

**GABRIEL LOLI BAZO**

**RENDIMENTO DE GRÃOS, ÓLEO E QUALIDADE DE SEMENTES DE  
HÍBRIDOS DE CANOLA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE  
SEMEADURA**

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2013**

**GABRIEL LOLI BAZO**

**RENDIMENTO DE GRÃOS, ÓLEO E QUALIDADE DE SEMENTES DE  
HÍBRIDOS DE CANOLA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE  
SEMEADURA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ  
PARANÁ – BRASIL  
FEVEREIRO – 2013**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

B364r Bazo, Gabriel Loli  
Rendimento de grãos, óleo e qualidade de sementes de híbridos de canola em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura / Gabriel Loli Bazo. -- Maringá, 2013.  
53 f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini.  
Coorientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração Produção Vegetal, 2013.

1. *Brassica napus*. 2. Vigor - Teste de germinação. 3. Germinação. 4. Produtividade. I. Braccini, Alessandro de Lucca, orient. II. Scapim, Carlos Alberto, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração Produção Vegetal. IV. Título.

CDD 21.ed. 631.521

AHS-001517

Dedico

A Deus

Aos meus pais, Auro e Mariuza

A minha irmã Andressa

A toda minha família

Aos meus amigos

Aos meus professores

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelas realizações e oportunidades concebidas.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini, pela contribuição na minha formação profissional e por ser exemplo de competência.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim, pelas orientações e sugestões.

Aos professores da The Ohio State University, Prof. Dr. Mark Bennett, Prof. Dr. Pablo Jourdan e Prof. Dr. Peter Thomison por todo o incentivo pessoal e profissional durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Auro Kaid Bazo e Mariuza Aparecida Loli Bazo por investirem na minha carreira profissional e me apoiarem diante de todas as dificuldades vividas durante o período de mestrado.

À minha irmã Andressa Loli Bazo, por se fazer presente e participativa diante de dificuldades e conquistas.

Aos colaboradores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá.

Aos colaboradores da Fazenda Experimental de Iguatemi.

Aos colaboradores do NUPAGRI.

Aos companheiros de pós-graduação e estagiários que foram de fundamental importância na condução do experimento.

## **BIOGRAFIA**

GABRIEL LOLI BAZO, filho de Auro Kaid Bazo e Mariuza Aparecida Loli Bazo, nasceu em Loanda, PR, em 10 de fevereiro de 1988.

Cursou ensino fundamental e grande parte do ensino médio em Loanda, concluindo o ensino médio no colégio Nobel em Maringá - PR, no ano de 2005.

Ingressou no curso de Agronomia em março de 2006, na Universidade Estadual de Maringá. Em 2007, iniciou os trabalhos relacionados ao Manejo de Culturas e Tecnologia e Produção de Sementes junto ao grupo de pesquisa do Professor Alessandro Lucca Braccini. Diplomou-se Engenheiro Agrônomo em dezembro de 2010.

Em março de 2011 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, pela Universidade Estadual de Maringá, na área de concentração em Produção Vegetal.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS .....	vi
RESUMO .....	ix
ABSTRACT .....	x
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Panorama geral sobre a cultura .....	3
2.2 Espaçamentos .....	6
2.3 Épocas de semeadura .....	7
2.4 Qualidade de sementes .....	9
2.5 Produção de biodiesel.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 Delineamento experimental e análise estatística .....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
4.1 Resultados da análise estatística das variáveis .....	21
5 CONCLUSÕES .....	41
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comparativo de área, produtividade e produção. Safras 2011/12 e 2012/13.....	5
Tabela 2	Caracterização química e fertilidade do solo da área experimental, a partir de coletas na profundidade de 0 – 20 cm, Maringá-PR, 2011 e 2012 .....	14
Tabela 3	Comportamento dos híbridos de canola.....	15
Tabela 4	Dados climáticos referente ao período de experimentação à campo: temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial na Fazenda Experimental de Iguatemi, de abril a setembro de 2011 e 2012, Maringá-PR.....	17
Tabela 5	Resumo da análise de variância, referente às variáveis resposta: condutividade elétrica (COND), envelhecimento acelerado (ENV), primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) e massa de mil sementes (MASS) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2011, em Maringá - PR.....	24
Tabela 6	Resumo da análise de variância, referente às variáveis resposta: teor de óleo (OLEO), teor de proteína nas sementes (PROT), produtividade de grãos (PROD) e produção de óleo (KOL) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2011, em Maringá - PR.....	25

Tabela 7	Resumo da análise de variância, referente às variáveis resposta: condutividade elétrica (COND), envelhecimento acelerado (ENV), primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) e massa de mil sementes (MASS) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2012, em Maringá - PR.....	26
Tabela 8	Resumo da análise de variância, referente às variáveis resposta: teor de óleo no grão (OLEO), teor de proteína no grão (PROT), produtividade de grãos (PROD) e produção de óleo (KOL) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2012, em Maringá - PR.....	27
Tabela 9	Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), Maringá-PR, 2011.....	28
Tabela 10	Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), Maringá-PR, 2011.....	29
Tabela 11	Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis: envelhecimento acelerado e massa de mil grãos no ano agrícola de 2012, Maringá-PR.....	32
Tabela 12	Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável massa de mil grãos (g), Maringá-PR, 2012.....	33

Tabela 13	Médias do efeito principal de híbrido, referente às variáveis resposta primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2011.....	35
Tabela 14	Médias do efeito principal época de semeadura, referente à variável contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2011.....	35
Tabela 15	Médias do efeito principal época de semeadura, referente à variável contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2011.....	36
Tabela 16	Médias do efeito principal época de semeadura, referente às variáveis resposta primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) envelhecimento acelerado (ENV), Maringá-PR, 2012.....	36
Tabela 17	Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis: produtividade e produção de óleo no ano agrícola de 2011, Maringá-PR.....	37
Tabela 18	Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis: produtividade e produção de óleo no ano agrícola de 2012, Maringá-PR.....	39

## RESUMO

BAZO, Gabriel Loli, M.S., Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2013. **Rendimento de grãos, óleo e qualidade de sementes de híbridos de canola em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura.** Orientador: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini. Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.

No Brasil, a cultura da canola apresenta grande potencial para a produção de biodiesel, farelo, alimentos proteicos alternativos e óleo vegetal de boa qualidade. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial produtivo, a qualidade de sementes e os teores de óleo de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura em dois espaçamentos no município de Maringá – PR, nas safras de 2011 e 2012. O experimento foi composto por 16 tratamentos, sendo duas épocas de semeadura (08/04 e 10/05), dois espaçamentos (17 cm e 45 cm) e quatro híbridos (Hyola 76, Hyola 61, Hyola 433 e Hyola 411). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em parcelas subsubdivididas, com quatro repetições de campo. O potencial produtivo de cada híbrido foi avaliado por meio do rendimento de grãos e óleo em  $\text{kg ha}^{-1}$  e pela massa de mil sementes. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação, primeira contagem da germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado. A composição química das sementes foi determinada por meio dos teores de óleo e de proteína na semente. Diferenças nas condições climáticas entre épocas afetaram a qualidade fisiológica das sementes. A produção de sementes de canola no norte do Paraná se torna viável à medida que o rendimento de grãos é razoável. Os híbridos de canola Hyola 411 e Hyola 433 podem ser indicados para semeadura no início de maio em virtude do rendimento de grãos e óleo, já o Hyola 61 pode ser indicado para semeadura no início de abril.

**Palavras-chave:** *Brassica napus*, vigor, germinação, produtividade.

## ABSTRACT

BAZO, Gabriel Loli, M.S., State University of Maringá. February 2013. **Grain yield, oil production and seed quality of canola hybrids in different sowing dates and spacings.** Adviser: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini. Co-adviser: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.

