

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE CANOLA
CLASSIFICADAS POR DENSIDADE EM DIFERENTES
CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO E DE
PROFUNDIDADE DE SEMEADURA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Alan Dischkaln do Amaral

**Santa Maria, RS, Brasil
2010**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE CANOLA CLASSIFICADAS
POR DENSIDADE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE
DÉFICIT HÍDRICO E DE PROFUNDIDADE DE SEMEADURA**

por

Alan Dischkaln do Amaral

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientador: Prof. Sandro Luis Petter Medeiros

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE DE SEMENTES DE CANOLA CLASSIFICADAS POR
DENSIDADE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO E
DE PROFUNDIDADE DE SEMEADURA**

elaborada por
Alan Dischkaln do Amaral

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA

Sandro Luis Petter Medeiros, Dr.
(Orientador/Presidente)

Nilson Lemos de Menezes, Dr. (UFSM)

Luis Aquiles Martins Medeiros, Dr. (IFF-SVS)

Santa Maria, 26 de fevereiro de 2010.

*Dedico minha dissertação
aos meus pais, Ediver e Elizabeth,
ao meu irmão, Fábio,
e à minha namorada, Rafaela,
pelos ensinamentos, apoio e confiança.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Eduir Pretto do Amaral e Elizabeth Dischkaln do Amaral, por todo carinho e ensinamento.

À minha namorada, Rafaela Borella Venturini, pelo amor, carinho, apoio e pela sua grande disposição para me ajudar.

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade de realização do curso.

Ao curso de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade a mim concedida de desenvolver meu conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Dr. Sandro Luís Petter Medeiros pela orientação, ensinamentos, amizade, companheirismo e contribuição na minha formação acadêmica.

Aos professores Dr. Nilson Lemos de Menezes e Dr. Paulo Augusto Manfron e, ao pesquisador da EMBRAPA/CNPT, PhD. Gilberto Omar Tomm, pela co-orientação, amizade e incentivo.

Ao companheiro de empreitada, Gean Lopes da Luz, pela amizade, auxílio e incentivo.

Aos meus amigos Daniel de A. G. do Amaral, Carine Cocoo, Christopher F. Martins, Filipe R. Kinalski, Gustavo M. Teló, João Colpo, Luis Fernando D. Martini, Paulo de Tarso, Rodrigo T. Pinheiro e outros que involuntariamente foram omitidos, agradeço pelo auxílio nos experimentos e análises, pela amizade e companheirismo.

Aos bolsistas e amigos Adriano Bialozor, Alberto E. Pinheiro, Alécio B. Demori, Bruno Lago, Dieisson Pivoto e Mike Guzmán Torres pelo auxílio na realização dos experimentos, amizade e pelos momentos de descontração proporcionados.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela amizade, momentos de descontração e colaboração na realização do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento, seja ele acadêmico ou pessoal.

Muito Obrigado!

“[...] nada é fixo para aquele que alternadamente pensa e sonha [...]”
Gaston Bachelard

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

QUALIDADE DE SEMENTES DE CANOLA CLASSIFICADAS POR DENSIDADE EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO E DE PROFUNDIDADE DE SEMEADURA

AUTOR: ALAN DISCHKALN DO AMARAL

ORIENTADOR: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS

Local e data da defesa: Santa Maria, 26 de fevereiro de 2010.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ação de diferentes classes de densidade de sementes de canola sobre a qualidade fisiológica, bem como seus efeitos sobre diferentes profundidades de semeadura e em condições de déficit hídrico. Utilizou-se a curva de hidratação como elemento auxiliar na identificação de classes de melhor qualidade. Foram utilizadas sementes de dois híbridos de canola, Hyola 61 e Hyola 401, separados em seis classes de densidade. Cada classe foi submetida a testes para caracterizar seu potencial fisiológico: germinação, primeira contagem do teste de germinação, comprimento e massa seca de plântula. Também foi efetuada a avaliação da germinação e vigor em condições de déficit hídrico nos potenciais, 0, -0,25, -0,5 e -1MPa, simulado com polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) e, também em diferentes profundidades de semeadura (1, 2, 3 e 4 cm). Em função dos resultados obtidos para os híbridos Hyola 61 e 401, pode-se concluir que existe uma associação entre a densidade de sementes e os atributos de quantificação da qualidade fisiológica (primeira contagem do teste de germinação, germinação, comprimento de plântula e índice de velocidade de emergência). A diminuição dos potenciais osmóticos, a partir de -0,25MPa, reduz a germinação e o vigor de todas as classes de sementes dos dois híbridos estudados, sendo o vigor mais afetado do que a germinação. O potencial crítico para germinação é de -1,0MPa, independentemente da densidade das sementes. Há comportamento diferenciado dos híbridos quanto à tolerância à condição de estresse provocada pelo PEG 6000, sendo o Hyola 401 mais tolerante que o Hyola 61. A qualidade fisiológica afeta o teor de água alcançado pelas sementes de canola durante a hidratação, para ambos os híbridos, sendo que as sementes de menor vigor apresentam maior velocidade de hidratação e teor de água até 15 horas, quando comparadas com sementes de maior vigor. Semeaduras mais profundas que 2 cm reduzem drasticamente a germinação e o vigor de todas as classes de sementes de ambos os híbridos, não ocorrendo interação entre a densidade das sementes com a profundidade de semeadura.

Palavras-chave: *Brassica napus* var. oleífera; densidade de sementes; qualidade fisiológica

ABSTRACT

Master Dissertation
Programa de Pós-graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

QUALITY OF CANOLA SEEDS CLASSIFIED BY DENSITY UNDER DIFFERENT CONDITIONS OF WATER DEFICIT AND SOWING DEPTH

AUTHOR: ALAN DISCHKALN DO AMARAL

ADVISOR: SANDRO LUIS PETTER MEDEIROS

Place and Date of Defense: Santa Maria, 2010, February 26.

The aim of this study was to evaluate the effect of different density classes of canola seeds over the physiologic quality, as well as the effects on different depth of sowing and in conditions of water deficit. Also, the hydration curve was employed as auxiliary element on identification of better quality classes. Seeds of two hybrids of canola, Hyola 61 and Hyola 401, were separated into six classes of density. These classes were submitted to tests to characterize their physiological potential: germination, first count of germination test, length and seedling dry mass. Also was determined the germination evaluation and vigor in water deficit condition into potencies, zero, -0,25, -0,5 and -1MPa, simulated with polyethylene glycol (PEG 6000) and, also in different depth of seeding (1, 2, 3 and 4 cm). According to results presented by the hybrids Hyola 61 and 401, we can conclude that there is an association between seed density and the characteristics of physiological quality (first count of germination test, germination, seedling length and index of emergency speed). The osmotic potentials reduction, from -0,25 MPa on, reduces the germination and vigor of all hybrid seed classes evaluated, being the vigor more affected than the germination. The critical potential for germination is of -1,0 MPa, regardless of the seeds densities. There is a different behavior by the hybrids about the tolerance of stress conditions caused by the PEG 6000, and Hyola 401 was more tolerant than Hyola 61. The physiologic quality affects the water content reached by the canola seeds during hydration, for both hybrids, being that the seeds with less vigor present higher water uptake and water content until 15 hours, when compared to seeds with higher vigor. At last, sowing deeper than 2 cm reduces drastically the germination and vigor of the all class in both hybrids seeds. In this way, was not verified the interaction between seeds density with the depth of sowing.

Key-words: *Brassica napus* var. oleifera; seeds density; physiological quality

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 A cultura da Canola	13
2.2 Profundidade de semeadura	15
2.3 Absorção de água	16
2.4 Germinação sob déficit hídrico	17
2.5 Tamanho de sementes	18
2.6 Densidade de sementes	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Separação das classes de sementes	22
3.2 Caracterização das classes	24
3.2.1 Massa de mil sementes.....	24
3.2.2 Volume de mil sementes.....	24
3.2.3 Densidade de mil sementes.....	25
3.2.4 Germinação.....	25
3.2.5 Primeira contagem do teste de germinação.....	25
3.2.6 Comprimento de plântula.....	26
3.2.7 Massa seca de plântula.....	26
3.3 Curva de hidratação	26
3.4 Germinação sob restrição hídrica	27
3.5 Testes em casa de vegetação	28
3.5.1 Emergência em relação à profundidade de semeadura	28
3.5.2 Índice de velocidade de emergência	30
3.6 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Caracterização das classes	32

4.2 Curva de hidratação.....	35
4.3 Germinação sob restrição hídrica.....	39
4.4 Emergência em diferentes profundidades de semeadura.....	43
5 CONCLUSÕES	52
6 REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A canola é considerada uma das culturas mais importantes no mundo. Esse fato se deve a sua utilização na produção de biodiesel, rações para animais e óleo para consumo humano, sendo este considerado um dos de melhor qualidade. Mas alguns dos entraves para a expansão da cultura ainda são as dificuldades ocasionadas no momento da semeadura pelo tamanho reduzido e desuniformidade de suas sementes.

Um dos fatores mais importantes para se obter uma boa safra é a correta semeadura da cultura. A semeadura inadequada, seja pelo uso de sementes de baixa qualidade fisiológica ou por não seguir as recomendações preconizadas, acaba refletindo durante todo o ciclo, sendo mais visível a redução na produtividade.

Especificamente no caso das sementes destaca-se a sua qualidade, dando especial atenção a sua densidade e volume. Sabe-se que para diversas culturas, o uso de sementes de maior densidade acaba por resultar em plântulas de melhor qualidade, contudo, para outras, indica-se usar sementes maiores para se atingir esse resultado. A densidade e o tamanho de sementes, de forma conjunta ou às vezes isolada, aliada a adequadas condições meteorológicas, fitossanitárias e/ou nutricionais, são de grande importância para o bom desenvolvimento das plantas, garantindo possivelmente elevada produtividade.

Para se obter bons resultados com a canola, torna-se importante saber se as diferenças existentes no tamanho ou na densidade da semente, aliado a profundidade de semeadura, interferem de forma significativa no estabelecimento da cultura. Com base nessas respostas, poder-se-ia indicar ou não a separação das sementes em lotes de acordo com sua densidade/tamanho.

Sementes de tamanho reduzido apresentam certa dificuldade para germinar em semeaduras muito profundas, pois possuem poucas reservas nutricionais, fundamentais durante o processo de germinação. Dessa forma sementes de densidades maiores, independente do seu tamanho, teriam certo favorecimento, pois possuiriam mais reservas por unidade de volume.

Um importante teste para avaliação da qualidade fisiológica das sementes é a sua capacidade de germinação com restrições hídricas, o conhecimento do período que a semente leva para hidratar-se, bem como o teor de água necessário para iniciar o processo de germinação. Tais determinações são importantes pois em certas ocasiões as sementes são expostas a condições de déficit hídrico, ou seja, o sistema encontra-se com quantidade de água suficiente para iniciar o processo de germinação mas não para manutenção desse. Este fato pode acabar resultando na morte da semente, pois para algumas espécies uma vez iniciando o processo de germinação este não pode ser interrompido, contudo para outras a indução e posterior interrupção do processo de germinação, resulta em elevando vigor e germinação uniforme.

Tendo em vista a importância da cultura da canola, torna-se necessário aprimorar o conhecimento de determinados atributos para que sua produção seja otimizada. Por isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o vigor e a germinação de sementes de canola, híbridos Hyola 61 e 401, de diferentes classes de densidade, quando semeados em diferentes profundidades e em condições de déficit hídrico, bem como a curva de hidratação das sementes como elemento auxiliar na identificação de lotes de melhor qualidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Canola

A canola é uma planta herbácea pertencente à família das Brassicáceas, gênero *Brassica*, que engloba várias espécies cultivadas, tanto para usos na horticultura, na forragicultura ou para a produção de óleos e de condimentos. É uma planta anual com hábito de crescimento determinado. Possui sistema radicular pivotante, com ramificação lateral significativa, abordando maior porção do solo quando a raiz principal encontra obstáculos para aprofundar-se. O caule é herbáceo, ereto, com porte variável de 0,5 a 1,7m. As folhas inferiores da planta são pecioladas e formam a roseta. Após a elongação do caule, as folhas emitidas são lanceoladas e abraçam parcialmente a haste. As flores são pequenas e amarelas, agrupam-se em racemos terminais e são formadas por quatro pétalas dispostas em cruz, seis estames e o pistilo. O período de floração varia com a cultivar ou híbrido e pode determinar a manutenção da produtividade em caso de intempéries, seja pela substituição da florada perdida ou por novas flores. Os frutos são síliquas de 5 a 6 cm de comprimento, em cujo interior se encontram as sementes. O comprimento das síliquas, assim como o número de sementes, também varia com a cultivar ou híbrido. As sementes são esféricas, de 2 a 2,5 mm de diâmetro e, uma vez maduras, têm coloração marrom (GARCÍA, 2007).

A canola é uma planta resultante do melhoramento genético principalmente de *Brassica napus* e *Brassica campestris*, visando à obtenção de variedades que contenham menos de 2% de ácido erúico no óleo e menos de 30 μmol de glucosinolatos por grama de matéria seca livre de óleo, melhorando assim sua palatabilidade e a digestibilidade (SANTOS et al., 2001). Possui cerca de 45% de óleo no grão e 35% de proteína no farelo (CARRARO, 1993). Além disto, o óleo obtido desta *Brassica* tem excelente composição devido à grande quantidade de ácidos graxos insaturados. Essas características denotam a grande qualidade dos óleos extraídos da canola e, por conseqüência, no seu alto valor comercial, o que

tem despertado o interesse da indústria na sua produção e comercialização (YOUNTS, 1990).

