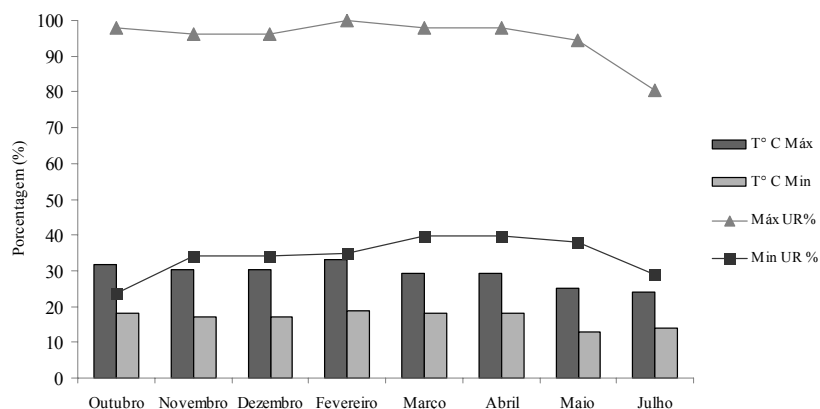
Na colheita das plantas de nabo forrageiro, as siliquis colhidas com coloração verde continham sementes com cor verde ou castanho-claro. Já as siliquis colhidas com coloração bege e marrom originaram sementes com predominância nas cores castanho-claro, castanho-escuro e marrom avermelhado (Figura 2).



**FIGURA 2** – Visualização das sementes de nabo forrageiro obtidas das siliquis nos diferentes estádios de colheita, verde (A), bege (B) e marrom (C). UFLA, Lavras, MG. 2008. Barra = 1,0 cm.

As sementes colhidas das síliquas verdes continham 43% de grau de umidade no momento da colheita, das síliquas bege 11% e das síliquas de cor marrom 9%. Esse decréscimo do grau de umidade das sementes colhidas das síliquas bege e marrom pode ser entendido pelo relatado por sinnecker (2002), em que, segundo este autor, nos estádios finais de maturação ocorre perda de umidade devido à interrupção de translocação de água e matéria orgânica para as sementes, quando a planta, a partir desse ponto, inicia a senescência e perde água por evaporação. Resultados semelhantes de redução do grau de umidade no final do período de maturação associada à alteração da cor da síliqua também foram obtidos para sementes de repolho, em que, uma desidratação a 11% de conteúdo de água foi observada entre as sementes colhidas de vagens verdes a arroxeadas (Freitas et al., 2007).

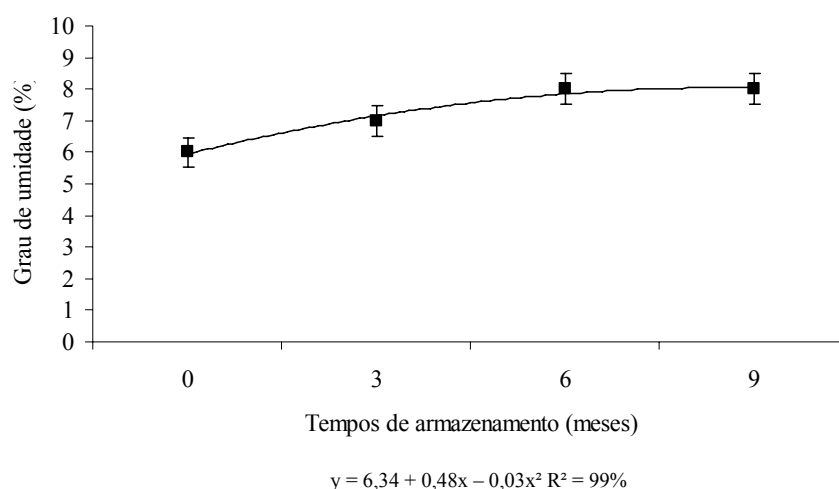
De acordo com os dados registrados no termohigrográfo (Figura 3), no período de armazenamento das sementes de nabo forrageiro em condição ambiente, as temperaturas de máxima e mínima variaram de 33,2°C em fevereiro a 13,0°C em maio, enquanto que as umidades relativas do ar máxima e mínima variaram de 100% (fevereiro) a 24% (outubro). Apesar das diferenças de temperaturas e umidade relativa do ar observada, estas não acarretando em prejuízos à qualidade das sementes de nabo forrageiro.



**FIGURA 3** – Média mensal da temperatura e umidade relativa do ar, máxima e mínima, registrada no decorrer do período de armazenamento de sementes de nabo forrageiro em condição ambiente, de outubro de 2007 a julho de 2008. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Após beneficiadas, as sementes foram armazenadas com 6% de umidade. Independente do estágio de maturação e das condições de armazenamento das sementes de nabo forrageiro o grau de umidade variou ao longo do armazenamento. Foi observado acréscimo no grau de umidade de 6% (testemunha - 0 mês) para 7% aos 3 meses e para 8% aos 6 e 9 meses de armazenamento (Figura 4). Essa variação no grau de umidade das sementes durante o período de armazenamento é comum, pois as sementes tendem ao equilíbrio higroscópico, em função da temperatura e da umidade relativa do ar (Marini et al., 2007). De acordo com Chen (2000), o fator que mais influencia no equilíbrio higroscópico de sementes armazenadas é a composição química, como observado para sementes oleaginosas que entram em equilíbrio com baixos

valores de umidade, a exemplo de canola que é armazenada com 9% (Bragachini et al., 1989) e de mamona que é armazenada com 10% (Brasil, 1993).



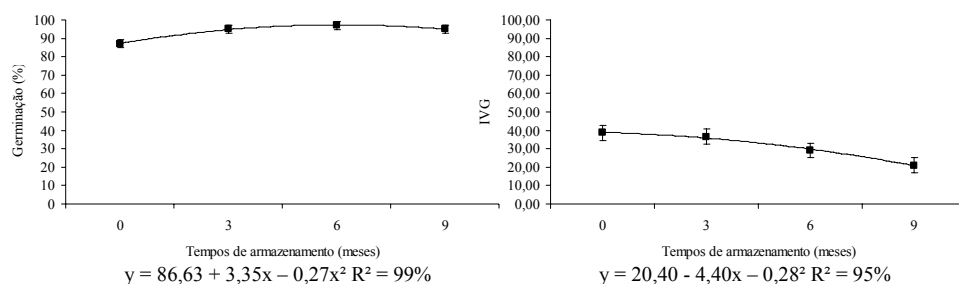
**FIGURA 4** – Graus de umidade (%) das sementes de nabo forrageiro ao longo do armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Como para o grau de umidade, para a germinação e índice de velocidade de germinação das sementes de nabo forrageiro também houve apenas efeito do período de armazenamento (Figura 5). Observou-se acréscimo na germinação de 10% aos 6 meses, variando de 87% ao 0 mês para 97%, seguido de um decréscimo de 3% aos 9 meses (95% de germinação). Apesar dessa variação, a porcentagem de germinação manteve-se dentro do padrão de comercialização, que é de 60% para espécie do gênero *Raphanus* (Instrução Normativa nº 30).

A presença de sementes dormentes durante os períodos de armazenamento foi inferior a 5% (dados não apresentados), sendo que com 6 e 9

meses a porcentagem foi nula o que pode explicar a variação da germinação ao longo do armazenamento. Decréscimo de sementes dormentes durante o armazenamento também foi relatado para *B. napus* (Schlink, 1995; Gulden et al., 2004). Ao contrário, Momoh et al. (2002) relataram aumento da dormência secundária ao longo do armazenamento de sementes de diferentes genótipos de *B. napus*. Entretanto, esta conclusão foi baseada em sementes colhidas em diferentes anos desconhecendo as condições ambientais durante o desenvolvimento dessas sementes.

Com relação ao vigor das sementes analisado pelo índice de velocidade de germinação, observa-se decréscimo ao longo do armazenamento (Figura 5).