In Brazil, the cultivation of canola tends to take high potential to biodiesel production, bran, alternative protein foods, and good quality vegetable oil. The goal of this research was to evaluate the yield potential, seed quality and oil and protein contents of four canola hybrids, which were subjected to two sowing dates in two different spacings in Maringá city- PR, during the harvest of 2011 and 2012. The experiment was conducted with 16 treatments in 2 sowing dates (04/08 and 05/10), 2 spacings (17 and 45 cm) and 4 hybrids (Hyola 76, Hyola 61, Hyola 433 and Hyola 411). The experimental design was a randomized complete block design with the treatments in a split-split plot design with four replications in the field. The yield potential of each hybrid was evaluated through productivity and oil production in  $\text{kg ha}^{-1}$  and the weight of a thousand seeds. Seed physiological quality was evaluated by means of germination, first count of germination, electric conductivity and accelerated aging. The chemical composition of the seeds was determined by the oil content and protein. Differences in climatic conditions between seasons affected the physiological quality of seeds. The cultivation of canola seed in northern Paraná is feasible according to the grains production. The hybrid canola Hyola 411 and 433 may be suitable for sowing in early May once that it presented a higher yield of oil production and grains. Hyola 61 can be recommended for planting in early April.

**Keywords:** Brassica napus, vigor, germination, productivity.

# 1 INTRODUÇÃO

O cultivo da canola (*Brassica napus*) vem crescendo acentuadamente no Brasil nos últimos anos em vários setores, principalmente na agroindústria para a produção de biodiesel. Atualmente, segundo a Conab (2012b), a área paranaense abrangida pela cultura é 6,3 vezes maior que a do ano de 1992, se encontrando em 12.600 hectares (Tabela 1). A demanda de óleo poderia ser suprida pelo aumento das áreas com culturas oleaginosas como a canola. A expansão de tal cultura no Estado do Paraná tem gerado novas demandas tecnológicas ligadas à tecnologia e produção de sementes e ao uso desta matéria prima para produção de óleo e subprodutos derivados, como o farelo e a torta.

A canola enquadra-se como uma boa alternativa para uso em sistemas de rotação de culturas por se enquadrar como uma “cultura de inverno” para as condições do norte paranaense, em que são poucas as opções utilizadas pelos agricultores locais, deste modo, pode-se oportunizar a produção de óleo vegetal neste período. Neste sentido, é extremamente válida a realização de pesquisas que contribuam para o desenvolvimento da cultura.

As sementes de canola possuem grande quantidade de óleo e proteínas, sendo que o óleo obtido desta oleaginosa tem excelente composição, devido à grande quantidade de ácidos graxos monoinsaturados. Essas características denotam a grande qualidade dos óleos extraídos da canola e, por consequência, no seu alto valor comercial, o que desperta o interesse da indústria na produção e comercialização (YOUNTS, 1990).

Empresas como a BSBios e a Campos Verdes têm incentivado o cultivo de canola na região norte do Paraná e os agricultores locais tem demonstrado boa aceitação pela cultura. Além da demanda por óleo comestível, a procura por combustíveis renováveis tem crescido significativamente. Desta forma, o biodiesel surge como alternativa em substituição parcial ao óleo derivado do petróleo, já que sua produção é potencialmente viável e econômica. Através do seu efeito multiplicador, o biodiesel representará no mercado uma nova etapa para a agroindústria, por

envolver óleos vegetais, álcool, biodiesel e demais insumos e subprodutos da produção do éster vegetal. Contudo, a implementação do biodiesel requer uma estrutura organizada de forma a atingir todos os mercados, ganhando assim competitividade. São necessários investimentos para o desenvolvimento tecnológico, para assim, em longo prazo, obtermos um produto de qualidade e rentabilidade (ALBUQUERQUE et al., 2006).

Estudos conduzidos com a cultura da canola, quanto à tecnologia de sementes de diferentes híbridos com potencial para a produção de biodiesel são escassos, enquanto a demanda por combustíveis renováveis é crescente no Brasil. Assim, para o desenvolvimento da cultura da canola no Brasil, o aprimoramento e a disseminação de tecnologias que visam a inserção da cultura como alternativa aos produtores, auxiliando-os na tomada de decisão, minimizando custos e produzindo com qualidade, são de suma importância. É neste contexto que está inserida a importância das pesquisas que visam auxiliar o produtor na escolha da época de semeadura, no espaçamento e no híbrido mais adequado.

A disseminação de informações técnicas e tecnológicas que este trabalho abrange, contribuirá como subsídio aos agricultores para acelerar a expansão de tal cultura no estado, influenciando-os diretamente nas possíveis tomadas de decisões.

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho agrônômico, o potencial produtivo, a qualidade de sementes e os teores de óleo e proteína de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos na região de Maringá – PR, nas safras de inverno de 2011 e 2012.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Panorama geral da cultura da canola

A denominação canola significa *Canadian Oil Low Acid*. Este nome foi oficialmente aceito pela Canadian Grain Commission em 1987 (CHIARELLO et al., 2005). A canola é uma espécie vegetal desenvolvida por melhoristas canadenses a partir da colza (*Brassica napus* L. var. oleífera) que se apresenta como uma opção atraente para os sistemas de cultivo que predominam no Brasil (ÁVILA et al., 2005) e vem tendo sua área de produção ampliada pelo interesse na produção de proteínas e de óleo de qualidade (SOUZA et al., 2008).

A planta de canola é similar à da colza quanto a sua estrutura, ao ciclo vegetativo e às exigências climáticas e de solo. A diferença é que, de suas sementes, obtém-se óleo comestível de excelente qualidade para o consumo humano, com a seguinte composição de ácidos graxos: mais de 60% de monoinsaturados e 6% de saturados (CORDEIRO et al., 1999).

Destaca-se como uma excelente alternativa econômica (não exige ativos específicos, valendo-se da mesma estrutura de máquinas e equipamentos disponíveis nas propriedades) para uso em sistemas de rotação de culturas, particularmente com trigo, diminuindo os problemas de doenças que afetam esse cereal (redução de inóculo de fungos necrotróficos que comprometem o rendimento e qualidade do trigo, a exemplo do *Fusarium graminearum* e *Septoria nodorum*) e oportunizando a produção de óleos vegetais no inverno (TOMM et al., 2009).

O principal investimento para cultivo de canola são os esforços para aprendizado e ajuste regional das tecnologias de manejo da cultura, tendo em vista a ampla adaptação e plasticidade observados nos novos híbridos de alta qualidade e tecnologia empregados no Brasil (TOMM et al., 2008).

Os grãos de canola produzidos no Brasil possuem em torno de 24 a 27% de proteína e de 34 a 40% de óleo (EMBRAPA, 2012); porém, estes teores variam de acordo questões genéticas de cada cultivar, seja ela

primaveril ou de inverno, local de semeadura e tratos culturais. Para Younts (1990), a canola, possuindo 45% de óleo nos grãos e 35% de proteína no farelo, desperta o interesse do meio industrial por produzir óleo comestível rico em ácidos graxos monoinsaturados, com 2% ou menos de ácido erúxico no óleo e 30  $\mu\text{mols g}^{-1}$  ou menos de glucosinolatos no farelo, o que a torna mais adequada para o consumo humano e animal que a sua precursora.

A formação do rendimento de grãos em canola é consequência da multiplicação dos componentes diretos que compõem, representados pelo número de plantas por unidade de área, número de síliques por planta, número de grãos por síliqua e massa média de grãos, que vão se formando ao longo do seu ciclo, determinados possivelmente em cada subperíodo para compor o rendimento final (COIMBRA et al., 1999). Seu óleo é dos mais saudáveis, possuindo elevada quantidade de Ômega-3 (reduz triglicerídios e previne arteriosclerose), vitamina E (antioxidante que reduz radicais livres), gorduras mono-insaturadas (reduzem o LDL) e o menor teor de gordura saturada (contribui para equilibrar o teor de colesterol sanguíneo) de todos os óleos vegetais (TOMM et al., 2008).

O cultivo desta crucífera no Estado do Paraná foi impulsionado no início da década de 90. Segundo Cardoso et al. (1996), em 1992 foram cultivados no Paraná cerca de 2.000 hectares de canola, obtendo-se resultados diversos, desde produtores que não conseguiram chegar à colheita a outros que obtiveram produtividades acima de 2.500  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Tal ascensão na área cultivada de canola se dá pelas empresas que fomentam o cultivo no Brasil, as buscam pelos produtores que tradicionalmente realizam um bom manejo nas suas lavouras, ou seja, os que empregam insumos de qualidade e fazem um bom manejo de plantas daninhas e pragas e seguem as recomendações agronômicas.