Cultivada em vários países, conforme Brum (2006), seu maior produtor mundial é a União Européia, com 15,47 milhões de toneladas, seguida da China com 12,2 milhões e do Canadá com 8,5 milhões de toneladas. No Brasil, o cultivo da canola iniciou-se na década de 80 e, no ano de 2006, a área cultivada chegou a 26.500 ha, concentrando-se principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás (TOMM, 2006). Peres et al. (2005) citam que a produção nacional de grãos de canola é insuficiente em relação à demanda, atendendo apenas 30% do consumo. Esse cenário garante a compra de toda a canola produzida no Brasil.

Martin; Nogueira (1993) destacam a canola como uma importante alternativa de diversificação por representar uma atraente opção de renda para o agricultor da região sul no período de inverno. Tomm (2007) salienta a sua utilização em esquemas de rotação de culturas, particularmente com trigo, pois estudos apontam a redução dos problemas ocasionados por doenças que afetam esse cereal. Com o potencial de crescimento dessa cultura torna-se necessária a intensificação de pesquisas buscando informações sobre a mesma para as condições brasileiras.

No mercado brasileiro existem vários genótipos de canola disponíveis. Citam-se os híbridos Hyola 43, 60, 61, 401 e 420, os quais têm comercialização assegurada da produção por empresas interessadas no refino e comercialização do óleo comestível (TOMM, 2005). Os três primeiros híbridos são resistentes à principal doença da canola, a “canela preta”. Essa doença, causada pelo fungo *Leptosphaeria maculans*, causa vários danos na planta, como perda de área foliar e deterioração dos tecidos da base do caule, levando ao tombamento e morte da planta. É recomendado que produtores utilizem os híbridos que apresentem essa resistência, pois assim reduzem as chances de ter suas lavouras infectadas e aumentam a possibilidade de uma boa safra.

Destes híbridos destaca-se o Hyola 61, que apresenta resistência poligênica à canela-preta, com excelente desempenho tanto sob deficiência hídrica como sob frio intenso. Apresenta ciclo médio e estabilidade no rendimento quando cultivado em condições variadas. Também se destaca o Hyola 401, pois este além de apresentar alta adaptabilidade a vários ambientes também é o híbrido mais precoce cultivado no Brasil, contudo não apresenta resistência a canela preta (TOMM, 2007).

2.2 Profundidade de semeadura

Durante a germinação das sementes, três fatores são fundamentais e devem estar presentes adequadamente: calor, umidade e oxigênio. Para a emergência da plântula, um quarto fator torna-se importante, a profundidade de semeadura (ORTOLANI et al., 1986).

Em qualquer cultivo, a profundidade de semeadura deve ser adequada para garantir a adequada emergência de plântulas e alto rendimento de grãos. Para isto, as peculiaridades das sementes (tipo de germinação, tamanho, qualidade fisiológica e sanitária, etc.), zoneamento e manejo da cultura devem ser obedecidos (MINAMI, 1982; SILVA, 1992; GUIMARÃES et al., 2002).

Segundo Minami (1982) quando a semeadura é feita muito próxima à superfície as sementes podem ficar predispostas a qualquer variação ambiental, como excesso ou déficit hídrico ou térmico. Caso isso ocorra podem ser originadas plântulas pequenas e fracas. Contudo, profundidades de semeadura excessivas podem impedir que a plântula ainda frágil emergja à superfície do solo ou acabar retardando a emergência.

O retardo na emergência acaba por resultar em um menor índice de velocidade de emergência (IVE) que para Martins et al. (1999) e Iriarte; Valetti (2008), um valor alto de IVE é uma característica altamente desejável, pois quanto mais tempo a plântula permanecer nos estádios iniciais de desenvolvimento e demorar a emergir do solo, mais vulnerável estará às condições adversas, como ataque de patógenos, déficit hídrico e baixas temperaturas.

Trabalhando com sementes de canola de diferentes tamanhos semeadas a 2,5 cm e 5 cm, Lamb; Johnson (2004) relatam que não encontraram diferença significativa na emergência entre as classes de tamanho dentro de cada profundidade de semeadura, sendo a maior emergência encontrada nas sementes semeadas a 2,5 cm. Contudo, estudos de Mian; Nafziger (1994) demonstraram que sementes grandes se destacam produzindo plântulas maiores em condições de semeadura profunda. Lowe; Ries (1973) justificam esse fato pela maior quantidade de reservas contidas em sementes grandes, que servem como fonte de nutrientes para o crescimento inicial da planta.

2.3 Absorção de água

A hidratação é um processo físico relacionado com as propriedades dos colóides, e ocorre tanto em sementes vivas quanto mortas (MAYER; MAYBER, 1978; COPELAND; MCDONALD, 1995). Segundo Carvalho; Nakagawa (2000), para que inicie o processo de germinação de uma semente, um dos fatores necessários é o meio fornecer água suficiente para a hidratação da mesma, permitindo a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas e, com isto, a retomada do processo de desenvolvimento do embrião.

Sob condições não restritivas de suprimento hídrico, a absorção de água obedece a um padrão trifásico. Na fase I, denominada embebição, a absorção ocorre de modo rápido em sementes vivas ou mortas. Na fase II, há redução acentuada na velocidade de hidratação acompanhada por eventos preparatórios para a emergência radicular. Embora as sementes mortas ou dormentes possam atingir a fase II, somente as potencialmente capazes de germinar alcançam a fase III, caracterizada por elevadas taxas de absorção de água e atividade respiratória, com início identificado pela protrusão do eixo embrionário (BEWLEY; BLACK, 1994; BRADFORD, 1995; COPELAND; Mc.DONALD, 1995).

O início do processo de hidratação sofre interferência da permeabilidade do tegumento, composição química das sementes, disponibilidade e quantidade de água no meio e nas sementes (BEWLEY; BLACK, 1994; BRADFORD, 1995; COPELAND; McDONALD, 1995; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), temperatura (MURPHY; NOLAND, 1982), área de contato entre a semente e o substrato (LeDEUNF, 1989). Devido a estes fatores, Rodrigues (1988) disse que o tempo que uma semente leva para absorver a quantidade de água necessária para o início do processo de germinação pode ser mais longo ou mais curto.

Segundo Rocha et al. (1984), sementes de soja que tiveram sua colheita retardada apresentaram elevação na velocidade de hidratação quando comparadas com as colhidas na época recomendada. De acordo com Hegarty (1978) e Nimer et al. (1983), isso sugere que sementes com, algum tipo de deterioração podem hidratar-se mais rapidamente. Entretanto, McDonald et al. (1988) verificaram que a

hidratação de sementes de soja ocorreu de forma similar, independente do seu estado de deterioração.

Em outros estudos relacionados a hidratação de sementes de diferentes tamanhos, Calero et al. (1981), Hsu et al. (1983) e Souza et al. (1996) constataram que sementes de menor tamanho atingem teores de água superior as de maior tamanho. Este fato pode ser relacionado à maior área de contato das sementes menores com água.

Constata-se que ainda não existe um consenso que responda questões como qual o teor de água absorvido, o tempo que a semente leva para absorver esse teor e se esse é influenciado da mesma maneira para todas as sementes, independente do seu tamanho ou densidade. No intuito de se encontrar respostas a estas questões, diversas pesquisas vêm sendo conduzidas para tentar relacionar os efeitos da velocidade de hidratação com a qualidade fisiológica de sementes. Contudo, esses resultados ainda não são de consenso global.

2.4 Germinação sob déficit hídrico

A água tem grande importância para início do processo de germinação. Além disso, existe a necessidade de que a semente alcance um nível adequado de hidratação, permitindo a reativação dos seus processos metabólicos. Analisando as relações hídricas envolvidas nas taxas de germinação de sementes, Marcos Filho (1986) observou que o início da germinação está relacionado diretamente com o conteúdo de água no meio e a sensibilidade de início do crescimento radicular a esse, levando-se em conta a habilidade do embrião em absorver água e iniciar seu crescimento, que, segundo Adegbuyi et al. (1981) e Ávila et al. (2007), é dependente do potencial osmótico de suas células.

A ocorrência de baixos potenciais hídricos, especialmente no início da hidratação, interferem negativamente na absorção de água pelas sementes, podendo inviabilizar a seqüência de eventos do processo germinativo (BANSAL et al., 1980; MIKUSINSK, 1987).

Alguns trabalhos têm sido conduzidos com diferentes substâncias para simular potenciais osmóticos negativos. Uma parte deles relata que certas

substâncias como o manitol, além de simular o potencial osmótico, seriam absorvidos pelas sementes tornando-se tóxicos, fato que poderia interferir nos resultados (VERSLUES et al., 2006). Outras substâncias como o polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) não apresentariam este mesmo problema, pois este é quimicamente inerte e atóxico para as sementes, além de não penetrar no tegumento devido ao tamanho de suas moléculas (VILLELA et al., 1991).

Perboni et al. (2008), comparando soluções de manitol e PEG 6000 relatam que o manitol não foi efetivo para imprimir efeito sobre a germinação de sementes de canola. Os autores relatam que quando a semeadura foi avaliada em potenciais osmóticos simulados com PEG 6000 ocorreu redução na germinação nos potenciais abaixo de $-0,4\text{MPa}$. Ávila et al. (2007), trabalhando com manitol, relatam que sementes de canola, híbrido Hyola 401, quando semeadas em potencial osmótico de $-0,47\text{MPa}$ apresentaram uma tendência de maior crescimento do sistema radicular e, no potencial osmótico de $-1,00\text{MPa}$ a germinação das sementes ficou próxima a zero. Os autores verificaram que quanto maior o potencial osmótico mais rápido ocorria à germinação sendo que, no potencial zero a germinação começou a partir das 16 horas do início do teste e no potencial $-0,64\text{MPa}$ esta só foi visível após 36 horas.

2.5 Tamanho de sementes

O tamanho das sementes e sua relação com o potencial fisiológico também tem sido assunto contraditório nos trabalhos conduzidos por pesquisadores. De acordo com McDonald Junior (1975), o tamanho da semente avalia os aspectos morfológicos possivelmente associados ao vigor. Porém, Andrade et al. (1997) afirma que sementes de milho quando separadas em grandes e pequenas não apresentaram diferenças no vigor. Hanumaiah; Andrews (1973), trabalhando com sementes de nabo e repolho, encontraram diferenças significativas influenciando a uniformidade do estande das plantas e a produtividade quando comparam sementes com tamanhos diferentes. Aguiar et al. (2001) verificaram que não houve diferença significativa no vigor das sementes de girassol com menor tamanho, logo que estas foram armazenadas, entretanto, após seis meses de armazenamento, as sementes

de menor tamanho apresentaram menor vigor quando comparadas às sementes de maior tamanho, demonstrando assim que a qualidade fisiológica das sementes também está ligada a sua idade.

As relações entre o tamanho da semente e o desenvolvimento das plantas de canola têm sido relatadas em trabalhos como os de Ahmed; Zuberi (1973) e Lamb; Johnson (2004) e estes não encontraram diferenças no comportamento de sementes grande e pequenas quando expostas as mesmas condições no ambiente. Porém, trabalhos de Lafond; Baker (1986) e Grieve; Francois (1992) demonstram que em plântulas de trigo originadas de sementes grandes apresentaram maior estatura e acumularam mais massa seca em comparação com plântulas originadas de sementes pequenas.

As sementes grandes se destacam produzindo plântulas maiores em condições de baixa disponibilidade hídrica (MIAN; NAFZIGER, 1994), em alta salinidade (GRIEVE; FRANCOIS,1992), sob semeadura profunda (MIAN; NAFZIGER, 1994) ou com baixo suprimento de nitrogênio pelo solo. Essas respostas ressaltam a importância das reservas da semente como fonte de nutrientes para o crescimento inicial da planta (LOWE; RIES, 1973).

Em trabalho realizado por Menezes et al. (1991) observou-se que o tamanho das sementes de milho influenciou em sua germinação e vigor, sendo as sementes maiores as que apresentaram maior velocidade de emergência.

Outro fato a ser levado em consideração é o momento da semeadura. Dessa forma, Lima (1997) demonstra que o tamanho da semente é um atributo importante e essencial na regulagem das semeadoras, lotes de sementes uniformes e de maior tamanho facilitam a regulagem da semeadora e a semeadura quando feita corretamente irá propiciar emergência de estandes ajustados e, em muitos casos, economia de sementes por unidade de área.

2.6 Densidade de sementes

A densidade das sementes, também chamada de massa específica, é influenciada por vários fatores entre eles: presença de ar (espaços vazios) no interior das sementes, composição química, maturidade, teor de óleo e umidade. Em muitas

espécies, a massa da semente é um indicativo de sua qualidade fisiológica, sendo que em um mesmo lote, sementes com menor densidade, normalmente, apresentam menor desempenho do que as mais densas (BEZERRA et al., 2004).

Shepetina et al. (1986) relataram que a separação das sementes por tamanho (através de peneiras) não interferiu significativamente em características como germinação ou vigor das mesmas, bem como na produtividade da cultura. Contudo, quando sementes de mesmo tamanho foram separadas por densidade, ocorreram grande diferença tanto no desenvolvimento inicial quanto na produtividade das plantas. Demonstrando assim a influência direta da densidade das sementes sobre sua qualidade.

Investigando a influência da densidade de sementes na produção do feijão, Cunha et al. (1979) concluíram que a maior produtividade ocorreu com a utilização de sementes mais densas. Pesquisas de Frazão et al. (1983) com sementes de guaraná e Tupper et al. (1970) com sementes de algodão demonstraram que sementes mais densas apresentaram porcentagens superiores de emergência e crescimento mais vigoroso das plântulas. Segundo Minton; Supak (1980), a associação desses fatores resultaria em maior produtividade. Bezerra et al. (2002) constataram que a classificação das sementes de copaíba por massa não afetou a porcentagem, velocidade e tempo médio de germinação, porém as plântulas oriundas de sementes mais densas foram mais vigorosas do que as demais classes de sementes menos densas. Bezerra et al. (2004) trabalhando com moringa observaram que a separação das sementes em duas classes, pesadas e leves, influenciou diretamente na altura, biomassa da parte aérea e total, mostrando que as com maior massa foram mais vigorosas do que as ditas leves.