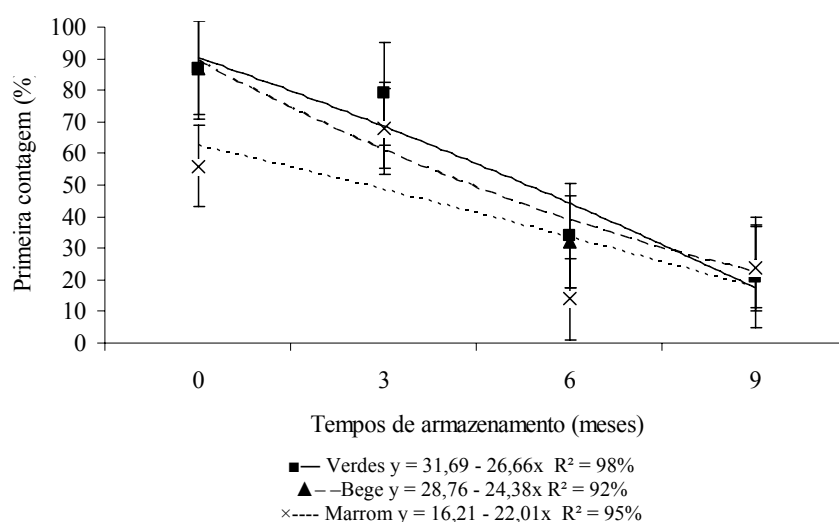


**FIGURA 5** – Resultados da germinação (%) e índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de nabo forrageiro ao longo do armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Houve efeito significativo do estágio de colheita e período de armazenamento na primeira contagem da germinação das sementes (Figura 6), ocorrendo decréscimo para todos os estágios de colheita das síliquas, sendo mais acentuado para sementes colhidas das síliquas verdes, seguido, das síliquas bege e marrom.



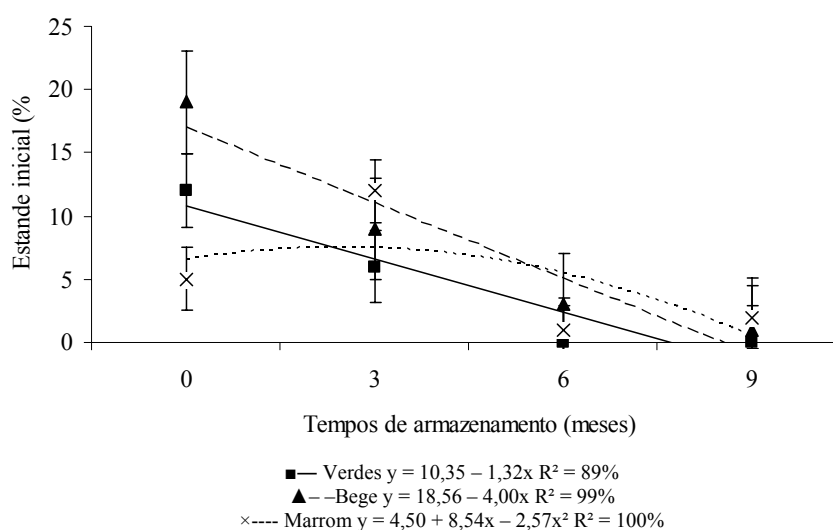
Esta queda no vigor das sementes colhidas das síliquas verdes pode ser explicada por Endo et al. (1984), que relataram que os produtos de oxidação da clorofila podem ter efeitos prooxidantes ou atividades fotooxidativas e a clorofila pode reagir com compostos intermediários de peroxidação de lipídios e peróxidos. Wilson e McDonald (1986) foram consistentes no relato de que a peroxidação de lipídios é uma das causas de deterioração das sementes e está correlacionada com o declínio de vigor e viabilidade.



**FIGURA 6** – Resultados da primeira contagem da germinação (%) das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita e período de armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

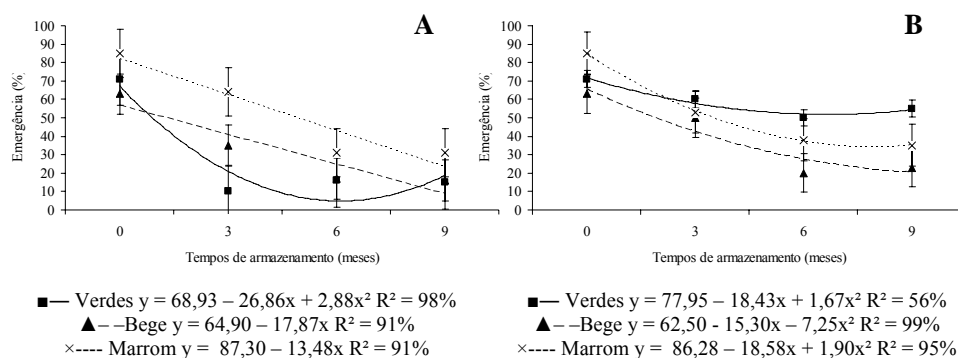
Acompanhando a mesma tendência da primeira contagem de germinação discutido anteriormente, pela porcentagem de plântulas obtidas no estande inicial observa-se decréscimo no vigor ao longo do armazenamento para todos os estádios de colheita das síliquas, sendo mais acentuado para sementes colhidas das síliquas bege e verde (Figura 7). Já para sementes colhidas das

síliquas marrom pequeno acréscimo (7%) foi observado aos 3 meses de armazenamento, seguido de decréscimo até o final do armazenamento. Essa alteração pode estar relacionada com a diminuição do potencial do inocúlo dos patógenos de campo ou superação de uma possível dormência inicial.



**FIGURA 7** – Resultados do estande inicial (%) das sementes de nabo forrageiro, obtidos nos diferentes estádios de colheita e período de armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Para os resultados de emergência houve efeito dos fatores estádio de colheita, condição de armazenamento e período de armazenamento (Figura 8). Tanto em condição ambiente como em câmara fria foram observados decréscimos no vigor para sementes colhidas nas diferentes síliquas, no entanto, para sementes provenientes das síliquas verdes observa-se que a queda no vigor foi mais acentuada quando armazenadas em condição ambiente quando comparado com aquelas armazenadas em câmara fria.



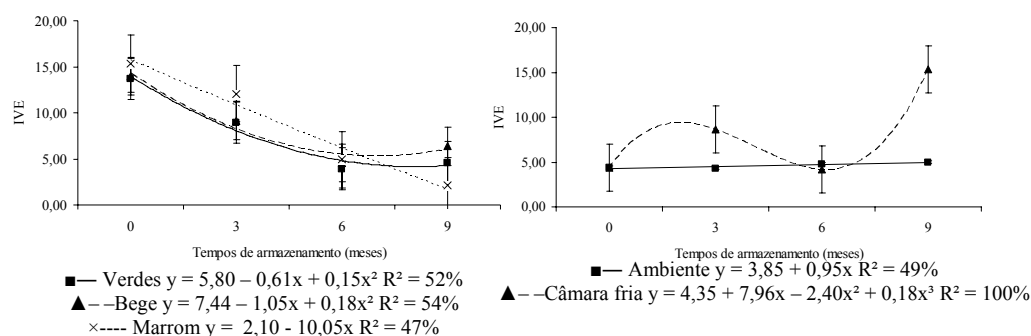
**FIGURA 8** – Resultados da emergência (%) das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita, período de armazenamento e condição de armazenamento ambiente (A) e câmara fria (B). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Com os resultados de índice de velocidade de emergência em condições controladas houve efeito do estágio de colheita e das condições de armazenamento (Figura 9). Observa-se decréscimo no vigor das sementes em todos os estádios de colheita. Comparando as condições de armazenamento, observa-se que em condição de câmara fria o índice foi superior ao da condição ambiente aos 3 e 9 meses de armazenamento.