Segundo Tomm (2009), as principais empresas que têm investido no desenvolvimento do cultivo da canola no Brasil são: Celena Alimentos S.A., com sede em Eldorado do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, e recebimento, armazenamento e extração de óleo realizados em Giruá, Estado do Rio Grande do Sul, pela empresa Óleos Warpol, em sistema de prestação de serviços; Giovelli & Cia. Ltda., com sede em Guarani das Missões, Estado do Rio

Grande do Sul, que possui várias unidades de recebimento de grãos e indústria de extração de óleos; Cooperativas, como a Cooperativa Agrícola Mista General Osório (Cotribá), com sede em Ibirubá, Estado do Rio Grande do Sul; a Cooperativa Agropecuária e Industrial (Cotrijal); a Cooperativa Agropecuária Alto Uruguai Ltda. (Cotrimaio), localizada em Três de Maio, Estado do Rio Grande do Sul; e Cocamar Cooperativa Agroindustrial, sediada em Maringá, Estado do Paraná; a Caramuru Alimentos Ltda., sediada em Itumbiara, Estado de Goiás, com várias unidades de recebimento de grãos, três unidades de extração de óleos e uma de unidade de produção de biodiesel; e a Bunge Alimentos, com administração central em Gaspar, Estado de Santa Catarina, que possui várias unidades de recebimento de grãos e sete unidades de extração de óleo. Além das empresas referidas que visam atender o mercado de alimentos e indústrias de biodiesel, destaca-se a BSBios - Indústria e Comércio de Biodiesel Sul Brasil Ltda nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná.

Nota-se na Tabela 1 o aumento da área cultivada com canola, comparando-se as safras 2011/12 e 2012/13.

Tabela 1 - Comparativo de área, produtividade e produção. Safras 2011/12 e 2012/13.

Região/UF	Área (1000 ha)		Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )		Produção (mil t)	
	Safra	Safra	Safra	Safra	Safra	Safra
	11/12	12/13	11/12	12/13	11/12	12/13
<b>Centro-Oeste</b>	2,3	2,3	1.043	1.043	2,4	2,4
MS	2,3	2,3	1.033	1.033	2,4	2,4
<b>Sul</b>	40,1	41,5	1.237	1.260	49,6	52,3
PR	13,5	12,9	1.152	1.220	15,6	15,7
SC	0,4	0,4	775	775	0,3	0,3
RS	26,2	28,2	1.287	1.287	33,7	36,3
<b>Centro-Sul</b>	42,4	43,8	1.226	1.249	52,0	54,7
Brasil	42,4	43,8	1.226	1.249	52,0	54,7

Fonte: Conab (2012b) – Levantamento: outubro de 2012.

Segundo a Conab (2012a), a safra 2011/12, quando comparada com a anterior, teve uma redução de 1.000 hectares no Estado do Mato Grosso do

Sul, devido ao fato do mesmo não ter esmagadora para canola no estado. Contudo, a liquidez e preços equivalentes aos da soja, funcionam como incentivo para que os produtores da região Sul adotem a canola como cultura de inverno.

## **2.2 Espaçamentos**

Trabalhar com variados espaçamentos entre linhas na cultura da canola remete-nos ao estudo que busca maximizar os componentes de produção buscando aumento de produtividade. Os produtores que frequentemente obtêm os rendimentos mais altos são aqueles que prestam cuidadosa atenção nas práticas que possibilitam aumentos da fotossíntese durante todos os estádios de crescimento da cultura (THOMAS, 2003).

Para qualquer cultura, o conhecimento da combinação ótima do espaçamento entre fileiras e da densidade de plantas é essencial para a maximização econômica da produção (HENDERSON et al., 2000). Para que tal maximização ocorra, torna-se necessária a realização de estudos científicos que proporcionem ao agricultor informações específicas que o leve a utilizar as melhores técnicas de produção disponíveis, dentre elas, a escolha criteriosa do espaçamento a ser utilizado.

Segundo Kruger (2011), em virtude de diferenças existentes entre os novos genótipos empregados, principalmente por serem provenientes de países que exportam sementes para o Brasil, da época de semeadura com grande amplitude de indicação, dos distintos níveis de tecnologia que são empregados na lavoura e dos diferentes espaçamentos entre linhas na semeadura, para ajuste com as culturas de soja e milho para facilitar o manejo, se verifica a necessidade de conhecer um arranjo de plantas adequado.

São escassas na literatura, informações sobre arranjos de espaçamento entre linhas que favoreçam a produtividade e, também, a qualidade das sementes de canola. Para tal, busca-se por meio de pesquisas, descobrir se espaçamentos reduzidos entre linhas concomitantemente com uma distribuição adequada de plantas por hectare, refletem em acréscimos no rendimento de grãos, em decorrência da possível melhora na eficiência da interceptação da luz.

Estudando a cultura do milho, Johnson et al. (1998) relatam que a elevação do rendimento de grãos com a redução do espaçamento entre linhas é atribuída à melhor eficiência na interceptação de radiação e ao decréscimo de competição entre plantas de milho por luz, água e nutrientes, em virtude da distribuição mais equidistante das plantas. Muitas vezes, tratando-se da cultura da canola, tal distribuição equidistante é afetada pelo problema encontrado pelos agricultores durante a etapa de semeadura, pois a grande dificuldade encontra-se em estabelecer uma população de plantas adequada. Em especial, quando se utiliza espaçamentos reduzidos e se tem a necessidade de semear em torno de sementes de baixo peso, as quais possuem dimensões muito reduzidas, como é o caso da canola.

Atualmente, os espaçamentos de 17 e 45 centímetros entre linhas se destacam nas lavouras de canola, pois os produtores utilizam os mesmos implementos utilizados na semeadura do trigo e da soja, com algumas adaptações. Ressalta-se que a utilização de diferentes espaçamentos permite também que se trabalhe com questões relacionadas à competição espacial entre a cultura principal e as plantas daninhas, além da competição por nutrientes.

Além disso, a disposição das plantas em uma lavoura pode modificar suas características fenotípicas. Segundo Castro e Boaretto (2004), estas modificações estão relacionadas com a competição entre indivíduos, em consequência da variação no espaçamento entre linhas e na densidade de semeadura. Portanto, o uso desta técnica de manejo pode contribuir para minimizar os problemas na cultura da canola, permitindo maior rendimento de grãos e de óleo nessa espécie oleaginosa (KRUGER, 2011).

### **2.3 Épocas de semeadura**

A época de semeadura pode afetar vários aspectos relacionados à cultura da canola. Segundo Thomas (2003), afetam a germinação, emergência, densidade de plantas, crescimento vegetativo, tempo de florescimento, ramificação, peso de planta, taxa de crescimento, maturação, rendimento e qualidade.

As técnicas de cultivo da canola, como a época de semeadura, espaçamento, densidade de semeadura, adubação, são baseadas principalmente nas recomendações utilizadas para a cultura do trigo e em testes de campo realizados por algumas cooperativas, uma vez que, informações sobre a cultura são escassas (CASTRO; BOARETTO, 2004).

A escolha da época de semeadura é fator que impõe significativa notoriedade no sistema de produção de canola. Atualmente, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 2009), disponibiliza em sua página na internet, mapas de zoneamento agrícola para a cultura da canola.

Para a cultura da soja, uma oleaginosa como a canola, a época de semeadura determina a exposição das plantas às variações dos fatores climáticos limitantes ao crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura; isto porque contribui fortemente para a definição da duração do ciclo, da altura da planta e da produção de grãos (EMBRAPA SOJA, 2008). Em um estudo sobre a cultura da soja, Albrecht (2006) cita que a instalação desta cultura em determinada época pode expor as plantas a estresse ambiental no campo, em uma fase específica do ciclo, ou até mesmo durante vários estádios vegetativos e /ou reprodutivos e modificar a sua composição química.

Cordeiro et al. (1999), no fim da década de 90, relatou que, para o Estado do Paraná, a época mais adequada para semeadura da canola seria entre 20 de março e 10 de maio (preferencialmente nos meses de abril e maio), sendo preferível o início desse período para as regiões ao norte do estado e, ao sul, o final. Souza et al. (2010) encontraram diferenças de produtividade entre dois genótipos de canola produzidos em diferentes épocas de semeadura no município de Areia, Estado da Paraíba.