Conforme Ávila et al. (2005), na cultura da canola, híbrido Hyola 401, lotes com maior massa de mil sementes apresentaram correlação negativa e significativa com a emergência das plântulas no campo. Também observaram que o lote com maior massa de mil sementes não apresentou maior vigor. Nesse sentido, Martins et al. (2000) verificaram que sementes mais leves de palmito-vermelho apresentaram menor porcentagem e menor índice de velocidade de germinação quando comparadas com sementes de maior massa. Em uma mesma espécie, Carvalho; Nakagawa (2000) asseguram que as sementes de maior massa, por serem mais bem nutridas durante o seu desenvolvimento, possuem embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, sendo por conseguinte, mais vigorosas,

originando plântulas mais desenvolvidas. Para Haig; Westoby (1991), a maior quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula, pois permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis.

Os resultados encontrados com trabalhos relacionando o efeito da densidade da semente sobre a germinação, emergência, vigor, crescimento inicial e produção da planta ainda não estão inteiramente elucidados (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maira-RS e constaram de duas partes. A primeira, caracterização dos lotes, germinação em déficit hídrico e curva de hidratação, realizou-se no Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes (LDPS). A segunda, semeadura em diferentes profundidades, realizou-se em casa de vegetação do Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia (NUPEC). Utilizaram-se sementes dos híbridos de canola (*Brassica napus* L. var oleífera) Hyola 61 e 401. A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada a partir de uma amostra de 3 kg de sementes, tratados com fungicida Carboxin + Thiran.

3.1 Separação das classes de sementes

As sementes de cada híbrido foram separadas, com o auxílio de uma peneira, em duas classes de tamanho maiores ou iguais a 2mm e menores do que 2 mm. Posteriormente, cada classe de tamanho foi separada novamente, se utilizado um soprador de sementes forrageiras (SSF) (Figura 1), em duas subclasses de densidade.

Para realizar o processo de separação, as sementes foram colocadas em uma gaveta com fundo vazado do SSF, possibilitando a passagem de ar com velocidade ajustada, entre as sementes. As sementes de menor densidade foram conduzidas através de um tubo de vidro até um saco de algodão, local que ficaram depositadas. Ao final do processo, as sementes de maior densidade permaneceram depositadas na gaveta e as de menor densidade no saco de algodão.



Figura 1 – Soprador de sementes forrageiras

Por fim, obtiveram-se seis classes de sementes de cada híbrido, mais o lote inicial, caracterizadas conforme sua densidade (Tabela 1). A classe 5 do híbrido Hyola 61 e a classe 7 do Hyola 401 representavam o lote inicial, ou seja, a amostra de antes da separação.

Tabela 1 – Classes de sementes dos híbridos Hyola 61 e 401, caracterizadas por sua densidade. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM-2009.

Classe	Densidade (g cm ⁻³)
Hyola 61	
1	1,011
2	1,076
3	1,082
4	1,106
5	1,120
6	1,157
7	1,188
Hyola 401	
1	1.046
2	1.142
3	1.148
4	1.150
5	1.164
6	1.172
7	1.208

Após o processo de separação, as sementes foram armazenadas em ambiente refrigerado até o momento em que foram utilizadas para os testes de qualidade fisiológica.

3.2 Caracterização das classes

Foram realizados os seguintes testes em laboratório para caracterizar as sete classes de sementes dos híbridos Hyola 61 e Hyola 401.

3.2.1 Massa de mil sementes (MMS)

Realizado em balança com sensibilidade de 1/10000g, seguindo as Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992), sendo usadas oito repetições de 100 sementes para cada classe de cada híbrido.

3.2.2 Volume de mil sementes (VMS)

Conduzida com uma bureta de 10 mL e graduação de 1: 20. Foram usadas quatro repetições de 100 sementes de cada classe de cada híbrido, colocadas dentro da bureta contendo acetona P.A. com densidade de $0,788 \text{ g cm}^{-3}$. A leitura do volume foi feita verificando-se o volume de acetona deslocado no momento em que foram colocadas as sementes.

3.2.3 Densidade de mil sementes (DMS)

Realizada através da razão entre a MMS e o VMS. Os resultados foram expressos em g cm^{-3} .

3.2.4 Germinação (G)

Utilizaram-se quatro repetições de 50 sementes para cada classe de cada híbrido, semeadas em caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo quatro folhas de papel toalha umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco e mantidas em germinador regulado a 20°C e fotoperíodo de oito horas de luz a cada 24 horas. As avaliações foram realizadas aos cinco e aos sete dias, após o início do teste, conforme as RAS (BRASIL, 1992), sendo consideradas germinadas todas as sementes que apresentassem plântulas com pelo menos 2,5 cm de comprimento e fossem normais, ou seja, não apresentassem nenhum problema na formação de suas estruturas (hipocótilo, folhas cotiledonares e radícula). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.5 Primeira contagem do teste de germinação (PC)

Conduzida conjuntamente com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais, após cinco dias da instalação do teste conforme indicado por Brasil (1992). O teste de PC foi utilizado como um dos instrumentos para verificar o vigor das sementes e, os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.6 Comprimento de plântulas (CP)

Os procedimentos para essa análise foram descritos por Vanzolini et al. (2007), sendo utilizadas quatro repetições de 10 sementes para cada classe de cada híbrido. Os papéis toalha foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. As sementes de cada classe foram depositadas em linha no terço superior do papel. Após, procedeu-se o enrolamento do papel, formando rolos que foram acondicionados em sacos plásticos e posicionados verticalmente no germinador por sete dias a 20°C com fotoperíodo de oito horas. Ao final deste período, efetuou-se a mensuração das partes das plântulas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se um paquímetro. Para o cálculo considerou-se não só as plântulas normais, mas o número total de sementes postas para germinar. Os resultados de cada plântula foram expressos em centímetros.

3.2.7 Massa seca de plântula (MSP)

Obtida a partir de quatro repetições de 10 sementes, com amostras provenientes do teste de comprimento de plântula, porém com a remoção das folhas cotiledonares, mantido em sacos de papel, em estufa à 65°C, até atingirem massa constante. Em seguida, foi determinada a massa de plântula com auxílio de uma balança de precisão (0,001g). O valor obtido pela soma de cada repetição foi dividido pelo número de plântulas utilizadas, sendo os resultados expressos em g plântula⁻¹, conforme preconizado por Nakagawa (1999).

3.3 Curva de hidratação

Conduzida utilizando-se quatro repetições de 50 sementes para cada classe de cada híbrido e horário de amostragem, semeadas em caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo cinco folhas de papel toalha (substrato) umedecidas com água

destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco, sendo uma destas folhas colocada sobre as sementes, e mantidas em germinador regulado a 20°C e com luz. A cada 3 horas, até completar o período de 24 horas, foram retiradas quatro repetições de cada classe. Com uma balança, de precisão de 0,0001g, foi aferida a massa das sementes de cada uma das repetições. Após a determinação da massa, as sementes foram imediatamente colocadas para secar em estufa a 105°C por 24 horas, de acordo com a RAS (BRASIL, 1992), sendo novamente aferida sua massa depois de retiradas as sementes da estufa. Então por diferença de massa determinava-se o teor de água das sementes.

3.4 Germinação sob restrição hídrica

A germinação em condições de restrição hídrica foi avaliada com soluções contendo quantidades distintas de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000), originando diferentes níveis de potencial osmótico. Os testes foram realizados em substrato papel toalha embebido com solução contendo PEG 6000 nos seguintes níveis de potencial osmótico: 0; -0,25; -0,5; -1,0MPa. O nível zero foi utilizado como testemunha, utilizando-se apenas água destilada para embeber o substrato.

As concentrações utilizadas de PEG 6000 foram propostas por Villela et al. (1991). Seguem na Tabela 2 as concentrações de PEG 6000, em g L⁻¹ de água destilada, utilizadas para obter cada nível de potencial osmótico.

Tabela 2 – Quantidade de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) utilizada para o preparo das soluções nos diferentes níveis de potencial osmótico.

Nível (MPa*)	PEG 6000
	(g L ⁻¹ de água destilada)
0	0
-0,25	128,455
-0,5	192,624
-1,0	284,021

A germinação (primeira contagem e contagem final) foi efetuada utilizando-se quatro repetições de 50 sementes de cada classe em cada híbrido, colocadas para germinar em caixas plásticas do tipo “gerbox” sobre quatro folhas de papel toalha umedecidas com 2,5 vezes a massa do substrato seco da solução contendo quantidades pré-estabelecidas de PEG 6000 para proporcionar diferentes níveis de potencial osmótico, além do tratamento com água destilada, representando a testemunha. Posteriormente, as caixas plásticas foram embaladas e levadas a um germinador, regulado para manter temperatura constante de 20°C e fotoperíodo de 8 horas a cada 24 horas. As avaliações foram realizadas no quinto (primeira contagem) e no sétimo dia (contagem final) após a instalação do teste, computando-se a percentagem de plântulas normais segundo as indicações contidas nas RAS (BRASIL, 1992).

3.5 Testes em casa de vegetação

Foram realizados testes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes no solo em quatro profundidades de semeadura (1, 2, 3 e 4 cm), em casa de vegetação.

3.5.1 Emergência em relação à profundidade de semeadura

Para cada híbrido foram semeadas 50 sementes de cada classe nas profundidades de um, dois, três e quatro centímetros. A semeadura foi realizada manualmente em bandejas que mediam 25 cm x 37,5 cm x 5,5 cm (largura x comprimento x profundidade) contendo solo peneirado tipo Argissolo Vermelho Distrófico Arenico, conforme classificação da EMBRAPA (2006). Independentemente da profundidade de semeadura, todas as sementes tiveram uma camada de 1,5 cm (1640 g) de solo entre elas e o fundo da bandeja. A umidade inicial do solo foi de 4,4%, dessa forma teve-se o cuidado de acrescentar-se mais o equivalente a essa percentagem de água em massa de solo, correspondendo à correção da umidade.

Cada bandeja correspondeu a uma profundidade de semeadura e todas que representavam a mesma profundidade continham a mesma massa de solo (Tabela 3). As bandejas foram divididas em quatro partes, cada uma das quais semeadas com uma classe de sementes (Figura 2). Dessa forma uma unidade experimental foi composta por duas bandejas.

Tabela 3 – Massa de solo utilizada para caracterizar cada profundidade de semeadura.

Profundidade (cm)	Massa de solo (g)
1	2500
2	3640
3	4640
4	5640

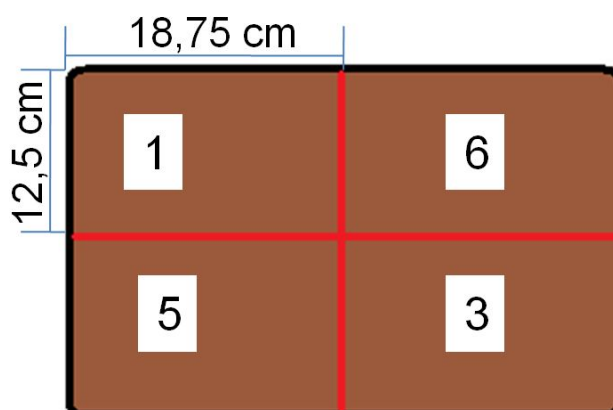


Figura 2 – Esquema de semeadura das bandejas utilizadas no experimento.

Após a semeadura os tratamentos foram irrigados com a quantidade de água correspondente a 80% da capacidade de campo do solo utilizado.

A capacidade de campo foi calculada conforme metodologia proposta por Souza et al. (2000), que consiste em colocar uma massa de solo conhecida em três vasos com o fundo vazado. Coloram-se os vasos com solo sobre uma lâmina de água por 12 horas para que estes absorvessem por capilaridade a água e então ficassem saturados. Após este período os vasos foram retirados da lâmina d'água e tiveram sua parte superior vedada, para não perder água por evaporação. Então

foram submetidos à livre drenagem por um período não inferior a 20 horas, até o total cessamento da drenagem. Em seguida o solo foi pesado e levado à estufa por 24 horas a 105°C, para após ser novamente pesado e, então, por diferença de massa, foi determinado o conteúdo de água retido.

Na semeadura foi determinada a massa de cada unidade experimental (bandeja+solo+sementes+água). A reposição de água perdida por evaporação foi realizada todos os dias após as 16 horas, momento em que foi determinada a massa das bandejas, para posterior reposição da quantidade de água que havia sido perdida.

Foram realizadas as avaliações de primeira contagem do teste de emergência (porcentagem de plântulas emergidas aos 10 dias) e teste de emergência (momento em que não foram mais observadas à emergência de nenhuma plântula, com limite de 21 dias após a semeadura).

3.5.2 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Foi determinado registrando-se diariamente o número de plântulas emersas até estabilização e calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + K + \frac{En}{Nn}$$

Onde:

IVE: Índice de velocidade de emergência

E1 + E2 + ... En = número de plantas emergidas computadas na primeira, segunda até a contagem de número n.

N1 + N2 + ... Nn = número de dias da semeadura a primeira, segunda até a contagem de número n.

Foram consideradas como emersas as plântulas que apresentavam os cotilédones totalmente livres.