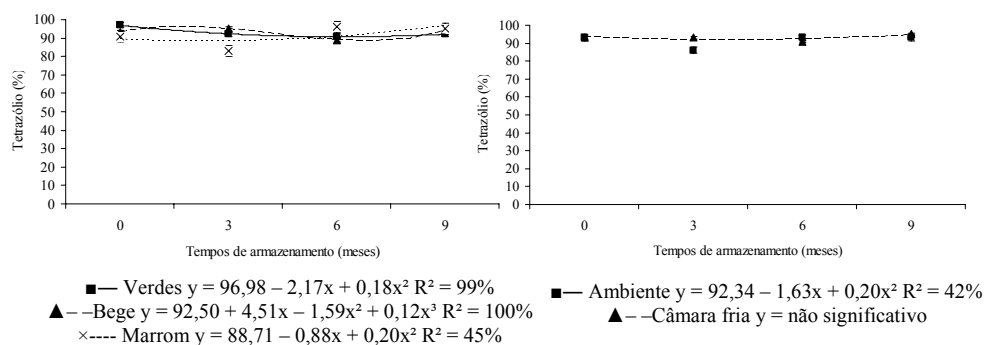
Esta perda de vigor das sementes de nabo forrageiro armazenadas em condição ambiente pode ser atribuída ao elevado conteúdo de óleo, pois se sabe que sementes oleaginosas apresentam baixa capacidade de conservação, fato este também observado para sementes de canola (Rossetto & Nakagawa, 2000).

Para os resultados de tetrazólio houve interação significativa entre os estádios de colheita e entre condições e período de armazenamento (Figura 10). Pode-se observar alta porcentagem de sementes viáveis pelo teste de tetrazólio.

A viabilidade foi mantida ao longo do armazenamento em condição de câmara fria, sendo que em condição ambiente variações menos acentuadas ao longo do armazenamento foram observadas.

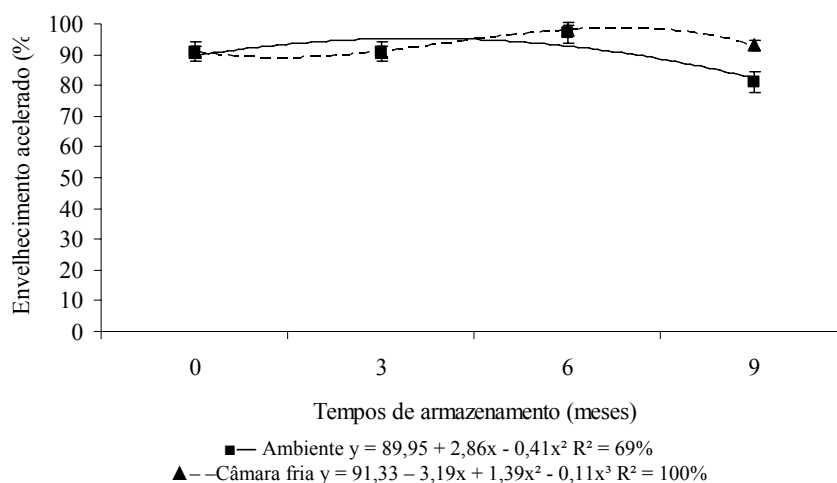


**FIGURA 9** – Resultados do índice de velocidade de emergência (IVE) das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita, condição e período de armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.



**FIGURA 10** – Resultados do teste de tetrazólio (%) das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita, condição e período de armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Pelos resultados do teste de envelhecimento acelerado, por 48 horas, não foi possível observar declínio no vigor, como visto nos demais testes (Figura 11). Observou-se apenas que as sementes armazenadas em câmara fria mantiveram seu vigor até os 9 meses, o que não ocorreu em condição ambiente.



**FIGURA 11** – Resultados do teste de envelhecimento acelerado (%) das sementes de nabo forrageiro na condição ambiente e câmara fria ao longo do armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Verificou-se que os fungos associados às sementes de nabo forrageiro em maior incidência foram *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. e *Fusarium* sp. e em menor incidência, *Aspergillus flavus*, *Epicocum* sp., *Phoma* sp., *Isariopsis* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp. e *Trihoderma* sp. (Tabela 1). De maneira geral, as sementes colhidas de síliquas verdes tiveram maior incidência de fungos quando comparadas as dos demais tratamentos.

**TABELA 1** – Incidência média de fungos (%) presentes nas sementes de nabo forrageiro em diferentes estádios de colheita das síliquas, verde (V), bege (B) e marrom (M), condição e período de armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Fungos	AMBIENTE											
	Períodos de armazenamento (meses)/ estádios de colheita											
	0			3			6			9		
	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M
<i>Cladosporium</i>	90	28	10	49	16	40	5	0	0	6	1	1
<i>Alternaria</i>	98	72	55	31	19	37	34	25	20	37	3	5
<i>Fusarium</i>	0	0	0	0	18	40	69	62	36	7	3	0
<i>Aspergillus</i>	18	0	1	0	1	0	4	1	0	8	10	5
<i>Epicocum</i>	11	2	2	51	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	1	0

Fungos	CÂMARA FRIA											
	Períodos de armazenamento (meses)/ estádios de colheita											
	0			3			6			9		
	V	B	M	V	B	M	V	B	M	V	B	M
<i>Cladosporium</i>	90	28	10	56	39	22	4	1	1	45	47	40
<i>Alternaria</i>	98	72	55	60	28	27	12	5	0	35	61	70
<i>Fusarium</i>	0	0	0	70	33	25	50	43	59	63	4	4
<i>Aspergillus</i>	18	0	1	0	0	0	5	1	0	0	2	1
<i>Epicocum</i>	11	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium</i>	0	0	0	1	1	0	3	1	1	0	1	0

Pela análise dos testes anteriores observou-se que resultados divergentes na qualidade fisiológica das sementes de nabo forrageiro impossibilitaram uma definição do estágio ideal de colheita com base na coloração das síliquas. Esse fato pode ter ocorrido pela diferença de maturação das sementes dentro das síliquas, o que já foi verificado para canola (Elias & Copeland, 2001; Fei et al., 2007). Além disso, com o corte das plantas, ocorriam variações bruscas na cor das síliquas de nabo forrageiros o que pode ter levado a erros de classificação dos estádios de colheita.

### Composição química

O grau de umidade médio das amostras moídas de nabo forrageiro obtidas das sementes oriundas das síliquas verdes (7%) foi superior aos obtidos nas demais síliquas, bege e marrom (6%). Na condição de armazenamento ambiente o grau de umidade variou de 5% a 7%, o que atende os padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2000), que deve ser no máximo 14%, para garantir a credibilidade dos resultados obtidos nos demais constituintes da composição química das sementes de nabo forrageiro.

Na caracterização dos constituintes químicos das sementes de nabo forrageiro (Tabela 2) observa-se que as sementes oriundas das síliquas bege continham aproximadamente 33% de extrato etéreo, superiores à das síliquas verde 30% e das síliquas marrom, 29% (Tabela 2). Para sementes de *Brassica napus* também foi constatado que sementes obtidas de síliquas mais claras continham maior teor de óleo que das síliquas mais escuras (Zhang et al., 2006).

Os valores de extrato etéreo observados são semelhantes aos encontrados na literatura, que variam de 30% a 43% (Silva et al., 2007) e confirmam a espécie ser descrita como oleaginosa.

**TABELA 2** – Composição centesimal média em base seca (%) de sementes de nabo forrageiro colhidas em diferentes estádios de colheita. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Estádio de colheita	Extrato etéreo	Proteína bruta	Fibra bruta	Açúcares solúveis Totais	Açúcares não redutores	Açúcares redutores	Amido	Taninos totais
Verdes	30,15b	29,72a	13,81c	8,54b	7,39b	0,63a	4,59a	3,6.10 <sup>-4</sup> b
Bege	33,07a	26,37c	14,27a	10,37a	9,54a	0,45a	3,88a	4,4.10 <sup>-4</sup> a
Marrom	28,60c	28,32b	12,56b	11,58a	10,58a	0,53a	4,87a	3,7.10 <sup>-4</sup> b
CV(%)	1,22	1,85	0,89	7,65	8,12	27,09	10,09	4,60

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e teste de F, a 5%.