Degenhardt e Kondra (1981) apud Cordeiro (1999), estudando no Canadá, a influência da data de semeadura sobre o rendimento de grãos e outros componentes de cinco genótipos de *Brassica napus*, dentre os quais quatro cultivares ('Oro', 'Turret', 'Midas' e 'Altex') e uma linhagem experimental da Universidade de Alberta ('74G-1382'), concluíram que o retardamento da semeadura, de maneira geral, resulta em decréscimo no rendimento de grãos, índice de colheita, densidade de plantas, número de racemos por planta e número de racemos por metro quadrado. Além disso, relatam que no oeste do Canadá, semeaduras antecipadas (mês de maio) de *B. napus* produzem

rendimentos elevados de grãos e, também, reduzem o risco de danos por geadas do que aquelas realizadas mais tardiamente.

Segundo a ICI Semillas (1991) apud Cordeiro et al. (1999), sugere-se, como recomendação geral de época de semeadura, evitar que geadas severas atinjam as plântulas do estágio cotiledonar ao primeiro par de folhas verdadeiras, observando que semeaduras tardias tendem a encurtar o ciclo, diminuindo o rendimento de grãos e a percentagem de óleo. Além disso, vale acrescentar que se deve priorizar a semeadura em época de boa regularidade hídrica e com baixas chances de ocorrências de geadas severas também no período de florescimento. Segundo Dalmago et al. (2010), geadas no período de floração da canola causam perdas de rendimento de grãos pela redução do número de síliquas por planta e menor número de grãos por síliqua.

Segundo Thomas (2003), no Canadá, a semeadura em época antecipada geralmente produz canola de maior qualidade, enquanto a semeadura tardia normalmente diminui o conteúdo de óleo de 1 a 2%, comparando-se a semeadura antecipada. O conteúdo de óleo e proteína frequentemente tem relação inversa, e, portanto, sementes provindas de canola semeadas antecipadamente tendem a ter menos proteína.

## **2.4 Qualidade de sementes**

A propagação de plantas via sementes é o meio mais comum utilizado nos dias de hoje. Além disso, a população de plantas, um dos aliados no rendimento final, em uma determinada área cultivada, é influenciada, entre outros fatores, pela germinação das sementes, que começa com a absorção de água e culmina com o alongamento do eixo embrionário e protrusão da radícula (ALBRECHT, 2009).

Considera-se uma semente de alta qualidade aquela de espécies e cultivares livres de sementes de plantas daninhas e outras espécies; com elevada capacidade germinativa e vigor, adequadamente tratadas, com grau de umidade adequado e de boa aparência geral. Para que com isso se possa obter homogeneidade de população, ausência de moléstias transmissíveis por sementes, elevado vigor das plantas e, conseqüentemente, maior quantidade e qualidade (AOSA, 1983 apud SOUZA et al. 2007).

Uma “medida” utilizada para a determinação da qualidade das sementes é o “vigor”, que é definido por Thomas (2003) como as propriedades da semente que determinam o potencial para a emergência uniforme e rápido desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla gama de condições de campo.

Para se avaliar a qualidade fisiológica e acompanhar todo o processamento das sementes são necessários métodos rápidos e que possam ser padronizados e reproduzíveis (SOUZA et al., 2007). Testes de laboratório como o envelhecimento acelerado, a condutividade elétrica, a primeira contagem do teste de germinação, entre outros, são utilizados para a determinação do vigor das sementes. Estes resultados são de grande valor para o beneficiamento, conservação, comercialização e semeadura de sementes (ALBUQUERQUE et al., 1995 apud SOUZA et al., 2007).

Para Hampton e Coolbear (1990) apud Lazatotto (2010), os testes de vigor são instrumentos importantes, como adjuntos ao teste de germinação na pesquisa sobre qualidade de sementes.

Dentre os testes de vigor mais amplamente utilizados está a comparação da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação que possibilita determinar o vigor relativo entre lotes de sementes (NAKAGAWA, 1999). Para tal autor, a primeira contagem do teste é baseado no princípio de que amostras com maiores percentuais de plântulas normais são as mais vigorosas.

Amaral et al. (2012), estudando a curva de hidratação como auxiliar na identificação dos lotes de maior qualidade, relata que a qualidade fisiológica afeta o teor de água alcançado pelas sementes de canola durante a hidratação. Sementes de menor vigor apresentam maior velocidade de hidratação e teor de água, até 15 horas, quando comparadas com sementes de maior vigor.

É notório que a germinação e o vigor das sementes são condicionadas por características genéticas, influenciados por sinais externos (ambientais), que quando percebidos pela semente desencadeiam sinais internamente, em nível molecular, os quais induzem a ativação dos processos metabólicos que culminam com o crescimento do eixo embrionário (CASTRO et al., 2004).

Com base em levantamento realizado em grande número de lavouras no Canadá, Thomas (2003) concluiu que o rendimento da canola é mais

limitado por falhas em aplicar, modificar e ajustar os fatores de produção dentro de sistemas de produção. Em geral, as sementes adquirem a máxima qualidade próxima à maturidade fisiológica, período em que ocorre o máximo acúmulo de massa seca, a fim de promover formação completa dos sistemas bioquímico, morfológico e estrutural (NAKADA et al., 2011).

Para a instalação definitiva da canola no sistema de produção agrícola nacional, é fundamental que sementes de elevada qualidade sejam produzidas pelo setor sementeiro e que métodos padronizados sejam estabelecidos na avaliação da qualidade fisiológica das sementes (ÁVILA, 2003). Segundo Popinigis (1985), a qualidade fisiológica da semente é a sua capacidade de desempenhar funções vitais, caracterizadas pela sua germinação, seu vigor e sua longevidade, sendo influenciada por fatores climáticos como a temperatura e a precipitação.

Temperaturas elevadas durante o ciclo, altos índices pluviométricos na fase de colheita, déficit hídrico, ataque de pragas, entre outros, são elementos que influenciam na obtenção de sementes de boa qualidade. Além destes, Thomas (2003) cita que a perda da qualidade de sementes pode ser devido à imaturidade na colheita, intempéries durante a maturação, injúria física durante a colheita e transporte e armazenamento inapropriado ou por armazenamento por longos períodos. Em contrapartida, o armazenamento de sementes em baixas temperaturas e umidade relativa do ar pode manter o vigor das sementes por tempo mais prolongado.

## **2.5 Produção de biodiesel**

O tema biocombustível gera discussões importantes a cada ano, ao passo em que o petróleo vai se esgotando na natureza e, conseqüentemente, “obrigando” o homem a buscar novas alternativas na questão energética. Os combustíveis fósseis são grandes poluidores do ambiente, seja pela emissão de gases do efeito estufa durante a combustão, seja pelo descarte de resíduos ou pelos derramamentos que eventualmente ocorrem no mar e no solo. Além destes inconvenientes, não são raros os anos em que o consumo excede a produção (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2005 apud SILVA; FREITAS, 2008).

A lei brasileira nº. 11.097/2005 define biodiesel como “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”.

A canola, assim como a mamona, a soja e o girassol têm sido apontada como cultura em potencial para a produção de biodiesel, bem como produtora de óleo com excelente qualidade para o consumo humano.

Segundo Marzullo (2007), uma das formas de se utilizar óleos vegetais para fins carburantes é por meio do biodiesel, uma mistura de ésteres obtida basicamente na reação de transesterificação entre um triglicerídeo (óleos de origem vegetal ou animal) e um álcool de cadeia curta, podendo, desta forma, ser classificado como um combustível proveniente de fontes renováveis e potencial substituto para o diesel derivado do petróleo.

Silva e Freitas (2008) relatam que no ano de 1900, o inventor alemão Rudolph Diesel levou à exposição internacional de Paris um motor com novo sistema de funcionamento, chamado de “ciclo Diesel”; tal motor era movido com óleo de amendoim e, nas primeiras décadas do século XX, foram utilizados óleos de várias outras espécies vegetais para seu funcionamento. Porém, o alto custo de produção de sementes desde aquela época foi uma dificuldade para utilização do motor Diesel e, conseqüentemente, a abundância de petróleo no início do século XX, aliada ao baixo custo para refino de seu óleo, fez com que os óleos vegetais fossem substituídos pelo óleo refinado de petróleo, que então foi chamado de “óleo diesel”. Segundo os mesmos autores, o biodiesel constitui-se em uma boa alternativa para a substituição parcial ou total do óleo diesel, mas as vantagens ambientais e agrícolas dependem de estudos pendentes em vários elos da cadeia produtiva.