3.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado para ambos os híbridos nos testes de laboratório foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para cada classe de sementes de cada híbrido e, nos testes em casa de vegetação foi de blocos ao acaso com quatro profundidades de semeadura e sete classes de sementes em parcelas subdivididas. Os valores de germinação e primeira contagem do teste em laboratório e casa de vegetação, por não apresentarem distribuição normal conforme o teste de Lilliefors, foram transformados em arco-seno* $(\sqrt{(x+0.02)/100})$. Os demais dados (IVE, teor de água e tempo de hidratação, comprimento de hipocótilo, comprimento de radícula, comprimento total de plântula, MSP, MMS, VMS) apresentaram distribuição normal, portanto não foram transformados. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, avaliando-se a diferença entre as classes de sementes através do teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Para avaliar a influência da profundidade de semeadura na germinação, IVE, teor de água na curva de hidratação e germinação em potenciais hídricos negativos foi efetuada análise da regressão. Para realização dos procedimentos estatísticos foram utilizados os softwares Sisvar (FERREIRA, 2000) e Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das classes

Os valores da massa de mil sementes (MMS) e volume de mil sementes (VMS) de canola híbridos Hyola 61 e 401 (Tabela 4) apresentaram diferenças significativas entre as classes. A classe 2 do híbrido Hyola 61 e as classes 2 e 3 do híbrido Hyola 401 apresentaram sementes significativamente com menor MMS do que as demais classes. As classes 3 e 6 do híbrido Hyola 61 e 4 do híbrido Hyola 401 foram as que apresentaram maior massa. Para os dois híbridos a análise do VMS evidenciou menor estratificação que a verificada em MMS. Assim, constatou-se que sementes com mesmo valor de VMS possuem diferentes valores de MMS, como por exemplo as classes 2, 4 e 7, bem como 1 e 5 do Hyola 61 e, também as classes 1, 5 e 7 do Hyola 401.

Os resultados encontrados para VMS e MMS apontam que não necessariamente as sementes de maior massa terão maior volume, como pode ser constatado na classe 6 do híbrido Hyola 61 (Tabela 4). As relações entre massa e volume são explicadas por Young et al. (2006), como sendo decorrente de espaços vazios em seu interior. Assim, a presença desses espaços vazios poderia ser decorrente da maturação desuniforme da canola. No momento da colheita existem sementes maduras e outras que ainda não atingiram a maturidade fisiológica. Dessa forma, as sementes que ainda não atingiram a maturidade fisiológica ainda não apresentariam o teor de óleo que teriam se tivessem completado a maturidade. Deste modo, os espaços existentes no interior das sementes que seriam preenchidos com óleo ficam vazios. A ocorrência desses espaços distribui melhor a massa das sementes em sua área, aumentando sua superfície de contato e facilitando a absorção de solutos.

Tabela 4 – Massa de mil sementes (MMS), volume de mil sementes (VMS), primeira contagem (PC), germinação (G), comprimento de plântula – hipocótilo (CP_{Hip}), comprimento de plântula – radícula (CP_{Rad}), comprimento de plântula – total (CP_T) e massa seca de plântula (MSP) de sete classes de sementes de canola híbridos Hyola 61 e 401. Laboratório didático de pesquisa em sementes, Santa Maria – RS, 2009.

Classe (densidade g cm ⁻³)	MMS (g)	VMS (cm ³)	PC (%)	G (%)	CP _{Hip} (cm)	CP _{Rad} (cm)	CP _T (cm)	MSP (g)
Hyola 61								
1 (1,011)	4,170 c	4,125 b	45 b*	63 b	1,053 c	2,713 b	3,765 b	0,010 b
2 (1,076)	3,363 f	3,125 c	70 a	88 a	1,473 b	5,143 a	6,615 a	0,010 b
3 (1,082)	5,275 a	4,875 a	56 b	92 a	2,205 a	6,975 a	9,180 a	0,017 a
4 (1,106)	3,623 e	3,275 c	56 b	89 a	1,818 a	5,713 a	7,530 a	0,010 b
5 (1,120)	4,478 b	4,000 b	69 a	94 a	2,155 a	6,058 a	8,213 a	0,010 b
6 (1,157)	5,350 a	4,625 a	59 a	96 a	1,866 a	5,303 a	7,168 a	0,013 b
7 (1,188)	4,008 d	3,375 c	73 a	94 a	1,898 a	6,182 a	8,080 a	0,010 b
Média	4,324	3,910	61	88	1,781	5,441	7,221	0,011
C.V. (%)	1,44	7,25	16,48	9,61	14,82	14,90	14,28	23,39
Hyola 401								
1 (1,046)	4,810 d	4,625 b	76 c	96 a	2,723 a	5,660 a	8,385 a	0,015 b
2 (1,142)	3,570 f	3,125 c	94 b	96 a	2,958 a	6,080 a	9,038 a	0,010 b
3 (1,148)	3,445 f	3,000 c	91 b	96 a	2,815 a	5,528 a	8,343 a	0,010 b
4 (1,150)	5,895 a	5,125 a	98 a	96 a	2,810 a	5,555 a	8,365 a	0,020 a
5 (1,164)	5,530 b	4,750 b	92 b	98 a	2,678 a	6,070 a	8,748 a	0,018 a
6 (1,172)	3,957 e	3,375 c	94 b	98 a	3,350 a	6,250 a	9,600 a	0,013 b
7 (1,208)	5,285 c	4,375 b	95 b	98 a	3,243 a	6,673 a	9,915 a	0,020 a
Média	4,642	4,053	91,14	96,85	2,939	5,974	8,913	0,015
C.V. (%)	2,14	6,99	7,10	3,81	16,00	15,50	14,54	23,00

*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferiram pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro.

As classes 1, 3 e 4 do híbrido Hyola 61 apresentaram menor vigor, diferindo significativamente das demais (Tabela 4). Para o híbrido Hyola 401, somente a classe 1 apresentou menor valor de PC, sendo que as demais classes do híbrido Hyola 401 obtiveram mais de 90% de plântulas normais, enquanto a classe 1 obteve 76%. Quanto ao híbrido Hyola 61, as classes que apresentaram maior porcentagem de plântulas normais aos cinco dias após o início do teste de germinação, com índice igual ou superior a 59%, foram as classes 2, 5, 6 e 7. Verificou-se relação entre densidade e vigor de sementes, sendo as de menor densidade as que apresentaram menores porcentagens de plântulas normais na PC, principalmente no híbrido Hyola 61. Tal tendência corrobora com as observações de Tupper et al. (1970), Frazão et al. (1983) e Bezerra et al. (2002), os quais relatam que independentemente de massa, as sementes mais densas podem ser mais vigorosas.

O teste de germinação (G) (Tabela 4) indicou diferença significativa entre as classes do híbrido Hyola 61. A classe 1 apresentou menor G, sendo de 63%, enquanto as demais apresentaram G superior a 88% (Tabela 4). Assim as diferenças apresentadas na PC não foram observadas em G, com exceção da classe 1. Para o híbrido Hyola 401 não ocorreu diferença entre classes para a variável G, sendo que a germinação das sete classes ficou entre 96 e 98%, mesmo para as classes que apresentaram diferenças estatísticas de PC.

Rotineiramente, a qualidade de sementes é avaliada por meio do teste de germinação. Porém, segundo Martins et al. (2002), para conhecimento da qualidade fisiológica de um lote de sementes é necessário complementar os resultados do teste de germinação em gerbox com outros testes. Os testes de emergência, índice de velocidade de emergência e comprimento de plântula são testes complementares ao de germinação em gerbox, pois levam em consideração outros aspectos que também interferem na qualidade fisiológica da semente.

Para o híbrido Hyola 61, a classe 1 foi a que apresentou menor comprimento de radícula (Tabela 4), hipocótilo e, por conseguinte, comprimento total. O híbrido Hyola 401 não apresentou diferença significativa para as variáveis radículas, hipocótilo e comprimento total de raiz.

Quanto à massa seca de plântula, a classe 3 do híbrido Hyola 61 e as classes 4, 5 e 7 do híbrido Hyola 401 foram as que apresentaram maior massa (Tabela 4), diferindo significativamente de todas as outras. Confrontando-se os resultados de

MSP, MMS e VMS em relação à DMS, não se observou uma associação clara entre as variáveis, ou seja, o aumento da MSP, MMS e VMS não está diretamente associado ao aumento da DMS. No híbrido Hyola 61 foi verificada uma relação direta em que as maiores MSP estariam associadas aos maiores índices de MMS e VMS. Lafond; Baker (1986), Grieve; Francois (1992) e Fornasieri-Filho et al. (1996) ressaltam que sementes de maior tamanho geram plântulas com maior conteúdo de massa seca. Esse fato pode ser consequência do maior acúmulo de reservas pelas sementes e posterior utilização destas na constituição dos órgãos. Para o híbrido Hyola 61, a classe 3 apresentou maior massa seca de plântulas e não é a que apresenta maior MMS, que foi a classe 6. Contudo, estas duas classes não diferiram significativamente entre si. Assim, Lowe; Ries (1973) mencionam que lavouras geradas por sementes maiores poderiam apresentar maior produtividade devido à maior quantidade de tecido de reserva que seria utilizado no desenvolvimento inicial da plântula.

A caracterização inicial das classes do híbrido Hyola 401, apresentou diferença, destacando-se de forma positiva e significativa no teste de primeira contagem, a classe 4 e, na massa seca de plântula, as classes 4, 5 e 7 (Tabela 4). Os testes de primeira contagem e de germinação, bem como comprimento de hipocótilo, radícula e total de plântulas, identificaram a classe 1 do híbrido Hyola 61 como a de menor qualidade fisiológica. Assim pode-se verificar que a separação das sementes do híbrido Hyola 61 pela densidade foi suficiente para detectar a classe de menor qualidade fisiológica. Demonstrando que a classificação pelo volume nem sempre é a mais eficiente quando se deseja classificar um lote de sementes quanto a sua qualidade fisiológica.

4.2 Curva de hidratação

As sementes das classes 1, 3, 5 e 6 do híbrido Hyola 61 apresentaram maior teor de água nas primeiras 3 horas de hidratação (Figura 3). Esse fato pode ter sido ocasionado pela maior área de contato dessas sementes, pois estas classes são compostas por sementes que apresentaram os maiores valores de VMS (Tabela 4). Além disso, segundo Hegarty (1978) e Nimer et al. (1983), a rápida absorção de

água pode estar associada à deterioração das membranas das sementes, tornando-as assim mais permeáveis à entrada de solutos nas primeiras horas da hidratação. Os resultados encontrados na caracterização dos lotes (Tabela 4) mostram que as sementes da classe 1 foram aquelas que apresentaram a menor germinação, comprimento de hipocótilo, radícula e total de plântulas. Baseado nesses resultados, pode-se inferir que essa classe de sementes apresentava deterioração das suas membranas, o que explicaria a rápida absorção e a baixa qualidade fisiológica.

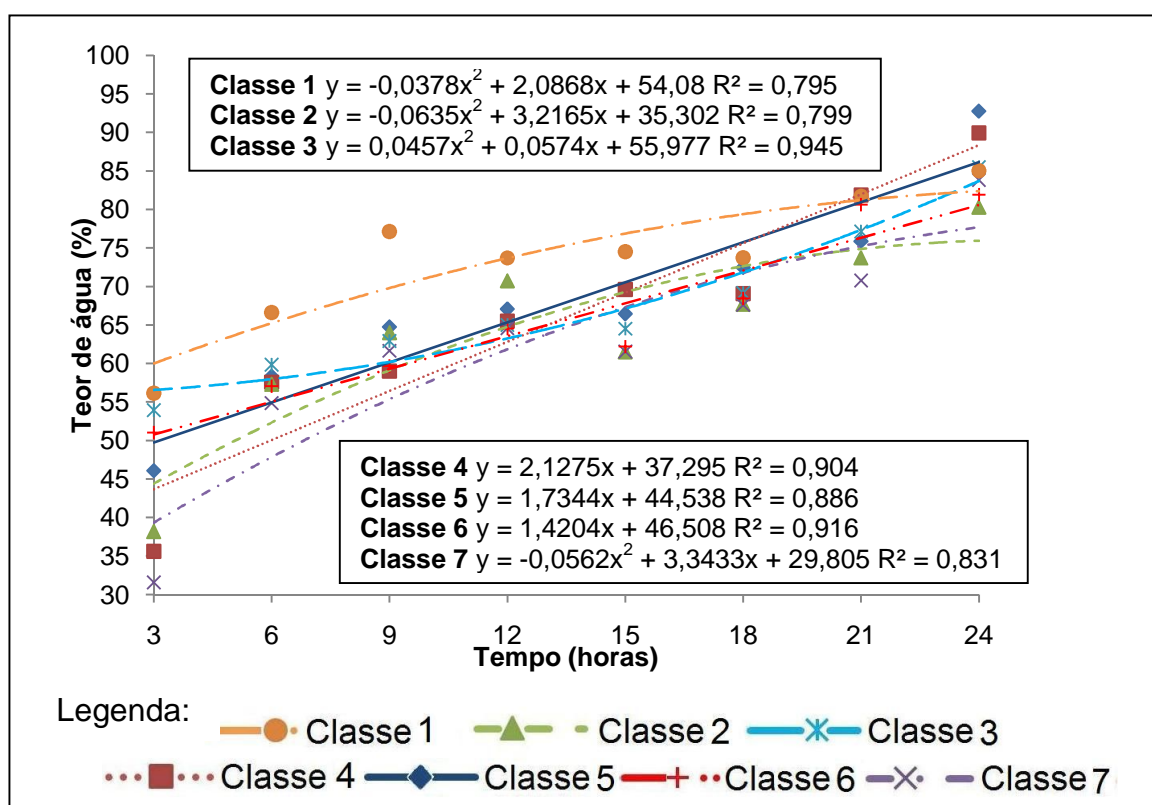


Figura 3 – Curva de hidratação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 61 no período de 24 horas. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

No híbrido Hyola 61, as sementes que apresentaram maior teor de água nas primeiras 15 horas foram as da classe 1 (Figura 3), contudo ao final do período de 24 horas, as sementes das classes 4 e 5 apresentaram maior teor de água.