Observa-se ainda que além de extrato etéreo, as amostras continham aproximadamente 26%, 28% e 30% de proteína bruta para as sementes oriundas das síliquas bege, marrom e verde, respectivamente (Tabela 2). Este alto valor de proteína bruta é justificado, pois a metodologia utilizada extrai da quantidade de nitrogênio contido na matéria orgânica, incluindo o nitrogênio protéico e outros compostos nitrogenados não protéicos, como aminas, amidas, lecitinas, nitrilas e aminoácidos (Silva & Queiroz, 2002). Observa-se, ainda que, as sementes obtidas das síliquas verdes continham maior teor de proteína bruta, este fato pode ser explicado pela síntese dos glucosinolatos ocorrer principalmente nas sementes em maturação, fato este já observado para *B. nigra*, *B. juncea* e *B. oleracea* var. *italica* (Rangkadilok et al., 2002). Os glucosinolatos são substâncias voláteis de defesa presentes em grande quantidade nas sementes da família *Brassicaceae*, que são responsáveis pelo odor característico de vegetais (Taiz & Zeiger, 2004).

Outro constituinte encontrado nas sementes de nabo forrageiro são as fibras, onde se incluem celulose, hemicelulose e lignina, responsáveis pela estrutura celular das plantas (Cecchi, 2003). Observa-se que as sementes obtidas das síliquas bege continham porcentagem superior de fibra, seguida das obtidas das síliquas marrons e verdes (Tabela 2).

Os açúcares totais e não redutores (sacarose) aumentaram ao longo da maturação das síliquas encontrados em porcentagem superior para as síliquas bege e marrom, seguidas das sementes obtidas das síliquas verdes (Tabela 2). A sacarose é o açúcar solúvel mais abundante em sementes maduras, enquanto os açúcares redutores, como a glicose e a frutose, são virtualmente ausentes (De Castro et al., 2004). A sacarose é usada em sementes oleaginosas na síntese de triglicerídeos e proteínas (Belwey & Black, 1994).

Com relação aos açúcares redutores e amido não houve efeito significativo entre as sementes obtidas nas diferentes síliquas (Tabela 2).



Segundo Bewley & Black (1994) durante o desenvolvimento das sementes oleaginosas ocorre acúmulo de amido, que posteriormente é mobilizado para síntese de triglicerídeos.

Com relação, ao teor de taninos, foram observados valores inferiores a 1% (Tabela 2), no entanto, as sementes das síliquas bege continham porcentagem superior as demais.

Estudando a interação entre os fatores estágio de colheita das síliquas de nabo forrageiro, condição e período de armazenamento sobre a composição química das sementes observam-se maiores teores de extrato etéreo para sementes colhidas de síliquas bege, seguida das verdes e marrons quando as sementes foram armazenadas em condição ambiente (Figura 12 e Tabela 3A). Já para sementes armazenadas em condição de câmara fria colhidas de síliquas verdes não diferiram no teor de extrato etéreo ao longo do armazenamento, no entanto, as sementes colhidas de síliquas bege continham maior teor de extrato etéreo que as das síliquas marrom.

Para *Brassica napus* variações no conteúdo de óleo também foram observadas em função do ambiente em que as sementes foram produzidas (Gehring et al., 2007).

A solubilização da proteína bruta foi tanto maior quanto maior foi o período de armazenamento para todos os tratamentos (Figura 12 e Tabela 3a). O teor de proteína sugere a concentração de n nas sementes, em virtude do desaparecimento do C (Eichelberger et al., 2002).

O período de armazenamento não provocou alterações bruscas do teor de extrato etéreo, mas elevou o teor de proteína. Esses dados concordam com o relato sobre a relação inversa entre o teor de proteínas e o de óleo em sementes (Marcos Filho, 2005).

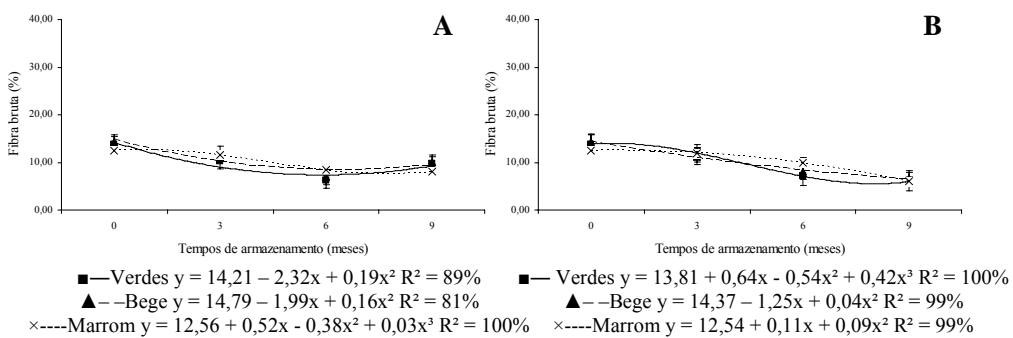
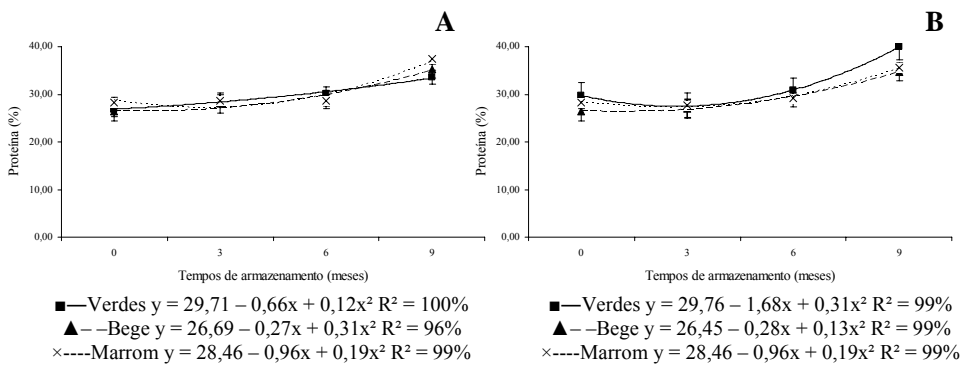
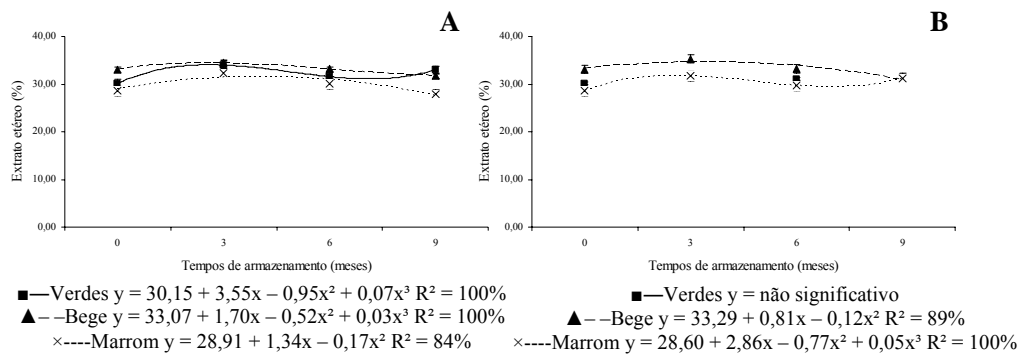
O teor de proteína diminui ao longo do armazenamento, no entanto, na presente pesquisa este fato não ocorreu, pois se utilizou para a quantificação das

proteínas o método de Kjeldhal, que se baseia na determinação do nitrogênio total. esse método quantifica, além de proteínas solúveis, também as insolúveis. de acordo com Morrison (1992), quando se utiliza o método de kjeldhal para quantificação das proteínas, parte do nitrogênio determinado pode ser proveniente de lipídeos, fazendo com que os valores de proteínas sejam superestimados.