Vários países têm realizado pesquisas que visam a substituição do óleo diesel pelo biodiesel, dentre eles a Alemanha, que já produz biodiesel a custos iguais ao do óleo diesel (UDAETA et al., 2004). No Brasil, para a região norte do Paraná, Pereira et al. (2006) apud Osaki e Batalha (2008) realizaram um estudo de viabilidade técnica e econômica da produção do biodiesel de soja e mamona, sendo os indicadores avaliados, o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno), demonstrando que o

custo do B2 (2% de biodiesel misturado no diesel fóssil), obtido a partir da mamona, foi de R\$ 1,88  $\text{litro}^{-1}$  e da soja, de R\$ 1,93  $\text{litro}^{-1}$ , ambos superiores ao preço médio do diesel fóssil (R\$ 1,85  $\text{litro}^{-1}$ ) na época do estudo.

Neste contexto está inserida a cultura da canola, a qual vem ganhando espaço nas propriedades agrícolas paranaenses objetivando a produção de biocombustível, não pelo custo de seu óleo, que também é alto, mas pelo fato de ser uma cultura alternativa, a qual pode ser capaz de sustentar a indústria de biodiesel, em decorrência da falta de outros óleos vegetais, gorduras animais como é o caso do sebo bovino, ou pela competitividade de preços entre estes produtos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas de 2011 e 2012, em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, localizada no município de Maringá - PR, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O clima predominante na região é do tipo Cfa (mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes), segundo classificação de Köppen (IAPAR, 1987).

A Fazenda Experimental de Iguatemi está situada a uma latitude de 23°25' Sul e longitude de 51°57' a Oeste de Greenwich, com altitude média de 540 m. Os experimentos foram instalados em um solo classificado como Argissolo Vermelho distróférrico de textura média (EMBRAPA, 2006). O solo da área experimental foi analisado quanto às características químicas e os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização química e fertilidade do solo da área experimental, a partir de coletas na profundidade de 0 – 20 cm, Maringá-PR, 2011 e 2012.

Análise	2011	2012	Unidades	Extratores ou Métodos
pH (CaCl <sub>2</sub> )	4,7	4,8		CaCl <sub>2</sub>
pH (H <sub>2</sub> O)	5,5	5,6		H <sub>2</sub> O
Al <sup>3+</sup>	0,1	0,0	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	KCl 1 mol L <sup>-1</sup>
H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	3,42	3,17	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SMP
K <sup>+</sup>	0,54	0,38	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Mehlich
P	7,0	6,5	mg dm <sup>-3</sup>	Mehlich
Ca <sup>2+</sup>	2,82	3,41	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	KCl 1 mol L <sup>-1</sup>
Mg <sup>2+</sup>	1,01	1,43	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	KCl 1 mol L <sup>-1</sup>
S	6,54	5,27	mg dm <sup>-3</sup>	Fosfato monocálcico
SB	4,37	4,31	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
CTC	7,79	15,20	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	
v	56,10	57,62	%	
Ca	36,20	38,37	%	
Mg	12,97	14,17	%	
K	6,93	5,08	%	
m	2,24	0,00	%	

Os híbridos utilizados foram os seguintes: Hyola 76, Hyola 61, Hyola 411 e Hyola 433, os quais possuem resistência poligênica à canela preta (*Phoma lingam*). Encontra-se na Tabela 3 as características de cada híbrido.

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados com quatro repetições de campo e arranjo dos tratamentos em parcelas subsubdivididas. Foram utilizados 16 tratamentos, os quais são 2 épocas de semeadura, alocadas nas parcelas, 2 espaçamentos, alocados nas subparcelas e 4 híbridos, alocados na subsubparcelas.

Tabela 3 – Comportamento dos híbridos de canola.

Características	Híbrido			
	Hyola 61	Hyola 433	Hyola 411	Hyola 76
Emergência ao início da floração (dias)	53-77	58-67	59-65	*
Duração da floração (dias)	28-52	28-73	30-72	*
Emergência à maturação (dias)	123-155	120-150	120-150	*
Altura de planta (cm)	88-136	124-131	128-139	*

\* não informado

Fonte: Adaptado de Tomm et al. (2009).

A adubação foi realizada com 270 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-16-16, que continha 9,2% de enxofre. Foi aplicado calcário dolomítico à lanço, 3 meses antes da semeadura para elevar a saturação de bases para 70%. Os dados de precipitação, temperatura máxima e mínima diária e umidade relativa do ar, referentes ao período de condução do experimento a campo, foram coletados diariamente na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi.

A semeadura foi realizada com quantidade de sementes superior à mínima necessária para que o estande final de aproximadamente 40 plantas por metro quadrado fosse garantido. As sementes foram tratadas com Tetramethylthiuram disulfide (Thiram<sup>®</sup>) na dosagem de 2g de I.A kg<sup>-1</sup> de semente. No estágio 1, de duas a três folhas (MEIER, 2001), as plantas das unidades experimentais foram desbastadas para obter a população desejada no experimento. As plantas daninhas foram controladas manualmente e através da aplicação do produto Podium S<sup>®</sup> (fenoxaprope-p-etílico + cletodim) via pulverizador costal. Para o controle da vaquinha (*Diabrotica speciosa*) no

início do ciclo e de pulgão (*Brevicoryne brassicae*) no final do ciclo da canola foi aplicado o produto Tamarom BR<sup>®</sup> (metamidofós).

As parcelas experimentais foram constituídas de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si e de 16 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,17 m entre si. Foram utilizados como área útil 3,6 m<sup>2</sup> da parte central de cada unidade experimental, desprezando-se as linhas laterais e as extremidades das linhas centrais como bordaduras.

Para os experimentos de 2011 e 2012, a primeira época de semeadura ocorreu no dia 08 de abril e a semeadura da segunda época no dia 10 de maio. A área experimental foi previamente dessecada com o herbicida Roundup<sup>®</sup> (Glyphosate) na dosagem de 5 L ha<sup>-1</sup>, onde posteriormente foram abertos sulcos com espaçamento de 0,45 m e 0,17 m entre fileiras, sendo a semeadura realizada manualmente.

A colheita foi realizada manualmente, quando a haste principal das plantas apresentavam em torno de 60% das sementes com coloração marrom ou preta, conforme preconizado por Portella e Tomm (2007).

Após a colheita, as plantas da área útil de cada parcela foram dispostas em sacos de ráfia identificados, levadas para um ambiente protegido, com circulação de ar, onde permaneceram por cinco dias para que secassem. Em seguida, as sementes foram submetidas à debulha manual e limpas com o auxílio de peneiras e selecionador de impurezas digital.

Partindo da massa de sementes proveniente da área útil de cada parcela obteve-se rendimento de grãos. Em seguida, determinou-se o grau de umidade das sementes por meio do método de estufa a 105°C ± 3°C, durante 24 horas, utilizando-se duas subamostras de 5,0 g de sementes para cada parcela (BRASIL, 2009). A umidade das sementes foi corrigida para 9,5%.

Partindo-se do rendimento de grãos nas parcelas, foram calculadas as produtividades em kg ha<sup>-1</sup>, para cada tratamento. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel Kraft multifoliado e conduzidas para a câmara fria do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri) da UEM, em Maringá, Estado do Paraná, onde permaneceram por uma semana. Em seguida, foram realizadas as seguintes avaliações no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Nupagri:

**Massa de mil sementes:** determinada pela pesagem de oito subamostras de 100 sementes para cada repetição de campo, utilizando-se balança analítica com precisão de um miligrama, multiplicando a média dos resultados por 10. Após a pesagem, a umidade das sementes foi corrigida para 9,5%.

**Teste de germinação:** conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, para cada unidade experimental, colocadas para germinar caixas plásticas tipo “gerbox” sobre três folhas de papel-toalha (“germitest”), umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco. Posteriormente, as sementes foram levadas para germinador do tipo Mangelsdorf regulado para manter a temperatura constante de  $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ . As avaliações foram realizadas aos cinco e sete dias após a semeadura, computando-se as plântulas consideradas normais, segundo os critérios estabelecidos nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem da germinação:** efetuada em conjunto com o procedimento anterior, utilizando-se a mesma metodologia, considerando-se somente as plântulas normais obtidas no quinto dia após o início do teste (BRASIL, 2009).