Para o híbrido Hyola 401 (Figura 4) pode-se observar que até as primeiras 3 horas de hidratação as sementes da classe 3 foram as que apresentaram maior teor de água e, após este período, a classe 1 foi a que apresentou maior teor de água até

15 horas de hidratação. Segundo Calero et al. (1981), pesquisando os fatores que interferem na absorção de água em sementes de vários genótipos de soja, durante um período de hidratação de 24 horas, observaram que existe uma correlação negativa entre o volume da semente e a velocidade de absorção de água. Mas os autores ressaltam que essa relação não se manteve para todos os genótipos pesquisados, pois essa resposta pode estar relacionada com uma maior proporção da massa do tegumento em relação à massa da semente, associada a um maior número de poros por unidade de área. Resposta similar também foi encontrada por Hsu et al. (1983) em pesquisas com soja e Souza et al. (1996) com mucuna-preta. Assim, os resultados da hidratação mostram que no período compreendido entre 6 e 15 horas, a classe 1 de sementes foi a que apresentou maior teor de água, nos dois híbridos (Figuras 3 e 4) e, ao final das 24 horas as classes do híbrido Hyola 401 que apresentaram maior teor de água foram as 2, 3 e 6, corroborando com os resultados encontrados por Calero et al. (1981).

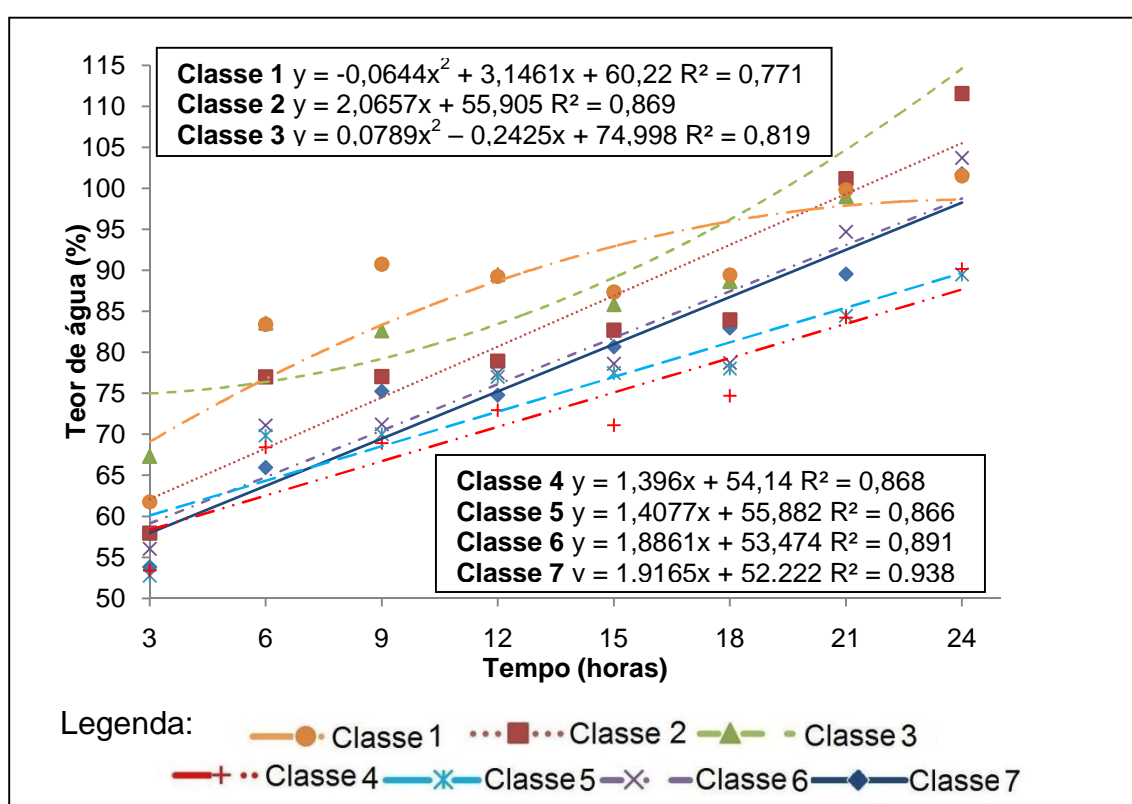


Figura 4 – Curva de hidratação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 401 no período de 24 horas. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

A germinação das sementes do híbrido Hyola 61 ocorreu em diferentes momentos, sendo as classes 3 e 6 as primeiras a apresentar 50% das sementes germinadas após 18 horas de hidratação (Tabela 5). Para o restante das classes deste híbrido, 1, 2, 4, 5 e 7, a germinação ocorreu com 21 horas de hidratação. Nota-se que as sementes de classes distintas, como 1 e 4 apresentaram teores de água semelhantes. Possivelmente o maior teor de água das sementes da classe 4 pode ser explicado pelo seu menor volume que a classe 1 (Tabela 4). De acordo com Calero et al. (1981), Hsu et al. (1983) e Souza et. al. (1996), as sementes de menor volume apresentam um maior número de poros por unidade de área, facilitando assim a hidratação. As sementes da classe 1 foram aquelas que apresentaram menor qualidade fisiológica nos testes de germinação, comprimento de hipocótilo, radícula e total de plântulas. Dessa forma, o maior teor de água encontrado nas sementes da classe 1 se justificaria por uma possível deterioração das membranas celulares, o que também facilitaria a entrada de água nas sementes.

Tabela 5 – Teor de água no momento do início do processo de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 61. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

Classe (densidade g cm ⁻³)	Tempo até a germinação (Horas)	Teor de água (%)
1 (1,011)	21	81,72
2 (1,076)	21	73,68
3 (1,082)	18	69,14
4 (1,106)	21	81,86
5 (1,120)	21	75,85
6 (1,157)	18	68,44
7 (1,188)	21	70,78

A germinação das sementes do híbrido Hyola 401 (Tabela 6) foi observada após 21 horas de hidratação, momento em que todas as classes de sementes apresentaram 50% de germinação. Em pesquisas com sementes deterioradas e não deterioradas de soja McDonald et al. (1988) também não encontraram diferenças

entre no teor de água e o período de hidratação até o início da germinação, quando submetidas à hidratação em água líquida.

Tabela 6 – Teor de água no momento do início do processo de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 401. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

Classe (densidade g cm ⁻³)	Tempo até a germinação (Horas)	Teor de água (%)
1 (1,046)	21	86,93
2 (1,142)	21	101,18
3 (1,148)	21	98,97
4 (1,150)	21	84,24
5 (1,164)	21	92,63
6 (1,172)	21	94,69
7 (1,208)	21	89,56

4.3 Germinação sob restrição hídrica

Os híbridos e suas respectivas classes de sementes mostraram respostas diferenciadas às condições de estresse hídrico impostas pelo polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) (Figura 7 e 8). Foi possível observar redução acentuada no vigor das sementes causada pelo decréscimo dos níveis de potencial osmótico das soluções. A classe 1, para ambos os híbridos e contagens, foi a que apresentou menor média de porcentagem de plântulas normais quando submetida às mesmas condições de estresse. Os resultados obtidos pela classe 1, híbrido Hyola 61, corroboram com os encontrados nos testes de germinação e vigor utilizados para caracterizar as classes (Tabela 4). Percebe-se que o híbrido Hyola 61 (Figura 7) é mais sensível ao estresse hídrico que o Hyola 401 (Figura 8), pois próximo ao potencial osmótico de -0,37MPa o híbrido Hyola 61 apresentou percentual zero de plântulas normais na PC, enquanto para o Hyola 401, esse potencial crítico varia de -0,37 a -0,54MPa.

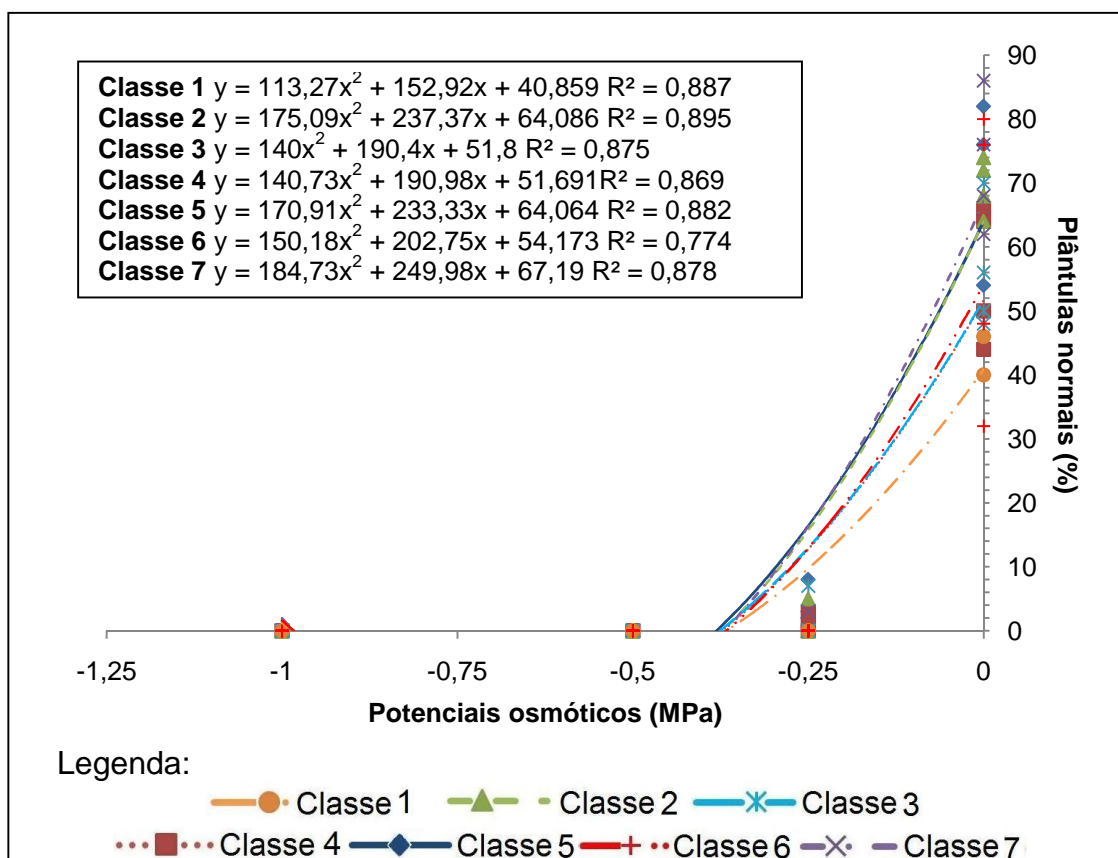


Figura 7 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 61 em diferentes potenciais osmóticos, simulados com PEG 6000. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

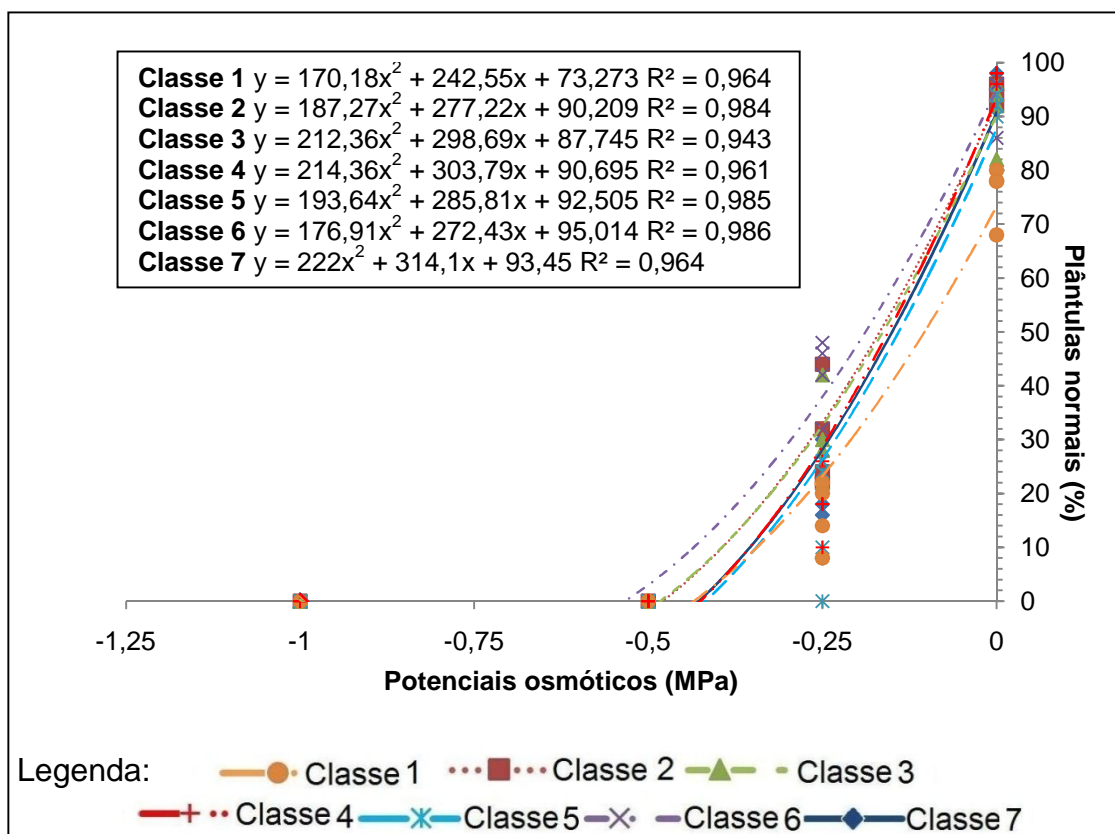


Figura 8 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 401 em diferentes potenciais osmóticos, simulados com PEG 6000. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

Ocorreu redução na percentagem de germinação das sementes à medida que o potencial osmótico reduziu (Figura 9 e 10). Observa-se também que os valores de germinação apresentaram-se aceitáveis, sendo superiores a 60% para as classes 2, 3, 4, 5 e 7 no híbrido Hyola 61 e para todas as classes do Hyola 401 quando as sementes foram submetidas até o nível de potencial osmótico de -0,25MPa. A partir desse nível de potencial osmótico, ocorreu redução significativa na germinação. Quando as sementes foram submetidas ao potencial osmótico -1,0MPa, a germinação foi severamente afetada, apresentando valores próximos de zero.