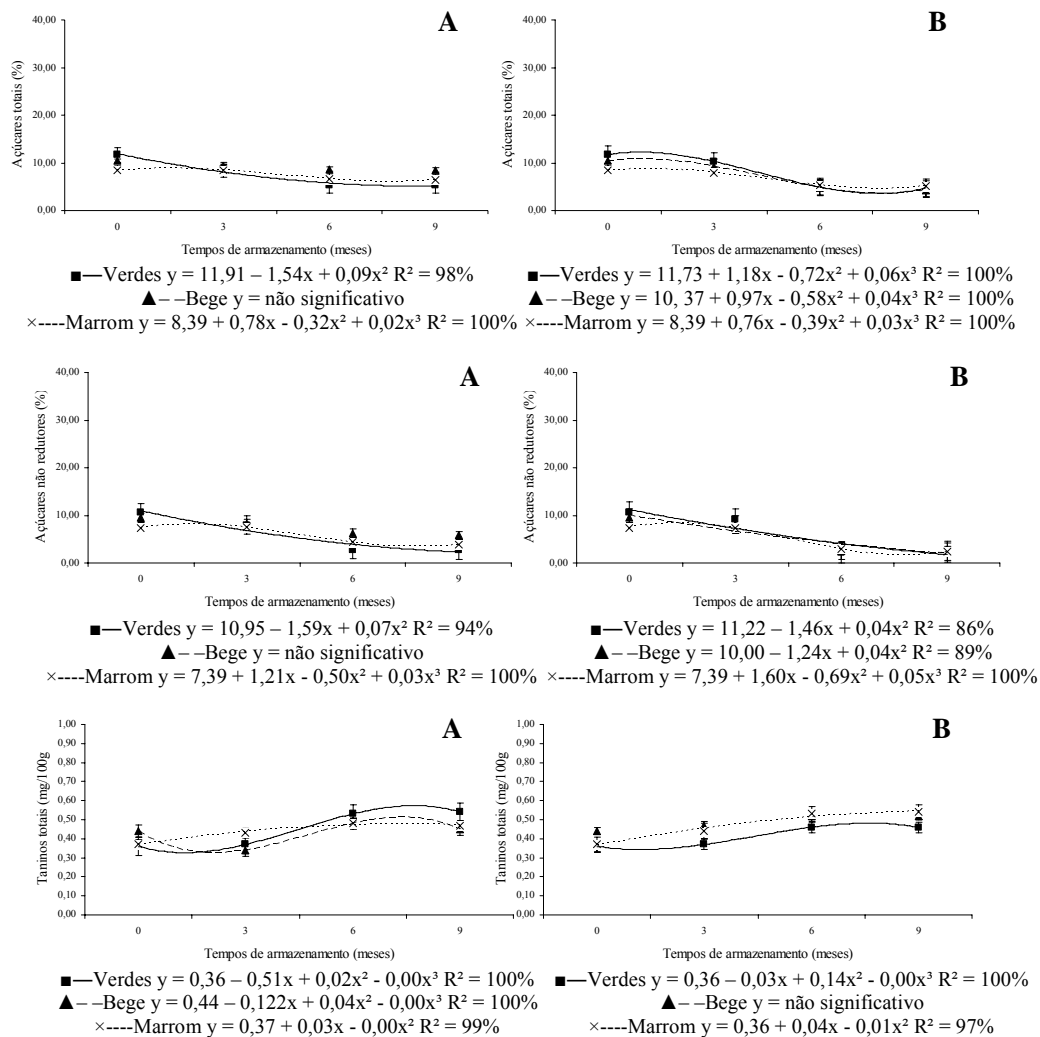
O período de armazenamento promoveu reduções progressivas nos valores de fibra bruta (Figura 12 e Tabela 3A). Provavelmente, esta redução da porcentagem das fibras se deve ao processo de deterioração das sementes e degradação de membranas.

Verifica-se que o teor de açúcar solúvel totais e açúcares não redutores, nas sementes nos diferentes estádios de colheita antes do armazenamento, foi superior em ambas as condições de armazenamento das sementes em relação aos demais tempos (Figura 12 e Tabela 3A). Segundo Bernal-Lugo & Leopold (1992), a redução no vigor das plântulas, devido ao envelhecimento das sementes, está associado ao decréscimo no teor de carboidratos solúveis. A queda no teor de açúcares solúveis totais e não redutores foi maior quando as sementes foram armazenadas em condição ambiente. É possível que os açúcares solúveis totais tenham sofrido oxidação para produção de energia durante o processo respiratório (Bewley & Black, 1994). Eichelberger et al. (2002) também verificaram declínio no teor de açúcares solúveis em sementes de azevém durante o armazenamento.

Com relação ao teor de taninos totais estes foram inferiores a 1% tanto quando as sementes foram armazenadas em condição ambiente como em câmara fria (Figura 12 e Tabela 3A).



Continuação...

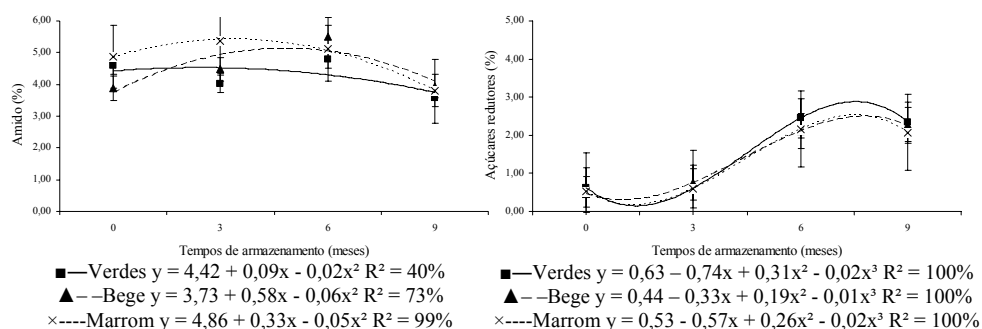


**FIGURA 12** – Resultados em base seca (%) de extrato etéreo, proteínas, fibra bruta, açúcares totais, açúcares não redutores e taninos totais das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita das síliquas em condição ambiente (A) e câmara fria (B) ao longo do armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

Para o teor de amido e açúcares redutores, verifica-se efeito significativo entre os estádios de colheita das siliquis de nabo forrageiro e os períodos de armazenamento (Figura 13). Decréscimo no teor de amido durante o armazenamento das sementes de nabo forrageiro foi observado para todos os estádios de colheita, exceto aos 6 meses. Provavelmente, a redução no teor de amido nas sementes no decorrer do período de armazenamento seja em função da maior atividade de amilases clivando esse carboidrato em açúcares menores para a utilização como substrato respiratório (Roberts, 1979). Fato este confirmado pelos dados de açúcares redutores.

Acréscimo no teor de açúcares redutores foi observado nos diferentes estádios de colheita das siliquis ao longo do armazenamento (Figura 13). A presença em grande quantidade de açúcares redutores pode causar alterações químicas em proteínas (Murthy & Sun, 2000) e DNA (Lee & Cerami, 1989) por meio das reações de Amadori e Maillard.

Murthy & Sun (2000) observaram forte correlação entre o acúmulo de produtos de Maillard e o incremento de glicose no eixo embrionário de sementes de *Vigna radiata* armazenadas, porém, o acúmulo de produtos de Amadori foi mais fortemente correlacionado com a peroxidação de lipídeos. Os autores associaram à perda da viabilidade das sementes dessa espécie às reações de Amadori e Maillard.



**FIGURA 13** – Resultados em base seca (%) de amido e açúcares redutores das sementes de nabo forrageiro nos diferentes estádios de colheita ao longo do armazenamento. UFLA, Lavras, MG. 2008.

#### 4 CONCLUSÕES

A cor das siliquis não é indicativo ideal para definição do momento de colheita das sementes de nabo forrageiro pela variação de maturidade e qualidade fisiológica das sementes dentro das siliquis.

O armazenamento das sementes de nabo forrageiro em câmara fria favorece a emergência de plântulas.

Não foram observadas alterações consistentes na composição centesimal em siliquis de nabo forrageiro colhidas em diferentes estádios de maturação relacionados à sua alteração de cor.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. A.; FJERSTAD, M.C.; RINNE, R. W. Characteristics of soybean seed maturation: necessity for slow dehydration. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 2, p. 265-267, Mar./Apr. 1983.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC n. 90, 18 de outubro de 2000**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do pão. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.ph>>. Acesso em: 21 jul. 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Methods of the association of official analytical chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 684 p.