**Envelhecimento acelerado:** realizado pelo acondicionamento de uma amostra de sementes para cada lote, distribuída em camada única sobre uma tela plástica colocada no interior de caixas plásticas do tipo “gerbox” contendo 40 mL de água destilada, com distância entre o nível de água e as sementes de aproximadamente 2 cm. Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a uma câmara jaquetada de água (Water Jacked Incubator) modelo 3015 marca VWR/USA e mantidas a temperatura de  $42^{\circ}\text{C}$ , por 24 horas (MARCOS FILHO, 1999b). Após o período de envelhecimento, 200 sementes foram escolhidas aleatoriamente, divididas em quatro subamostras de 50 sementes, sendo submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a transferência para o germinador.

**Condutividade elétrica:** realizado segundo metodologia descrita por Krzyzanowski et al. (1991), Vieira (1994) e Vieira e Krzyzanowski (1999), utilizando quatro repetições de 50 sementes para cada lote, sendo estas pesadas em balança analítica com precisão de um miligrama e colocadas em copos plásticos (sistema de copo ou condutividade de massa ou “bulk

conductivity”) contendo 25 mL de água desmineralizada, permanecendo em estufa incubadora regulada a temperatura de 25°C, por 24 horas. A avaliação foi realizada após o conteúdo dos copos ser agitado suavemente com bastão de vidro, sendo a condutividade elétrica medida em condutímetro microprocessado digital de bancada, da marca Alpax. O eletrodo do aparelho foi lavado em água desmineralizada e seco com papel-toalha antes de cada medição. Os valores médios da condutividade elétrica de cada lote foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$  de sementes.

**Teor de óleo:** para a determinação de lipídios totais (óleo), utilizou-se aparelho extrator de Soxhlet e éter de petróleo como solvente, segundo procedimento descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985), com refluxo de 6 horas. Foram avaliadas quatro subamostras de 2 g de farinha de canola, provenientes das sementes de cada unidade experimental. Os resultados foram expressos em porcentagem de óleo extraído, determinado por diferença de pesagem.

**Produção de óleo:** obtido pela multiplicação dos percentuais de óleo no grão pelas devidas produtividades. Os resultados foram expressos em  $\text{kg ha}^{-1}$  de óleo.

**Teor de proteínas:** determinado pelo método de Kjeldahl para quantificação do Nitrogênio total, conforme recomendação da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990), com modificações. As sementes provenientes de cada unidade experimental foram moídas durante 60 segundos em um moinho de facas a 17.000 r.p.m. Posteriormente, foram analisadas quatro subamostras de 0,2 g da farinha de canola moída, a qual será condicionada em tubos de ensaio, junto com 2 g de uma mistura catalítica (sulfato de cobre e selênio em pó) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Estes tubos foram, então, levados para aquecimento em um bloco digestor para a fase de digestão da matéria orgânica. O aquecimento foi gradual até a temperatura de 350°C, permanecendo nesta temperatura por mais 2,5 horas. Após a digestão, iniciou-se a fase de destilação da amônia liberada, pela a reação com hidróxido de sódio (50%), a qual foi recolhida em solução de ácido bórico a 4%. A titulação foi realizada em solução padrão de ácido clorídrico (1N), sendo recuperado de 99,7% do nitrogênio. Para a determinação de

proteínas totais, multiplicou-se o conteúdo de nitrogênio pelo fator 6,25 com base na matéria seca.

### **3.1 Delineamento experimental e análise estatística**

Os pressupostos básicos para a análise de variância foram analisados e atendidos. Posteriormente, os dados obtidos para todas as variáveis foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) e, na presença de interação significativa, procederam-se os desdobramentos, assim como preconizado por Banzatto e Kronka (2008). A comparação das médias dos híbridos foi feita pelo teste LSD de Fisher (Least Significant Difference) ( $p < 0,05$ ). Na comparação das médias das épocas e dos espaçamentos o teste F é conclusivo. O software utilizado nas análises foi o SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 encontram-se os dados climáticos referentes aos meses de duração dos ensaios à campo. Observa-se que os meses foram divididos em decêndios para se obter um melhor diagnóstico das condições em que a cultura da canola foi submetida nos anos agrícolas de 2011 e 2012.

Tabela 4 – Dados climáticos de temperatura máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluvial na Fazenda Experimental de Iguatemi, de abril a setembro de 2011 e 2012, Maringá-PR.

Mês	Decêndio	Temperatura (°C)				Umidade Relativa (%)		Precipitação (mm)	
		Máxima		Mínima		2011	2012	2011	2012
		2011	2012	2011	2012				
Abril	1º	28,3	30,0	17,9	18,6	66,0	55,6	15,0	17,2
	2º	27,2	29,0	18,5	19,8	64,0	65,7	72,8	14,4
	3º	26,8	24,2	16,9	16,1	67,0	71,1	23,3	65,6
Maio	1º	26,0	24,6	14,4	14,6	63,5	57,2	7,5	0,0
	2º	24,3	23,0	13,8	16,0	65,8	73,7	0,0	3,7
	3º	24,9	23,2	13,0	16,7	59,1	75,0	0,0	5,9
Junho	1º	21,7	19,0	10,2	13,4	59,0	84,2	82,0	55,4
	2º	23,4	23,7	12,0	16,7	53,5	76,1	0,0	221,6
	3º	21,9	21,3	8,9	15,4	74,5	64,4	54,8	2,0
Julho	1º	18,8	23,9	10,6	14,2	65,4	53,8	22,0	14,2
	2º	26,9	18,8	16,6	11,6	52,7	60,6	46,0	2,2
	3º	24,9	23,8	14,9	18,0	65,1	58,9	69,8	2,0
Agosto	1º	24,8	28,0	10,6	17,6	52,7	46,6	17,0	0,0
	2º	26,9	29,0	17,0	17,9	56,3	43,4	15,8	0,0
	3º	25,0	28,2	14,8	16,8	52,6	49,0	1,0	4,8
Setembro	1º	26,4	33,5	14,5	20,2	50,8	60,8	20,2	27,5
	2º	28,7	34,0	15,3	21,7	45,2	42,6	0,0	0,0
	3º	29,8	25,3	16,2	12,8	45,4	59,8	7,8	0,0
Média/Total		25,4	25,7	14,2	16,6	58,8	61,0	455,0	436,5

É relevante mencionar que para as duas épocas de semeadura do ano de 2011, de modo a garantir a emergência das plântulas, realizou-se a irrigação das parcelas utilizando-se uma lâmina d'água de 15 mm.

A cultura da canola vem sendo considerada por muitos produtores do Estado do Paraná, a principal cultura para o período de inverno, onde há com frequência condições ambientais adversas por ocasião da semeadura, principalmente baixas temperaturas e períodos de estiagem (ÁVILA, 2007b), como pode ser observado na Tabela 4.

Dentre os meses trabalhados no ano de 2011, maio obteve a menor precipitação, enquanto o mês de julho apresentou-se com boa regularidade e quantidade de chuvas. Para o ano 2012, nota-se um maior valor de precipitação, porém, uma distribuição mais desuniforme quando comparada com o ano anterior (Tabela 4) baixos valores a partir de mês de julho. A umidade relativa manteve-se com valores em torno dos 45% nos meses de agosto e setembro. Quanto à temperatura, registrou-se no mês de junho de 2011 o valor mais baixo para a média dos decênios (8,9°C) e para o ano de 2012, o valor mais baixo encontrado foi 11,6°C no mês de julho.

O valor ótimo de temperatura para o desenvolvimento da cultura é de cerca de 20°C, com limites extremos entre 12 e 30°C (ROBERTSON et al. 2002 apud DALMAGO, 2010). Segundo ICI Semillas (1991), altas temperaturas reduzem o período de floração e maturação, além de afetar a viabilidade do grão de pólen e da receptividade das flores, ocasionando em menores rendimentos.

Segundo Tomm et al. (2009), com relação a necessidade hídrica, as melhores áreas e épocas de semeadura da canola são aquelas com disponibilidade de água entre 312 mm a 500 mm, durante o ciclo. Embora o volume de chuvas não tenha sido regular, a quantidade de água exigida pela cultura foi provida durante o período de experimentação de campo.

#### **4.1 Resultados da análise estatística das variáveis**

Nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 encontram-se os resumos da análise de variância referentes à qualidade de sementes, teores de óleo e proteína, produtividade de grãos e produção de óleo da canola.