Resultados similares foram encontrados por Ávila et al. (2007), que pesquisando sementes de canola do híbrido Hyola 401 também verificaram a partir do potencial osmótico -0,25MPa uma redução significativa na germinação e no potencial osmótico -1,0MPa o nível crítico para o início do processo germinativo.

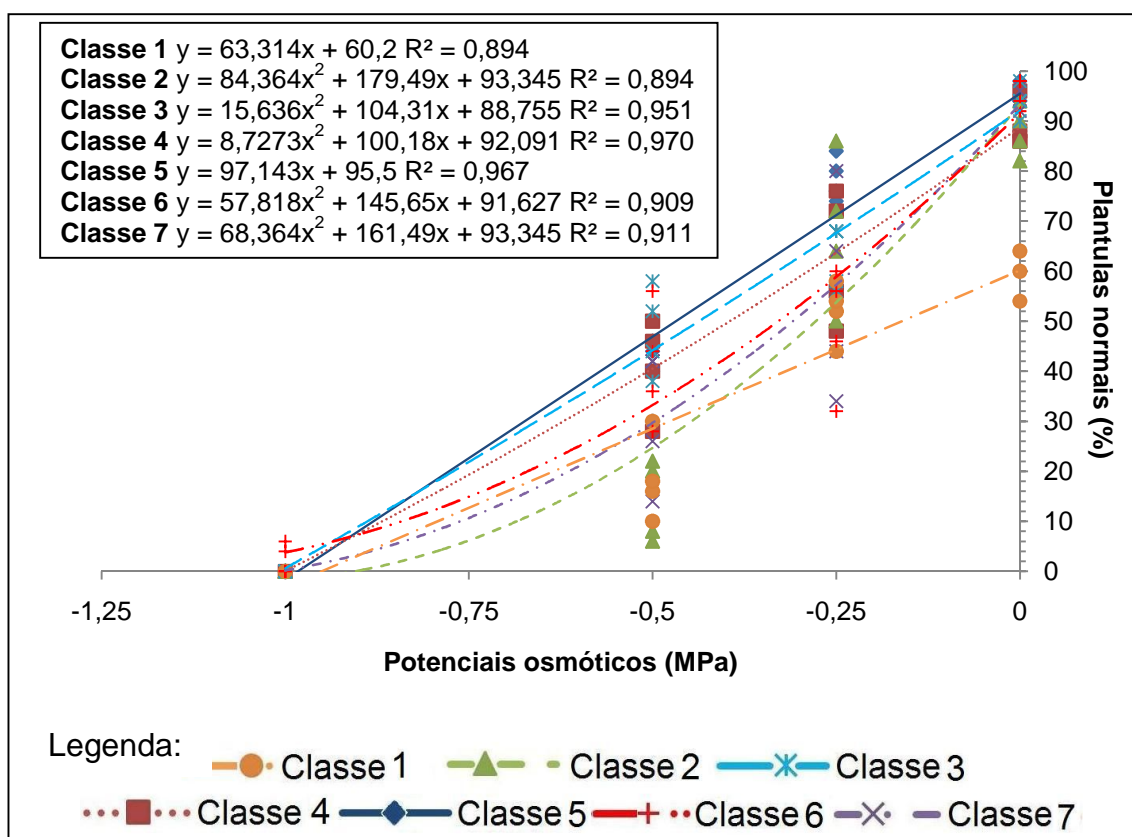


Figura 9 – Plântulas normais obtidas no teste de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 61 em diferentes potenciais osmóticos, simulados com PEG 6000. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

Pesquisas realizadas por Schuab et al. (2007) com seis cultivares de soja verificaram que as sementes de menor vigor colocadas para germinar em potencial osmótico de $-0,2\text{MPa}$ apresentaram menor germinação. Os autores também observaram correlação positiva entre o teste de germinação sob estresse hídrico com os resultados dos testes de primeira contagem do teste de emergência e índice de velocidade de emergência. De acordo com Hadas (1976) e Silva et al. (2006), a redução na porcentagem de sementes germinadas conforme a diminuição do potencial osmótico é em decorrência do prolongamento da fase estacionária do processo de hidratação, devido à redução da atividade enzimática, levando ao menor desenvolvimento meristemático e, conseqüentemente, ao atraso na germinação.

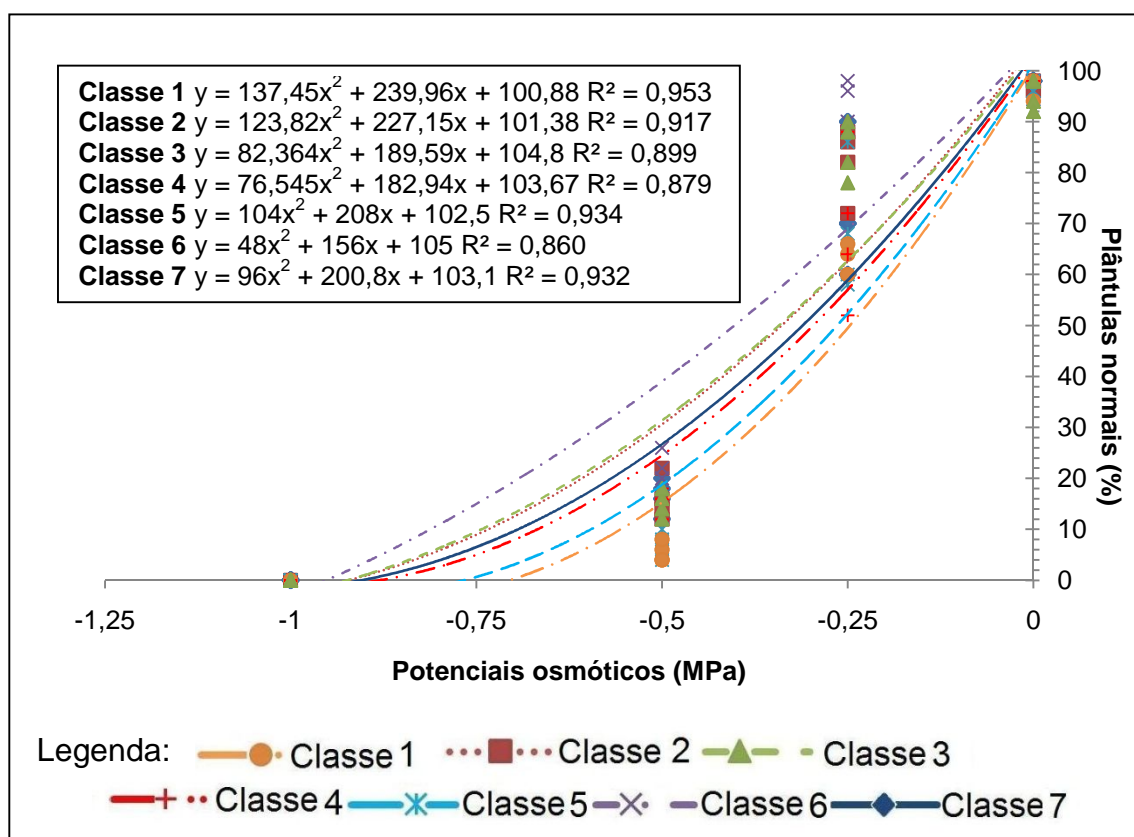


Figura 10 – Plântulas normais obtidas no teste de germinação de sete classes de sementes de canola, híbrido Hyola 401 em diferentes potenciais osmóticos, simulados com PEG 6000. Laboratório Didático de Pesquisa em Sementes, UFSM, 2009.

4.4 Emergência em diferentes profundidades de semeadura

Na semeadura no solo, os testes evidenciaram diferenças significativas entre as classes de sementes para primeira contagem do teste de emergência (PC), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) (Tabela 7). Não houve interação entre as classes de sementes e a profundidade de semeadura.

As sementes da classe 1 do híbrido Hyola 61 foram aquelas que apresentaram menor porcentagem de plântulas normais no teste de PC e menor IVE (Tabela 7). Os resultados de PC corroboram com os encontrados na primeira contagem do teste de germinação em laboratório (Tabela 4) deste mesmo híbrido. As variáveis PC e IVE são utilizadas para avaliação do vigor das sementes.

As classes 1, 2 e 4 do híbrido Hyola 61 apresentaram menor emergência e menor densidade que as classes 5, 6 e 7 (Tabela 7). Assim, através dos testes realizados em casa de vegetação, foi possível observar a existência de uma relação entre sementes de menor densidade e menor qualidade fisiológica das sementes (Tabela 7).

Alves (2006), investigando o desenvolvimento de sementes de azevém de diferentes densidades, observou que sementes de menor densidade foram as que obtiveram menor vigor, emergência e velocidade de emergência nos testes em casa de vegetação, contudo este não conseguiu fazer uma associação clara entre densidade de sementes e qualidade fisiológica. Pois os testes realizados em casa de vegetação apresentaram resultados diferentes, para os testes de G e vigor, dos encontrados em laboratório. Dessa forma, Popinigis (1977) ressalta que testes conduzido no solo são mais sensíveis que os conduzidos em laboratório, pois conseguem medir com maior precisão o nível de deterioração das sementes.

Tabela 7 – Primeira contagem do teste de emergência (PC), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sete classes de sementes de canola híbridos Hyola 61 e 401, obtidos em semeadura no solo. Núcleo de pesquisas em ecofisiologia, Santa Maria – RS, 2009.

Classe (densidade g cm ⁻³)	PC	E	IVE
Hyola 61			
1 (1,011)	36 b*	65 b	3,718 b
2 (1,076)	42 a	71 b	4,296 a
3 (1,082)	48 a	77 a	4,668 a
4 (1,106)	43 a	72 b	4,242 a
5 (1,120)	46 a	79 a	4,807 a
6 (1,157)	49 a	79 a	4,847 a
7 (1,188)	45 a	76 a	4,552 a
Média	44	74	4,447
C.V. (%)	10,29	7,09	8,92
Hyola 401			
1 (1,046)	53 a	69 a	5,100 a
2 (1,142)	56 a	73 a	5,642 a
3 (1,148)	58 a	72 a	5,589 a
4 (1,150)	60 a	72 a	5,788 a
5 (1,164)	59 a	74 a	5,759 a
6 (1,172)	57 a	72 a	5,675 a
7 (1,208)	51 a	67 a	5,342 a
Média	56	71	5,556
C.V. (%)	5,72	3,06	4,48

*Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferiram pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade de erro.

Para o híbrido Hyola 401 não houve diferenças significativas entre as classes de sementes para as variáveis PC, E e IVE (Tabela 7). Esses resultados corroboram com os de Lamb; Johnson (2004) que avaliando o desempenho de sementes “pequenas”, “médias” e “grandes” do híbrido Hyola 401, semeadas nas profundidades 2,5 cm e 5 cm, também não encontram diferenças entre as classes de sementes para essas variáveis dentro de cada profundidade.

As respostas encontradas para os testes de PC e IVE de ambos os híbridos (Tabela 7) quando comparados com outros testes de vigor realizado em laboratório (primeira contagem e comprimento de plântula) (Tabela 4), não mostraram uma relação clara entre os testes de casa de vegetação e de laboratório. Da mesma forma, Ávila et al. (2005), analisando amostras de quatro lotes de sementes de canola, híbrido Hyola 401, verificaram que o teste de IVE apresentou baixa relação com os testes (PC, envelhecimento acelerado e teste de frio modificado) realizados em laboratório para estimar o vigor das sementes. Assim os autores não recomendam o uso do IVE para estimar a qualidade fisiológica de sementes de canola.

O percentual de plântulas normais na PC do híbrido Hyola 61 nas profundidades 1, 2, 3 e 4 cm foram respectivamente 81%, 43%, 33% e 20% (Figura 11). O percentual de emergência final apresentado pelo mesmo híbrido nas profundidades de semeadura 1, 2, 3 e 4 cm foi, 90%, 72%, 69% e 64%, respectivamente (Figura 12). Observa-se que tanto PC quanto E apresentaram um decréscimo com o aumento da profundidade. Através desses resultados observa-se a dificuldade enfrentada pelas sementes no início do processo de emergência quando estão sob uma camada maior de solo. Segundo Vieira (2000), uma plântula pode não emergir devido à sua morte antes de romper o solo, tanto por problemas relacionados à qualidade fisiológica da semente, como por ataque de insetos ou microrganismos e impedimento físico do solo.

Para uma semente emergir é necessário que o hipocótilo tenha força suficiente para romper as camadas de solo que estão impedindo sua emergência. Dessa forma, Costa et al. (1999) relataram que sementes de soja com maior comprimento do hipocótilo no teste de comprimento de plântula, também foram as que emergiram mais rapidamente. A observação desses autores corrobora com o que foi verificado nesse experimento pois, a classe 1 do híbrido Hyola 61 foi a que

apresentou menor comprimento de hipocótilo (Tabela 4) e por conseguinte, menor IVE (Tabela 7).