AZEREDO, G. A.; BRUNO, R. L. A.; LOPES, K. P.; SILVA, A.; DINIZ, E.; LIMA, A. A. Conservação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função do beneficiamento, embalagem e ambiente de armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 37-44, jan./jun. 2005.

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, Feb. 2004.

BEGNAMI, C. N. **Alterações estruturais, ultraestruturais e bioquímicas durante a perda da viabilidade de sementes de *Coffea arabica* cv. Catuai vermelho**. 93f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1998.

BERNAL-LUGO, I.; LEOLPOLD, A. C. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. **Plant Physiology**, Rockville, v. 98, n. 3, p. 1207-1210, Mar. 1992.

BERTI, M. T.; JOHNSON, B. L. Physiological changes during seed development of cuphea. **Fiel Crops Research**, Amsterdam, v. 106, n. 2, p. 163–170, Mar. 2008.

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

BITTENCOURT, J. F. N.; SADER, R.; UNGARO, M. R. G.; TOLEDO, N. M. P. Maturação fisiológica de sementes de girassol cv. Contisol. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 81-85, 1991.

- BORBA, C. S.; BARNI, N. A.; JAMARDO, A.; GOMES, J. E. S.; GONÇALVES, J. C.; SARTORI, G. Época de colheita, rendimento de grãos e qualidade das sementes de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera* Metzg.). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 39-58, 1982.
- BOTHA, F. C.; DENNIS, D. T. Phosphoglyceromutase activity and concentration in the endosperm of developing and germinating *Ricinus communis* seeds. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 65, n. 9, p. 1908–1912, Sept. 1987.
- BRACCINI, A. L.; BRACCINI, M. C. L.; SCAPIM, C. A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 11, n. 1, p. 10-15, abr. 2001.
- BRAGACHINI, M.; CARRIZO, R.; BONETTO, L. **Cosecha de colza. (Harvesting of colza)**. Cordoba: Unidad Ejecutora Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, 1989. 36 p. (Caderno de Atualização Técnicas, 8).
- BRAGACHINI, M.; CARRIZO, R.; BONETTO, L. **Cosecha de Colza**. Córdoba: INTA, 1992. 36 p. Cuaderno de Actualización.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, 1992b. 84p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992a. 365 p.
- BRASIL. Portaria n. 65, de 16 de fevereiro de 1993. Norma de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação da mamona. **Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária**. Disponível em: <[http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/mamona065\\_93.pdf](http://www.pr.gov.br/claspar/pdf/mamona065_93.pdf)> Acesso em: 1 jul. 2008
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. ver. Campinas: UNICAMP, 2003. (Técnica, n. 8).
- CHEN, C. Factors that effect equilibrium relative humidity of agricultural products. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 43, n. 3, p. 673-683, May/June 2000.
- CHEN, C.; JACKSON, G.; NEILL, K.; WICHMAN, D.; JOHNSON, G.; JOHNSON, D. Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal, Madison**, v. 97, n. 4, p. 1252-1262, July/Aug. 2005.



CORBINEAU, F.; GAY-MATHIEU, C.; VINEL, D.; CÔME, D. Decrease in sunflower (*Helianthus annuus*) seed viability caused by high temperature as related to energy metabolism, membrane damage and lipid composition. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 116, n. 4, p. 486-496, Dec. 2002.

CORTE, V. B.; BORGES, E. E. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (LEGUMINOSAE-CAESALPINOIDEAE) **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 941-949, Nov./dez. 2006.

DE CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J. HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: **Germinação: do básico ao aplicado**. São Paulo, 2004. p. 51-67.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p. 427-552, 1973.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C.C. Acelerated aging techniques for predicting the relate storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 6, n.1, p.427-452, 1973.

DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microrganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 139-145, 1985.

EICHELBERGER, L.; MAIA, M. S.; PESKE, S. T.; MORAES, D. M. Composição química de sementes em resposta ao retardamento da secagem e ao armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 693-701, maio 2002.

ELIAS, S.; COPELAND, L. O. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. **Agronomy Journal**, Madison, v. 93, n. 5, p. 1054–1058, Sept./Oct. 2001.

ELLIS, R. H.; HONG, T. D.; MARTIN, M. C.; PÉREZ-GARCIA, F.; GÓMEZ-CAMPO, C. The lhog-term storage of seeds of seventeen crucifers at very low moiture contents. **Plant Varieties and Seed**, Dordrecht, v. 6, p. 75-81, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informações, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

ENDO, Y.; USUKI, R.; KANEDA, T. The photoxidative alteration of chlorophylls in methyl linoleate and prooxidant activity of their decomposition products. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 48, n. 4, p. 985-989, Apr. 1984.

FEI, H. M.; TSANG, E.; CUTLER, A. J. Gene expression during seed maturation in *Brassica napus* in relation to the induction of secondary dormancy. **Genomics**, San Diego, v. 89, n. 3, p. 419-428, Mar. 2007.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR-Sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M.; COIMBRA, K. G. Maturação e qualidade de sementes de repolho de verão sob condições tropicais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 586-589, out./dez. 2007.

GEHRINGER, A.; SNOWDON, R.; SPILLER, T.; BASUNANDA, P.; FRIEDT, W. New oilseed rape (*Brassica napus*) hybrids with high levels of heterosis for seed yield under nutrient poor conditions. **Breeding Science**, Tokyo, v. 57, n. 4, p. 315-320, Dec. 2007.

GIBKPI, P. J.; CROOKSTON, R. K. A whole-plant indicator of soybean physiological maturity. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 3, p. 469-471, May/June 1981.

GOEL, A.; GOEL, A. K.; SHEORAN, I. S. Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 160, n. 9, p. 1093-1100, Sept. 2003.

GÓMEZ-CAMPO, C. **A germplasm collection of Crucifers**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1990. (INIA Catálogos, n. 22).

GONÇALVES, N. P.; BENDEZÚ, J. M.; LIMA, C. A. S. Colheita e armazenamento da mamona. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 7, n. 82, p. 44-45, out. 1981.

GULDEN, R. H.; CHIWOCHA, S.; ABRAMS, S.; MCGREGOR, I. KERMODE, A.; SHIRTLIFFE, S. Response to abscisic acid application and hormone profiling in spring *Brassica napus* seed in relation to secondary dormancy, **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 82, n. 11, p. 1618-1624, Nov. 2004.

GUTKOSKI, L.C.; EL-DASH, A. A. Efeito do cozimento por extrusão na estabilidade oxidativa de produtos de aveia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.1, p. 119-127, jan. 1999.

JALINK, H.; FRANDAS, A.; VAN DER SCHOOR, R.; BINO, J. B. Chlorophyll fluorescence of the testa of *Brassica oleracea* seeds as an indicator of seed maturity and seed quality. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 88-93, jan./abr. 1998.

KALIANGILE, I., GRABE, D. F. Seed maturation in *Cuphea*. **Journal Seed Technology**, Springfield, v. 12, n. 2, p. 107–113, 1988.

KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. 853 p.

KUMAR, S.; RADHAMANI, J.; SINGH, A. K.; VARAPRASAD, K. S. Germination and seed storage behaviour in *Pongamia pinnata* L. **Current Science**, Bangalore, v. 93, n. 7, p. 910-911, Oct. 2007.

LEE, A. T.; CERAMI, A. Non-enzymatic glycosylation of DNA by reducing sugars. In: BAYNES, J. W.; MONNIER, V. M. (Ed.). **The Maillard reaction in ageing, diabetes and nutrition**. New York: Alan R Liss, 1989. p. 291-299.

LEHNER, A.; CORBINEAU, F.; BAILLY, C. Changes in Lipid Status and Glass Properties in Cotyledons of Developing Sunflower Seeds. **Plant Cell Physiology**, Oxford, v. 47, n. 7, p. 818–828, July 2006.

LIMA, J. D.; ALDRIGHI, M.; SAKAI, R. K.; SOLIMAN, E. P.; MORAES, W. S. Comportamento do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e da nabíça (*Raphanus raphanistrum* L.) como adubo verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n.1, p. 60-63, mar. 2007.