A variável resposta condutividade elétrica (Tabelas 5 e 7), para os anos 2011 e 2012 e a variável massa de mil sementes, referentes ao ano 2012 apresentaram a interação de segunda ordem significativa (Híbrido x Época x

Espaçamento), a 5% de probabilidade pelo teste F; conseqüentemente, procedeu-se o desdobramento de maior interesse (Híbrido dentro de Época e Espaçamento).

Para as variáveis envelhecimento acelerado (ano 2011) e massa de mil sementes (Tabela 5), referentes ao ano 2011, produtividade e produção de óleo (Tabelas 6 e 8), referentes aos anos de 2011 e 2012, observa-se a interação de primeira ordem Híbrido x Época significativa; tal fato indica que independentemente dos espaçamentos testados, foram observadas diferenças estatísticas entre os híbridos e épocas de semeadura.

Quanto a primeira contagem e contagem final da germinação (Tabelas 5 e 7) para o anos 2011 e 2012 e teste de envelhecimento acelerado (Tabela 7) para o ano 2012, notou-se significância para o efeito principal de Híbrido. Isso indica que, independentemente dos espaçamentos e das épocas de semeadura adotadas, as diferenças se apresentam entre os híbridos de canola para as variáveis em questão. Além disso, as variáveis resposta primeira contagem da germinação, para o ano 2012, contagem final da germinação e envelhecimento acelerado (anos 2011 e 2012) apresentaram-se significativas para o efeito principal Época. Este indica que, independentemente dos híbridos e dos espaçamentos, as diferenças se encontram entre as épocas de semeadura utilizadas.

Os teores de óleo e proteína nas sementes (Tabelas 6 e 8) para os anos de 2011 e 2012 não apresentaram diferenças significativas na análise de variância; ou seja, independentemente das épocas de semeadura, espaçamentos ou híbridos utilizados neste ensaio, os teores de óleo e proteína nas sementes foram semelhantes. Presume-se que estes resultados sejam ocasionados pela semelhança de temperatura durante o ciclo da canola, inferindo-se que as alternâncias observadas durante o período compreendido entre as épocas de semeadura não foram suficientes para alterar a composição de óleo e proteína nas sementes de canola. Tal ausência de diferenças estatísticas pode revelar um comportamento semelhante entre os híbridos quanto aos processos metabólicos que determinam a produção de óleo e proteína.

Ávila et al. (2007a) não encontraram diferenças entre os teores de proteínas, em cultivares de soja para os locais de semeadura e relatam que a

temperatura não parece estar fortemente associada com o conteúdo de proteína e tem pouco efeito na quantidade encontrada na semente de soja. Já Albrecht (2006), com uma única exceção, notou o mesmo comportamento em todas as épocas de semeadura da soja, na comparação de diferentes anos agrícolas.

Singh et al. (1990) e Benzain e Lane (1986) apud Ávila et al. (2007) relataram efeito positivo entre temperatura e conteúdo de proteínas em grão-de-bico e trigo. Segundo Thomas (2003), na cultura da canola, baixas temperaturas prejudicam a produção de proteínas por meio da redução de processos metabólicos, requeridas para a adequada germinação e para o bom desenvolvimento inicial das plântulas.

Para Tomm et al. (2009), locais e épocas com déficit hídrico durante o florescimento da canola devem ser evitados por causar severas perdas de rendimento de grãos e no percentual de óleo dos grãos, principalmente se o déficit ocorrer juntamente com temperatura elevada (acima de 27°C). Corroborando com esses resultados, Shafii et al. (1992) relataram relação inversa entre temperatura e teor de óleo em sementes de canola.

Tabela 5 – Resumo da análise de variância referente às variáveis resposta condutividade elétrica (COND), envelhecimento acelerado (ENV), primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) e massa de mil sementes (MASS) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2011, em Maringá - PR.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		COND	ENV	GER	GERF	MASS
Blocos	3	655,150022 <sup>ns</sup>	37,734375 <sup>ns</sup>	18,760417 <sup>ns</sup>	22,755208 <sup>ns</sup>	0,058777 <sup>ns</sup>
Época	1	32931,814577*	570,015625*	276,390625 <sup>ns</sup>	280,562500*	0,385796 <sup>ns</sup>
Erro (a)	3	3155,341114	24,213542	54,630208	10,447917	0,081256
Espaçamento	1	3431,469952 <sup>ns</sup>	0,015625 <sup>ns</sup>	0,015625 <sup>ns</sup>	0,062500 <sup>ns</sup>	0,029284 <sup>ns</sup>
Época x Espaçamento	1	24,589202 <sup>ns</sup>	11,390625 <sup>ns</sup>	0,062500 <sup>ns</sup>	4,515625 <sup>ns</sup>	0,010894 <sup>ns</sup>
Erro (b)	6	3502,419064	92,619792	30,997396	16,080,729	0,035221
Híbrido	3	6757,810452*	921,359375*	135,385417*	45,984375*	0,251631*
Híbrido x Época	3	1195,638410 <sup>ns</sup>	170,463542*	44,026042 <sup>ns</sup>	32,05208 <sup>ns</sup>	0,294691*
Híbrido x Espaçamento	3	747,479402 <sup>ns</sup>	94,130208 <sup>ns</sup>	5,546875 <sup>ns</sup>	4,802083 <sup>ns</sup>	0,047477 <sup>ns</sup>
Híbrido x Época x Espaçamento	3	6945,692635*	12,776042 <sup>ns</sup>	2,552083 <sup>ns</sup>	7,442708 <sup>ns</sup>	0,037473 <sup>ns</sup>
Erro (c)	36	2289,269204	58,119792	21,648438	14,493924	0,057022
Média Geral		169,18	73,27	89,50	92,80	2,71
C.V. (a) (%)		33,2	6,72	8,26	3,48	10,52
C.V. (b) (%)		34,98	13,14	6,22	4,32	6,93
C.V. (c) (%)		28,28	10,41	5,2	4,1	8,81

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6 – Resumo da análise de variância referente às variáveis resposta teor de óleo (OLEO), teor de proteína nas sementes (PROT), produtividade de grãos (PROD) e produção de óleo (KOL) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2011, em Maringá - PR.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		OLEO	PROT	PROD	KOL
Blocos	3	30,437264 <sup>ns</sup>	1,530212 <sup>ns</sup>	140052,663477 <sup>ns</sup>	37637,560973 <sup>ns</sup>
Época	1	0,005439 <sup>ns</sup>	1,237656 <sup>ns</sup>	717764,784100*	90992,722500*
Erro (a)	3	6,355097	3,02016	57973,12974	7644,777933
Espaçamento	1	31,936627 <sup>ns</sup>	0,038025 <sup>ns</sup>	118196,721006 <sup>ns</sup>	3223,400625 <sup>ns</sup>
Época x Espaçamento	1	0,953064 <sup>ns</sup>	0,676506 <sup>ns</sup>	37754,433025 <sup>ns</sup>	6555,736056 <sup>ns</sup>
Erro (b)	6	7,779516	0,45672	65152,31082	11764,643974
Híbrido	3	10,680727 <sup>ns</sup>	0,113613 <sup>ns</sup>	243884,480619*	39349,886623*
Híbrido x Época	3	4,028210 <sup>ns</sup>	0,123535 <sup>ns</sup>	306691,360612*	45046,290717*
Híbrido x Espaçamento	3	1,391547 <sup>ns</sup>	1,477054 <sup>ns</sup>	33476,888385 <sup>ns</sup>	5870,822108 <sup>ns</sup>
Híbrido x Época x Espaçamento	3	14,158477 <sup>ns</sup>	1,026094 <sup>ns</sup>	12617,303337 <sup>ns</sup>	6707,351006 <sup>ns</sup>
Erro (c)	36	5,251715	0,901252	34630,99422	4671,161204
Média Geral		35,06	25,93	1237,65	435,45
C.V. (a) (%)		7,19	6,7	19,45	20,8
C.V. (b) (%)		7,96	2,61	20,62	24,91
C.V. (c) (%)		6,54	3,66	15,04	15,70