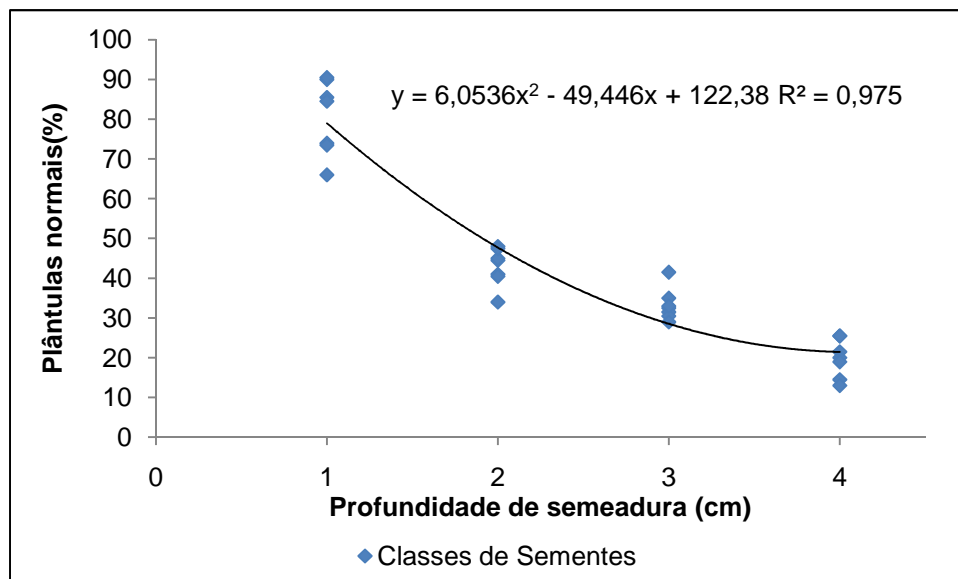


Figura 11 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste de emergência de sete classes de sementes de canola híbrido Hyola 61 em diferentes profundidades de semeadura. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

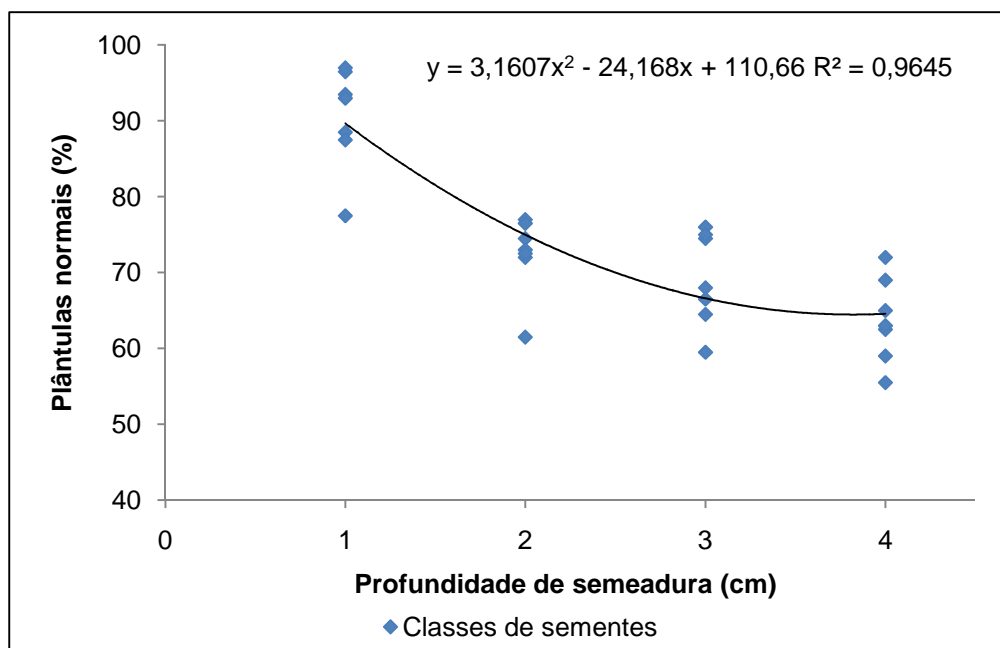


Figura 12 – Plântulas normais obtidas no teste de emergência de sete classes de sementes de canola híbrido Hyola 61 em diferentes profundidades de semeadura. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

Para o híbrido Hyola 401, as médias das percentagens de plântulas normais na PC do teste de emergência para as profundidades 1, 2, 3 e 4 cm foram respectivamente 92%, 60%, 38% e 34% (Figura 13) e, para a emergência final nas mesmas profundidades de semeadura foram respectivamente 95%, 75%, 58% e 56% (Figura 14). As observações do teste de emergência (Figura 14) corroboram com os encontrados por Lamb; Johnson (2004), que comparando oito genótipos de canola semeados a 2,5 cm de profundidade, verificaram que o percentual médio de germinação variou de 67% a 73%.

Constata-se que os híbridos Hyola 61 (Figuras 11, 12 e 15) e 401 (Figuras 13, 14 e 16) apresentaram respostas similares para as variáveis PC, E e IVE, pois ocorreu uma diminuição nos valores dessas variáveis com o aumento da profundidade de semeadura. Tais resultados corroboram com as recomendações de Tomm (2007), que aconselha regular a semeadora para depositar as sementes de canola entre 1 e 2 cm de profundidade. Contudo, Iriarte; Valetti (2008), conduzindo experimentos com diferentes profundidades de semeadura para a cultura da canola, recomendam a semeadura a 2 ou 3 cm de profundidade, pois foram nestas profundidades que obtiveram as maiores percentagens de emergência 100% e 95%, respectivamente. Apesar disso, pode-se observar que para ambos os híbridos (Figuras 12 e 14), nas referidas profundidades (2 e 3 cm), os valores encontrados para a variável E foram inferiores aos citados pelos autores. Isso pode ser em decorrência dos genótipos e/ou lotes de sementes ou diferentes condições edafoclimáticas, utilizados em cada um dos experimentos. Porém, Iriarte; Valetti (2008) não citam quais foram os genótipos utilizados em seus experimentos.

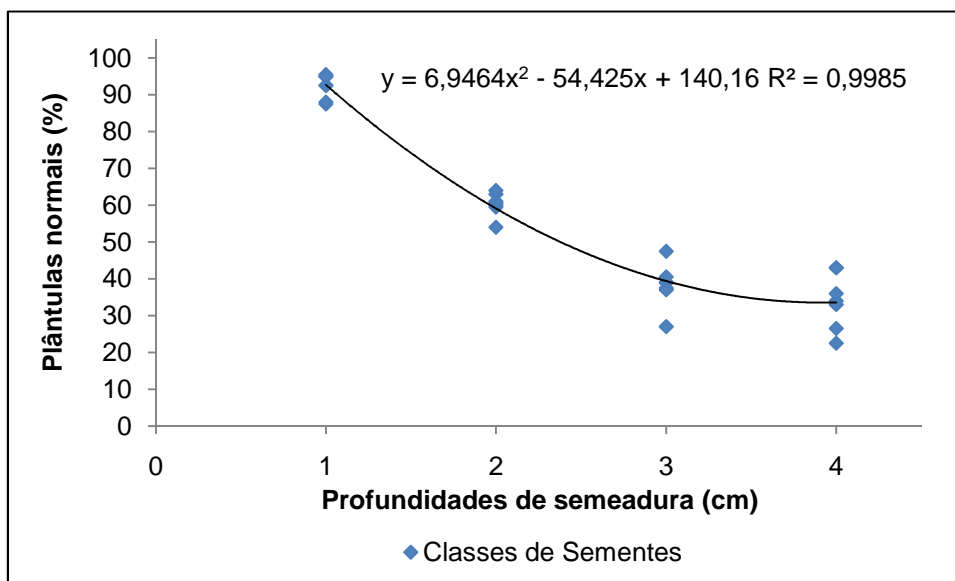


Figura 13 – Plântulas normais obtidas na primeira contagem do teste de emergência de sete classes de sementes de canola híbrdo Hyola 401 em diferentes profundidades de semeadura. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

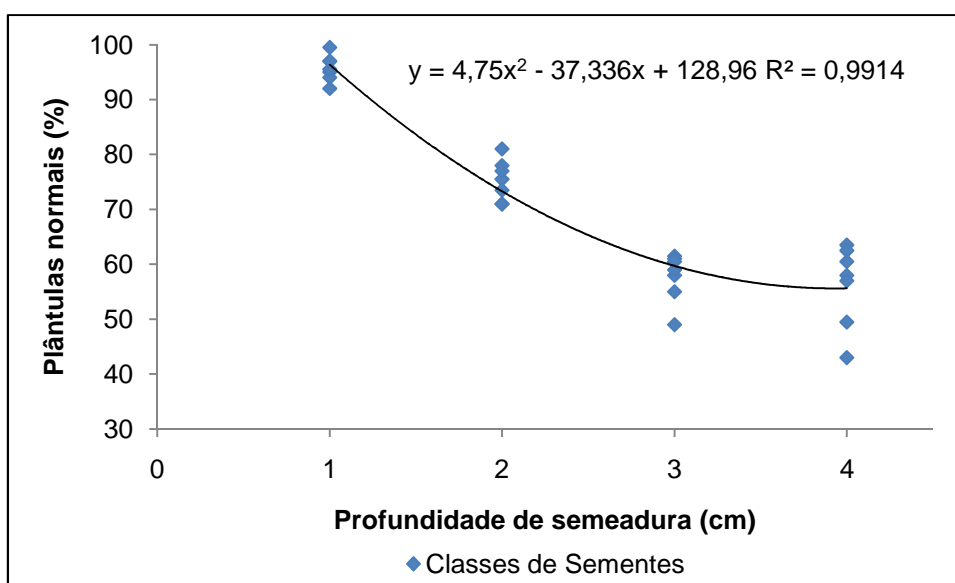


Figura 14 – Plântulas normais obtidas no teste de emergência de sete classes de sementes de canola híbrdo Hyola 61 em diferentes profundidades de semeadura. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

O IVE médio apresentado pelos híbrdos para as profundidades de semeadura 1, 2, 3 e 4 cm foi de 6,60, 4,17, 3,73 e 3,92, para o Hyola 61 e de 8,60,

5,82, 3,97 e 3,82 para o Hyola 401, respectivamente (Figuras 15 e 16). Resultados semelhantes foram observados por Campos et al. (2003) pesquisando a cultura do algodoeiro e Silva (2002) na cultura do milho, ambos verificaram que o número médio de dias para a emergência das plântulas foi influenciado pela profundidade de sementeira, sendo que sementes colocadas em menores profundidades emergiram mais cedo. Shanmuganathan; Benjamin (1991), além de também terem feito essas observações, não verificaram interferência do volume de sementes de repolho no IVE de sementes semeadas a 3,5 e 5 cm de profundidade.

Martins et al. (1999) e Iriarte; Valetti (2008), ressaltam que um valor alto de IVE é altamente desejável, pois quanto maior o tempo de permanência nos estádios iniciais de desenvolvimento maior será sua vulnerabilidade. Dessa forma, um rápido estabelecimento no campo é fator importante na competição por água e nutrientes com plantas invasoras e, por conseguinte, para alcançar o estande ideal de plantas por m².

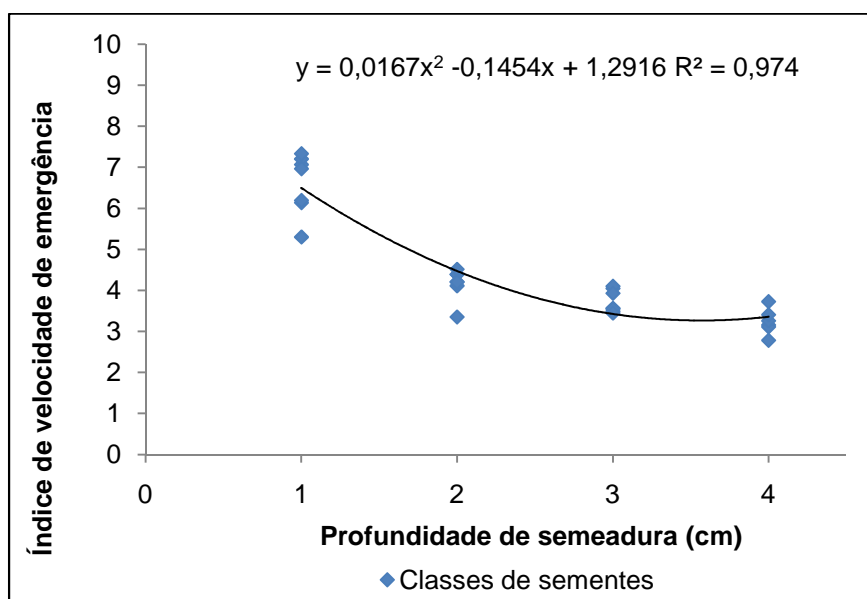


Figura 15 – Índice de velocidade de emergência de sete classes de sementes de canola híbrido Hyola 61 semeadas em diferentes profundidades. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

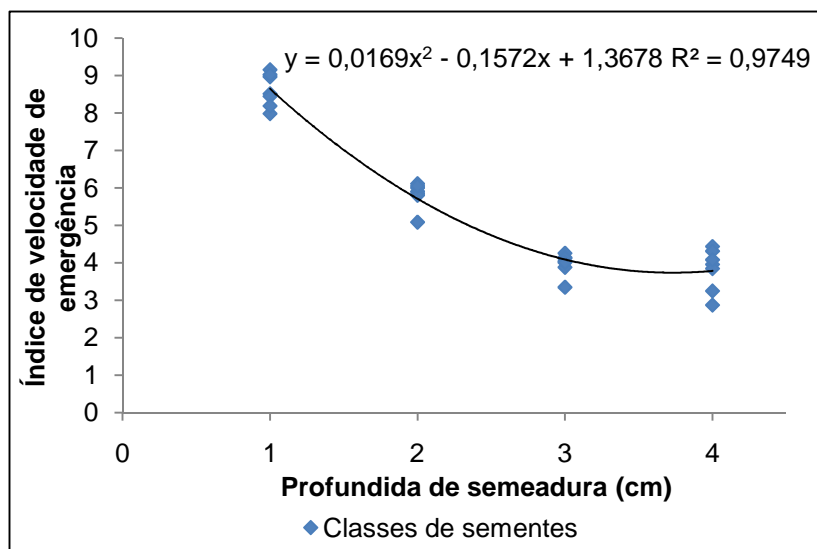


Figura 16 – Índice de velocidade de emergência de sete classes de sementes de canola híbrido Hyola 401 semeadas em diferentes profundidades. Núcleo de Pesquisa em Ecofisiologia - UFSM, Santa Maria – RS, 2009.