MACEDO, E.; GROTH, D.; SOAVE, J. Influência da embalagem e do armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 454-461, 1998.

MAEDA, J. A.; UNGARO, M. R. G.; LAGO, A. A.; RAZERA, L. F. Estádio de maturação e qualidade de girassol. **Bragantia**, Campinas, v.46, n.1, p.35-44,1987.

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

MALUF, W. R.; CORTE, R. D. Produção de sementes de repolho. In: CASTELLANE, P. D.; NICOLSI, W. M.; HASEGAWA, M. (Ed.). **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 177-192.

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

MARINI, L. J.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; SANTIN, J. A. Qualidade de grãos de aveia sob secagem intermitente em altas temperaturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1268-1273, set./out. 2007

MASELLI, S.; PÉREZ-GARCIA, F.; AGUINAGALDE, I. Evaluation of Seed Storage Conditions and Genetic Diversity of Four Crucifers Endemic to Spain. **Annals of Botany**, London, v. 84, n. 2, p. 207-212, Aug. 1999.

MOMOH, E. J. J.; ZHOU, B. K. Variation in the development of secondary dormancy in oilseed rape genotypes under conditions of stress, **Weed Research**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 446-455, Dec. 2002.

MORRISON, W. R. Analysis of cereal starches. In: LINSKENS, H. F.; JACKSON, J. F. **Seed analysis**. Germany: Springer-Verlag, 1992. 380 p.

MURTHY, U. M. N.; SUN, W. Q. Protein modification by Amadori and Maillard reactions during seed storage: roles of sugar hydrolysis and lipid peroxidation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 348, p.1221-1228, July 2000.

NELSON, N. A. Photometric adaptation of somogy method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemists**, Baltimore, v. 153, n. 1, p. 375-384, 1944.

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 525p.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. DA M. R.; MEDEIROS NETO, J. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 121-123, jan./abr. 1999.

PÉREZ-GARCIA, F.; GONZÁLES-BENITO, M. E.; PÉREZ, C.; GÓMEZ-CAMPO, C. Effect of cryopreservation on *Brassica* seeds germination. In: DIAS, J. S.; CRUTE, I.; MONTEIRO, A.A., eds. **Proceedings of the International Symposium on Brassicas, Ninth Crucifer Genetics Workshop**. **Acta Horticulture**, v.407, p.255-260. 1996.

PESSOA, H.B.S.V.; NASCIMENTO, W.M.; MELO, P.E.; GIORDANO, L.B. Produção de sementes genéticas de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) cv. União. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 5, n. 1, p. 74-81, 1995.

PUKACKA, S. Changes in membrane lipid components and antioxidant levels during natural ageing of seeds of *Acer platanoides*. **Physiologia Plantarum**. Copenhagen, v. 82, n. 2, p.306-310, June 1991.

PUTT, E. D.; GRAIG, B. M.; CARSON, R. B. Variation in composition of sunflower oil from composite samples and single seeds of varieties and inbred lines. **Journal of American Oil Chemistry' Society**, Champaign, v. 46, n. 3, p.126-9, 1969.

RAHAMATALLA, A. B.; BABIKER, E. E.; KHRISHNA, A. G.; EL TINAY, A. H. Changes in fatty acids composition during seed growth and physico-chemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 56, n. 4, p. 385–395, 2001.

RAMIRO, M.C.; PÉREZ-GARCIA, F.; AGUINAGALDE, I., Effect of different seed storage conditions on germination and isozyme activity in some *Brassica* species. **Annals of Botany**, London, v. 75, n. 6, p. 570-585, June 1995.

RANGKADILOK, N.; NICOLAS, M. E.; BENNETT, R. N.; PREMIER, R. R.; EAGLING, D. R.; TAYLOR, P. W. J. Developmental changes of sinigrin and glucoraphanin in three Brassica species (*Brassica nigra*, *Brassica juncea* and *Brassica oleracea* var. *italica*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n. 1-4, p. 11–26, Dec. 2002.

REUSCHE, G. A. Peanut seed production. **Journal of Seed Tecnology**, Springfield, v. 11, n. 1, p. 88-96, 1987.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VICENTE, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Lavras: CFSEMG, 1999. 359p.

ROBERTS, E. H. Seed determination and loss of viability. **Advances in research and technology of seeds**. New York, v. 4, p. 25-42, 1979.

ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L.) var. *oleifera* Metzg. em função da coloração do tegumento, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 31-37, 2000.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamento hermético e convencional de grãos de aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1715-1722, nov./dez. 2004.

SANGWAN, R. S.; SINGH, N.; PLAXTON, W. C. Phosphoenolpyruvate carboxylase activity and concentration in the endosperm of developing and germinating castor oilseeds, **Plant Physiology**, v. 99, n. 2, p. 445–449, Sept. 1992.

SANHEWE, A. J.; ELLIS, R. H. Seed development and maturation in *Phaseolus vulgaris* II. Post-harvest longevity in air dry storage. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 47, n. 300, p. 959-965, July 1996.

SCHLINK, S. U. Berdauerungsvermögen und Dormanz von Rapssamen (*Brassica napus* L.) im Boden. In: EUROPEAN WEED RESEARCH SOCIETY SYMPOSIUM, 9., 1995, Budapest. **Proceeding...** Budapest: [s.n.], 1995. p. 65–73.

SILVA JÚNIOR, A. A. **Repolho**: fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia. Florianópolis: EMPASC, 1987. 295 p.

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**. Disponível em: <<http://www.portal do biodiesel.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, Mg: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, R. F.; SILVA, J. F. Produção de sementes de brássicas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 98, p. 47- 49, fev. 1983.

SIMS, R. E. H. Problems of harvesting oilseed rape. **Big Farm Management**, London, v. 2, n. 3, p. 44-57, 1979.

SINNECKER, P. **Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de semente de soja**. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SOMOGY, M. A. New reagent for the determination of sugars. **The Journal of Biological Chemistry**; Baltimore, v. 160, n. 1, p. 601-668, Jan. 1945.

STEWART, R. R. C.; BEWLEY, J. D. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 65, n. 2, p. 245-248, Feb. 1980.

SUNG, J. M.; CHIU, C. C. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated ageing of peanut seed. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 91, n. 1, p. 51-55, May 1994.

SZOPIŃSKA D., TYLKOWSKA K., STACH A. Relationships between seed development stage, germination, occurrence and location of fungi in oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) seeds and the presence of *Alternaria* AND *Cladosporium* spp. spores in the air. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v. 10, n. 4, p. 19. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

THOMAS, D. L.; BREVE, M. A.; RAYNER, P. L. Influence of timing and method of harvest on rapeseed yield. **Journal of Production Agriculture**, Chicago, v. 4, n. 2, p. 266-272, 1991.

VANDE KAMER, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.19, n.4, p. 239-251, July/Aug. 1952.

WARD, K.; SCARTH, R. DAUN, J.; VESSEY, J.K. Chlorophyll degradation in summer oilseed rape and summer turnip rape during seed ripening. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.75, n.2, p.413-420, 1995.

WIBERG, E., BANAS, A., STYME, S. Fatty acid distribution and lipid metabolism in developing seeds of laurate-producing rape (*Brassica napus* L.). **Planta**, v.203, p. 341-348. 1997.

WILSON, D.O.; McDONALD, M.B. The lipid peroxidation model of seed aging. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.14, p.296- 300, 1986.

ZACHEO, G.; CAPPELLO, M. S.; GALLO, A.; SANTINO, A.; CAPPELLO, A. R. Changes associated with post-harvest ageing in almond seeds. **Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie**, London, v. 33, n. 6, p. 415-423, 2000.

ZHANG, X. K.; YANG, G. T.; CHEN, L.; YIN, J. M.; TANG, Z. L. LI, J. N. Physiological differences between yellow-seeded and black-seeded rapeseed (*Brassica napus* L.) with different testa characteristics during artificial ageing. **Seed Science Technology**, v. 34, n.2, p.373-381, 2006.