Os resultados de PC, E e IVE, encontrados para os híbridos (Figuras 12 a 16) evidenciam a importância da regulagem da semeadora no momento da semeadura. Esses mostram uma notável redução no percentual de plântulas normais com o aumento da profundidade de semeadura (Figura 12 e 14). Dessa forma, para se ter um adequado estande de plantas por m^2 , que na cultura da canola, conforme Tomm (2007), é de 40 plantas m^{-2} , seria necessário um aumento da quantidade de sementes m^{-2} , elevando os custos de produção. Um fato que deve ser levado em consideração é que os resultados encontrados são especificamente para os híbridos Hyola 61 e 401, bem como para as condições de solo. Portanto, não se recomendada extrapolação dos resultados para outros genótipos.

A semeadura na profundidade de 1 cm apresentou maior porcentagem de plântulas na PC, E e IVE, para ambos os híbridos (Figuras 12 a 16). Esses resultados corroboram com os de Costa et al. (1973), Urban Filho; Souza (1993) e Tillmann et al. (1994), os quais citam que se a semeadura for realizada em profundidade excessiva, particularmente em espécies de sementes pequenas, ocorre impedimento à emergência da plântula por ausência de energia suficiente para tal. De acordo com Valetti (1996), as semeaduras muito profundas diminuem o percentual de plântulas germinadas na cultura da canola e também provocam um

atraso considerável na emergência e no desenvolvimento inicial da planta, originando problemas na colheita como maturação desuniforme e, ainda segundo Lamb; Johnson (2004) redução na produtividade devido ao menor número de plantas por m².

5 CONCLUSÕES

As sementes de menor densidade apresentam menores índices nos atributos de quantificação da qualidade fisiológica (primeira contagem do teste de germinação, germinação, comprimento de plântula e índice de velocidade de emergência).

A qualidade fisiológica afeta o teor de água alcançado pelas sementes de canola durante a hidratação, sendo que as sementes de menor vigor apresentam maior velocidade de hidratação e teor de água até 15 horas quando comparadas com sementes de maior vigor.

A diminuição dos potenciais osmóticos, a partir de $-0,25\text{MPa}$, reduz a germinação e o vigor de todas as classes de sementes dos dois híbridos estudados, sendo o vigor mais afetado do que a germinação.

O potencial crítico para germinação é de $-1,0\text{MPa}$, independentemente da densidade das sementes.

Os híbridos apresentam comportamento diferenciado quanto à tolerância à condição de déficit hídrico provocada pelo PEG 6000, sendo o Hyola 401 mais tolerante que o Hyola 61.

A semeadura mais profunda do que 2 cm reduz a germinação e o vigor de todas as classes de sementes de ambos os híbridos, não ocorrendo interação entre a densidade das sementes e a profundidade de semeadura.

6 REFERÊNCIAS

ADEGBUYI, E.; COOPER, S. R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethyleneglycol (PEG). **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 9, n. 3, p. 867-878, 1981.

AGUIAR, R. H. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 134-139, 2001.

AHMED, S. U.; ZUBERI, M. I. Effects of seed size on yield and some of its components in rapeseed, *Brassica campestris* L. var. Toria. **Crop Science**, Madison, n. 13, p. 119–120, 1973.

ALVES, G. D. **Densidade da semente e umidade do solo no estabelecimento de azevém anual**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006.

ANDRADE, R. V. et al. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 62-65, 1997.

ÁVILA, M. R. et al. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 62-70, 2005.

ÁVILA, M. R. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007.

BANSAL, R. P.; BHATI, P. R.; SEN, D. N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Copenhague, v. 22, n. 5, p. 327-31, 1980.

BEZERRA, A. M. E. et al. Germinação e desenvolvimento de plântulas de copaíba em função do tamanho e da imersão da semente em ácido sulfúrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 79-84, 2002.

BEZERRA, A. M. E.; MOMENTÉ, V. G.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) em função do peso da semente e do tipo de substrato. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

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

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination In: KIEGEL, J.; GALILI, S. (Ed.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. p. 351-396.

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

BRUM, A. L. **Análises de Mercado**: Soja. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/cotacoes/pg_analise.asp?cod=4370>. Acesso em: 21 ago. 2007.

CALERO, E.; WEST, S. H.; HINSON, K. Water absorption of soybean association causal factors. **Crop Science**, Madison, v. 21, p. 926-933, 1981.

CAMPOS, M. O. C. et al. Influência da profundidade de semeadura no desenvolvimento inicial do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO de ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, 2003, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2003. 1 CD-ROM

CARRARO, M. I. Canola uma oleaginosa de inverno. **Informativo ABRATES**, Cascavel, n. 2, p. 13-14, 1993.

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

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. **Principles of seed science and technology**. 3. ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 409 p.

COSTA, A. V. et al. Efeito da profundidade de plantio e de tamanho das sementes sobre algumas características da soja. **Experimentae**, Viçosa, v. 6, n. 8, p. 151-172, 1973.

COSTA, J. A. et al. Comprimento e índice de expansão radial do hipocótilo de cultivares de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 609-612, 1999.

CUNHA, J. M. et al. Influência da densidade da semente sobre a produção do feijoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 91-104, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000, p. 255-258.

FORNASIERI-FILHO, D. et al. Efeito do tamanho da sementes e de doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE FEIJÃO, 5, 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA:CNPAF, 1996. p. 512-514.

FRAZÃO, D. A. C. et al. Tamanho da semente de guaraná e sua influência na emergência e no vigor. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 81-91, 1983.

GARCÍA, E. R. **Manual de producción canola**. Puebla: Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, 2007. Disponível em : <<http://www.sdr.gob.mx/Contenido/Cadenas%20Productivas/DOCUMENTOS%20CADENAS%20AGROPECUARIAS/agricolas/CANOLA/MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20CANOLA.htm>> . Acesso em: 11 set. 2007.

GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. The importance of initial seed size in wheat response to salinity. **Plant and Soil, Dordrecht**, v. 147, p. 197-205, 1992.

GUIMARÃES, S. C.; SOUZA, I. F.; PINHO, E. V. R. V. Emergência de *Tridax procumbens* em função de profundidade de semeadura, do conteúdo de argila no substrato e da incidência de luz na semente. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 413-419, 2002.

HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solution. **Journal Express Botany**, Oxford, v. 27, n. 3, p. 480-489, 1976.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v. 5, n. 3, p. 231-247, 1991.

HANUMAIAH, L.; ANDREWS, C. H. Effect of seed size in cabbage and turnip on performance of seeds, seedlings and plants. **Proceeding of Association of Official Seed Analysts**, Washington, v. 63, n. 1, p. 117-125, 1973.

HEGARTY, T. W. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. **Plant, Cell and Environment**, New York, v.1, n.1, p. 101-119, 1978.

HSU, K. H.; KIM, C. J.; WILSON, L. A. Factors affecting water uptake of soybean during soaking. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 60, n. 3, p. 208-211, 1983.

IRIARTE, L.; VALETTI, O. **Cultivo de colza**. [Buenos Aires]: Ed. Chacra Experimental Integrada Barrow –Convenio MAAyP-INTA., 2008. 152 p.

LAFOND, G. P.; BAKER, R. J. Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 2, p. 341-346, 1986.

LAMB, K. E.; JOHNSON, B. L. Seed size and seeding depth influence on canola emergence and performance in the northern great plains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 2, p. 454-461, 2004

LeDEUNF, Y. Hydration des semences de pois (*Pisum sativum* L.). **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 17, n. 3, p. 471-483, 1989.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. **Anuário Abrasem**, Brasília, p. 168, 1997.

LOWE, L. B.; RIES, S. K. Endosperm protein of wheat seed as a determinant of seedling growth. **Plant Physiology**, Rockville, v. 51, n. 1, p. 57-60, 1973.

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.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; SILVA, W.R. (Coord.) **Atualização em produção de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.

MARTIN, N. B.; NOGUEIRA, S. J. Canola: uma nova alternativa agrícola de inverno para o centro-sul brasileiro. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 23, n. 4, p. 9-14. 1993.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; BOVI, M. L. Efeito da posição da semente no substrato e no crescimento inicial das plântulas de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernades – Palmae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 164-173, 1999.

MARTINS, C. C. et al. Influência do peso das sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis* Fernandes) na percentagem e na velocidade de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 47-53, 2000.

MARTINS, C. C. et al. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MAYER, A. M.; MAYBER, A. P. **The germination of seeds**. 2. ed. Oxford: Pergamon Press, 1978. 192 p.

McDONALD JUNIOR, M. B. A review and evaluation of seed vigor tests. **Proceeding of Association of Official Seed Analysts**, Washington, v. 65, n. 1, p. 109-139, 1975.

McDONALD, M. B.; VERTUCCI, C. W.; ROOS, E. E. Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 6, p. 993-997, 1988.

MENEZES, D.; GOMES, A. C. S.; GUIMARÃES, R. M. Influência do tamanho de sementes de milho (*Zea mays* L.) na qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7., 1991, Campo Grande. **Anais...** Londrina: ABRATES, 1991. v. 1, n. 4, p. 36.

MIAN, M. A. R.; NAFZIGER, E. D. Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 169-171, 1994.

MIKUSINSK, O. M. Testes de embebição e germinação em sementes de *Ipomoea aristolochiaefolia*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília. v. 9, n. 3, p. 103-108, 1987.

MINAMI, K. Tecnologia de produção. In: MINAMI, K.; FONSECA, H. **Tomate: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. v. 8, p.1-39.

MINTON, P. B.; SUPAK, J. R. Effects of seed density on stand, *Verticillium wilt*, and seed and fiber characters of cotton. **Crop Science**, Madison, v. 20, n. 3, p. 345-347, 1980.

MURPHY, J. B.; NOLAND, T. L. Temperature effects on seeds imbibition and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiology**, Rockville, v. 69, n. 2, p. 428-431, 1982.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 2, p. 1-24.

NIMER, R. et al. Influência de alguns fatores da planta sobre o grau de dormência em sementes de mucuna-preta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 5, n. 2, p. 111-119, 1983.

ORTOLANI, A. F.; BANZATTO, D. A.; BORTOLI, N. M. Influência da profundidade de semeadura e da compactação do solo na emergência e desenvolvimento do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 15., 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1986. v. 2, p. 27-39.

PERBONI, A. T. et al. Influência do estresse hídrico simulado com manitol e polietilenoglicol 6000 na germinação de sementes de canola. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS GRADUAÇÃO, 10., 2008, Pelotas. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2008. 1 CD-ROM.

PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E. de; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de Política Agrícola**, v. 14, n. 1, p. 32-41, 2005.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289 p.
ROCHA, V. S. et al. Embebição de água e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 51-66, 1984.

RODRIGUES, F. C. M. P. **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 100 p.

SANTOS, H. P. dos; TOMM, G. O.; BAIER, A. C. **Boletim de Pesquisa Online 6:** avaliação de germoplasmas de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) padrão canola introduzidos no sul do Brasil, de 1993 a 1996, na Embrapa Trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. p. 10. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp05_canola_2007.pdf>. Acesso em: 22 set. 2007.

SCHUAB, S. R. P. et al. Germination test under water stress to evaluate soybean seed vigour. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 35, n. 1, p. 187-199, 2007.

SHANMUGANATHAN, V.; BENJAMIN, L. R. The influence of sowing depth and seed size on seedling emergence time and relative growth rate in spring cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). **Annals of Botany**, London, v. 69, p. 273-276, 1991.

SHEPETINA, F. A.; SEVAST'YANOVA, L. B. Seed technology. In: MOSHKIM, V. A. **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p. 175-178.

SILVA, D. B. Profundidade de semeadura do trigo nos cerrados: Emergência de plântulas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 9, p. 1311-1317, 1992.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, R. P. **Efeito das rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura nas características agronômicas do milho (*Zea mays* L.)**. 2002. 129 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

SILVA, J. B. et al. Desempenho de sementes de soja submetida a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, n. 5, p. 1634-1637, 2006.

SOUZA, F. H. D. de; MARCOS FILHO, J.; NOGUEIRA, M. C. S. Características físicas das sementes de *Calopogonium mucunoides* Desv. associadas à qualidade fisiológica e ao padrão de absorção de água e tamanho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 33-40, 1996.

SOUZA, C. C. et al. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 338-342, 2000.

TILLMANN, M. A. A. et al. Efeito da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 260-263, 1994.

TUPPER, G. R.; CLARK, L. E.; KUNZE, O. R. The measurement of certain physical characteristics related to rapid germination and seedling vigor in cotton seed. **Proceedings of the Association of Official Seed Analysis**, Geneva, v. 60, p. 138-148, 1970.

TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 26). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>. Acesso em: 10 out. 2008

TOMM, G. O. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v. 15, n. 94, p. 4-8, 2006.

TOMM, G. O. **Sistemas de produção online 5**: indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. p. 32. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp05_canola_2007.pdf>. Acesso em: 22 set. 2007

URBEN FILHO, G; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Belo Horizonte: POTAFOS, 1993. p. 267-298.

VALETTI, O. **El Cultivo de Colza Canola**. 2. ed. Buenos Aires: Chacra Experimental Integrada Barrow, 1996. p. 17.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

VERSLUES, P. E. et al. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. **The Plant Journal**, v. 45, n. 4, p. 523-539, 2006.

VIEIRA, N. R. A. Fisiologia da germinação. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Eds.) **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 39-52.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

YOUNG, L. et al. Factors affecting the density of Brassica napus seeds. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 34, n. 3, p. 633–645, 2006.

YOUNTS, S. E. Canola, a world class oilseed crop. In: INTERNATIONAL CANOLA CONFERENCE. **Proceedings...** Atlanta: [s.n.], 1990. p. 1-8.