## ANEXOS

	<b>Pág.</b>
TABELA 1A. Análise química do solo referente à profundidade de 0 – 20 cm, do campo de produção de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.....	185
TABELA 2A. Temperatura mínima (Min), média (Med), máxima (Max); umidade relativa do ar média (UR); precipitação e insolação média verificados desde a semeadura até a colheita das síliquas de nabo forrageiro (maio a outubro de 2007). UFLA, Lavras, MG. 2008.....	186
TABELA 3A. Valores médios em base seca (%) dos constituintes das sementes de nabo forrageiro armazenadas em condição ambiente (Amb.) e câmara fria (CF). UFLA, Lavras, MG. 2008.....	187



**TABELA 1A** - Análise química do solo referente à profundidade de 0 cm – 20 cm, do campo de produção de sementes de nabo forrageiro. UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados analíticos</b>
pH em água	5,5
P (mg/dm <sup>3</sup> )	18,4
K (mg/dm <sup>3</sup> )	75
Ca (cmolc/dm <sup>3</sup> )	2,5
Mg (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,6
Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	0,2
H + Al (cmolc/dm <sup>3</sup> )	4,5
SB (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3,3
t (cmolc/dm <sup>3</sup> )	3,5
T (cmolc/dm <sup>3</sup> )	7,8
V (%)	42,2
MO (dag/kg)	2,1
P-rem (mg/L)	19,9

**TABELA 2A** - Temperatura mínima (Min), média (Med), máxima (Max); umidade relativa do ar média (UR); precipitação e insolação média verificados desde a semeadura até a colheita das siliquis de nabo forrageiro (maio a outubro de 2007). UFLA, Lavras, MG. 2008.

Meses	Temperaturas			UR (%)	Precipitação (mm)	Insolação (h)
	(°C)					
	Min	Med	Max			
Maio	13,0	18,1	25,7	71	1,0	7,5
Junho	11,1	17,3	25,8	66	0,2	8,8
Julho	11,1	17,1	25,4	67	0,6	7,7
Agosto*	11,8	18,9	27,4	55	0,0	9,1
Setembro	14,3	21,3	29,8	51	0,0	9,3
Outubro	16,5	22,7	30,1	59	4,2	7,7

Fonte: Estação Climatológica Principal de Lavras – UFLA (2007).

\*Início do florescimento.

**TABELA 3A** - Valores médios em base seca (%) dos constituintes das sementes de nabo forrageiro armazenadas em condição ambiente (Amb.) e câmara fria (CF). UFLA, Lavras, MG. 2008.

<b>Extrato etéreo</b>								
Estádio de colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	30,15 <sup>a</sup>	30,15 <sup>a</sup>	34,0 <sup>a</sup>	31,64 <sup>b</sup>	31,58 <sup>a</sup>	31,08 <sup>a</sup>	33,00 <sup>a</sup>	31,29 <sup>a</sup>
Marrom claro	33,07 <sup>a</sup>	33,07 <sup>a</sup>	34,44 <sup>a</sup>	35,32 <sup>a</sup>	32,12 <sup>a</sup>	33,21 <sup>a</sup>	31,80 <sup>b</sup>	31,17 <sup>a</sup>
Marrom escuro	28,60 <sup>b</sup>	28,60 <sup>b</sup>	32,38 <sup>a</sup>	31,72 <sup>b</sup>	30,07 <sup>a</sup>	29,70 <sup>b</sup>	27,86 <sup>b</sup>	31,21 <sup>a</sup>
CV (%)	3,88							
<b>Proteína bruta (N total)</b>								
Estádio de colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	26,72 <sup>c</sup>	29,72 <sup>a</sup>	28,82 <sup>a</sup>	27,64 <sup>a</sup>	30,11 <sup>a</sup>	30,77 <sup>a</sup>	33,53 <sup>b</sup>	39,91 <sup>a</sup>
Marrom claro	26,37 <sup>b</sup>	26,37 <sup>a</sup>	28,01 <sup>a</sup>	27,04 <sup>a</sup>	28,92 <sup>b</sup>	29,27 <sup>b</sup>	35,32 <sup>a</sup>	34,68 <sup>b</sup>
Marrom escuro	28,32 <sup>a</sup>	28,32 <sup>a</sup>	28,62 <sup>a</sup>	27,72 <sup>b</sup>	28,54 <sup>b</sup>	29,19 <sup>b</sup>	37,35 <sup>a</sup>	35,57 <sup>b</sup>
CV (%)	1,96							
<b>Fibra bruta</b>								
Estádio de colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	13,81 <sup>a</sup>	13,81 <sup>a</sup>	10,22 <sup>b</sup>	11,95 <sup>a</sup>	6,19 <sup>b</sup>	7,08 <sup>c</sup>	9,67 <sup>a</sup>	5,99 <sup>b</sup>
Marrom claro	14,27 <sup>a</sup>	14,27 <sup>a</sup>	11,79 <sup>a</sup>	11,28 <sup>a</sup>	6,91 <sup>b</sup>	8,08 <sup>a</sup>	10,03 <sup>a</sup>	6,50 <sup>b</sup>
Marrom escuro	12,56 <sup>b</sup>	12,56 <sup>b</sup>	11,48 <sup>a</sup>	12,01 <sup>a</sup>	8,36 <sup>b</sup>	9,92 <sup>a</sup>	8,08 <sup>b</sup>	6,01 <sup>b</sup>
CV (%)	5,45							
<b>Açúcares não redutores</b>								
Estádio de colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	7,39 <sup>a</sup>	7,39 <sup>a</sup>	7,92 <sup>b</sup>	9,15 <sup>a</sup>	2,83 <sup>c</sup>	2,19 <sup>a</sup>	2,67 <sup>c</sup>	2,39 <sup>a</sup>
Marrom claro	9,54 <sup>b</sup>	9,54 <sup>b</sup>	8,24 <sup>a</sup>	8,01 <sup>a</sup>	6,23 <sup>a</sup>	2,57 <sup>b</sup>	5,81 <sup>a</sup>	2,46 <sup>b</sup>
Marrom escuro	10,58 <sup>c</sup>	10,58 <sup>c</sup>	7,47 <sup>a</sup>	7,31 <sup>b</sup>	4,37 <sup>b</sup>	2,91 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	2,40 <sup>b</sup>
CV (%)	9,68							
<b>Açúcares totais</b>								
Estádio de colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	8,54 <sup>a</sup>	8,54 <sup>a</sup>	8,62 <sup>b</sup>	10,29 <sup>a</sup>	5,24 <sup>c</sup>	4,93 <sup>a</sup>	5,23 <sup>c</sup>	4,72 <sup>a</sup>
Marrom claro	10,37 <sup>b</sup>	10,37 <sup>b</sup>	9,30 <sup>a</sup>	9,24 <sup>a</sup>	8,67 <sup>a</sup>	4,81 <sup>b</sup>	8,50 <sup>a</sup>	4,24 <sup>b</sup>
Marrom escuro	11,58 <sup>a</sup>	11,58 <sup>a</sup>	8,50 <sup>a</sup>	7,98 <sup>b</sup>	6,63 <sup>b</sup>	5,34 <sup>b</sup>	6,51 <sup>b</sup>	5,18 <sup>b</sup>
CV (%)	8,33							
<b>Taninos totais</b>								
Estádio de Colheita	Períodos de armazenamento (meses)/ condição de armazenamento							
	0		3		6		9	
	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF	Amb.	CF
Verdes	0,36 <sup>b</sup>	0,36 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,46 <sup>b</sup>	0,54 <sup>a</sup>	0,46 <sup>b</sup>
Marrom Claro	0,44 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,34 <sup>b</sup>	0,47 <sup>a</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,52 <sup>a</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,52 <sup>a</sup>
Marrom Escuro	0,37 <sup>b</sup>	0,37 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,48 <sup>b</sup>	0,53 <sup>a</sup>	0,47 <sup>b</sup>	0,54 <sup>a</sup>
CV (%)	4,77							

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e minúscula sobrescrita na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott e teste de F, a 5%.