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7 – Resumo da análise de variância referente às variáveis resposta condutividade elétrica (COND), envelhecimento acelerado (ENV), primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) e massa de mil sementes (MASS) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2012, em Maringá - PR.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios				
		COND	ENV	GER	GERF	MASS
Blocos	3	109,503204 <sup>ns</sup>	2,287152 <sup>ns</sup>	1,912623 <sup>ns</sup>	5,396340 <sup>ns</sup>	0,011386 <sup>ns</sup>
Época	1	114666,890625*	851,326506*	750,623006*	931,633006*	0,071556 <sup>ns</sup>
Erro (a)	3	226,400729	20,16326506	25,185956	29,018840	0,008895
Espaçamento	1	39114,950625*	38,626225 <sup>ns</sup>	32,575556 <sup>ns</sup>	26,754756 <sup>ns</sup>	1,036324*
Época x Espaçamento	1	925,072225 <sup>ns</sup>	2,608226 <sup>ns</sup>	20,634306 <sup>ns</sup>	11,577006 <sup>ns</sup>	0,751689*
Erro (b)	6	415,248667	21,244537	18,774898	22,232798	0,015384
Híbrido	3	35534,789775*	113,867819*	115,571373*	100,237590*	0,072856 <sup>ns</sup>
Híbrido x Época	3	10303,606092*	15,326402 <sup>ns</sup>	8,544706 <sup>ns</sup>	11,171256 <sup>ns</sup>	0,293980*
Híbrido x Espaçamento	3	8365,911075*	31,010412 <sup>ns</sup>	35,823856 <sup>ns</sup>	35,897006 <sup>ns</sup>	0,048525 <sup>ns</sup>
Híbrido x Época x Espaçamento	3	6632,349625*	5,743153 <sup>ns</sup>	8,315106 <sup>ns</sup>	7,644923 <sup>ns</sup>	0,424058*
Erro (c)	36	271,526589	17,393477	14,108760	17,453138	0,030836
Média Geral		271,90	59,32	63,64	70,45	2,58
C.V. (a) (%)		5,53	7,57	7,89	7,65	3,66
C.V. (b) (%)		7,49	7,77	6,81	6,69	4,81
C.V. (c) (%)		6,06	7,03	5,9	5,93	6,81

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância referente às variáveis resposta teor de óleo (OLEO), teor de proteína nas sementes (PROT), produtividade de grãos (PROD) e produção de óleo (KOL) de quatro híbridos de canola submetidos a duas épocas de semeadura e dois espaçamentos no ano agrícola 2012, em Maringá - PR.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		OLEO	PROT	PROD	KOL
Blocos	3	26,300847 <sup>ns</sup>	19,696404 <sup>ns</sup>	40438,255406 <sup>ns</sup>	13701,671329 <sup>ns</sup>
Época	1	0,006202 <sup>ns</sup>	135,777843 <sup>ns</sup>	224965,233025*	28198,805625*
Erro (a)	3	2,937685	14,014564	18797,363692	1310,501087
Espaçamento	1	27,001014 <sup>ns</sup>	2,989009 <sup>ns</sup>	74862,432100 <sup>ns</sup>	1653,032306 <sup>ns</sup>
Época x Espaçamento	1	1,832639 <sup>ns</sup>	0,133316 <sup>ns</sup>	114377,549006 <sup>ns</sup>	16379,520306 <sup>ns</sup>
Erro (b)	6	52,453684	6,596219	28498,442595	5484,998810
Híbrido	3	28,352467 <sup>ns</sup>	2,451750 <sup>ns</sup>	335864,524319*	51209,468271*
Híbrido x Época	3	10,133080 <sup>ns</sup>	12,800038 <sup>ns</sup>	222392,203579*	30809,151238*
Híbrido x Espaçamento	3	4,264592 <sup>ns</sup>	0,268069 <sup>ns</sup>	33989,377996 <sup>ns</sup>	4420,983152 <sup>ns</sup>
Híbrido x Época x Espaçamento	3	45,960942 <sup>ns</sup>	12,029372 <sup>ns</sup>	12625,439560 <sup>ns</sup>	5324,749610 <sup>ns</sup>
Erro (c)	36	195,021694	4,990642	23119,883312	3006,553601
Média Geral		34,46	24,11	1122,57	387,80
C.V. (a) (%)		4,97	15,53	12,21	9,34
C.V. (b) (%)		8,58	10,65	15,04	19,10
C.V. (c) (%)		6,75	9,27	13,55	14,14

<sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Nas Tabelas 9 e 10 estão apresentados os resultados do desdobramento da interação de segunda ordem significativa, para a variável condutividade elétrica, que se referem aos anos 2011 e 2012, respectivamente. Segundo Barros e Marcos Filho (1997), tal teste se baseia na permeabilidade das membranas, avaliando características relacionadas à liberação de metabólitos durante a embebição das sementes. Observa-se que no ano de 2011 as sementes do híbrido Hyola 433, na época de semeadura de 08/04/2011, quando disposto no espaçamento de 45 cm apresentou maior valor em relação aos híbridos Hyola 76 e Hyola 61, porém não diferindo significativamente ( $p>0,05$ ) das semente do Hyola 411. Tais resultados demonstram o menor vigor das sementes deste híbrido, em relação aos demais, na referida época de semeadura e espaçamento avaliado, pois apresentaram maior lixiviação de solutos no teste em questão. Pode-se inferir que estes resultados estejam relacionados à menor massa de mil sementes.

Tabela 9 – Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ), Maringá-PR, 2011.

Época e Espaçamento	Híbrido			
	Hyola 76	Hyola 61	Hyola 411	Hyola 433
08/04/2011 e 17 cm	187,59 a	190,18 a	241,40 a	175,12 a
08/04/2011 e 45 cm	147,41 b	144,48 b	207,57 ab	241,19 a
10/05/2011 e 17 cm	141,24 a	139,62 a	155,02 a	181,88 a
10/05/2011 e 45 cm	125,32 a	140,30 a	167,18 a	121,43 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD.

Observa-se na Tabela 10 valores relativamente altos de condutividade elétrica para o segundo ano agrícola. Nota-se, o menor vigor das sementes do híbrido Hyola 61, em comparação aos demais, quando avaliados na época de 08/04/2012 e submetida aos espaçamentos de 17 e 45 centímetros. Para a semeadura em 10/05/2012 e espaçamento de 17 cm, as sementes do híbrido Hyola 76, cujo ciclo é mais tardio em relação aos demais, apresentou maiores valores de lixiviação de solutos; conseqüentemente, maiores valores de condutividade elétrica. Em contrapartida, para a mesma data de semeadura,

porém, considerando o espaçamento de 45 centímetros, as sementes do Hyola 433, cujo ciclo é precoce, apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica.

As épocas e espaçamentos tiveram efeito notório no teste de condutividade elétrica, provavelmente devido ao efeito causado pela temperatura e precipitação na qualidade das sementes, à medida que as plantas alocadas nas parcelas que possivelmente aproveitavam mais as condições ambientais produziram sementes com maiores índices de vigor.

Aumentos na condutividade das sementes são normalmente interpretados como um indicativo de perda de sua qualidade (MARCHIORI Jr. et al., 2002). Segundo Araujo et al. (2011), o teste de condutividade elétrica é utilizado como teste de vigor com resultados promissores, principalmente para sementes de amendoim (VANZOLINI; NAKAGAWA, 2005), soja (DIAS; MARCOS FILHO, 1996), feijão caupi (DUTRA et al., 2006) e algumas olerícolas como feijão-de-vagem e quiabo (DIAS et al. 1998), abóbora (VIEIRA; DUTRA, 2006) e pimentão (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 1988; OLIVEIRA; NOVENBRE, 2005). Para a canola, tal teste precisa ser padronizado.

Tabela 10 – Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ), Maringá-PR, 2012.

Época e Espaçamento	Híbrido			
	Hyola 76	Hyola 61	Hyola 411	Hyola 433
08/04/2012 e 17 cm	347,85 b	393,23 a	228,67 c	401,25 a
08/04/2012 e 45 cm	251,87 c	356,44 a	230,90 c	303,60 b
10/05/2012 e 17 cm	306,46 a	228,70 c	203,96 d	262,85 b
10/05/2012 e 45 cm	167,77 c	203,47 b	166,64 c	296,73 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD.

Diferenças significativas entre lotes de canola no teste de condutividade elétrica também são descritas por Ávila et al. (2005), os quais trabalharam com quatro lotes, sendo três deles do híbrido Hyola 401 e um do híbrido Hyola 60, relatando que os resultados obtidos nesse teste estão de acordo com os resultados obtidos nos testes de emergência em campo,

apresentando sensibilidade em diferenciar a qualidade fisiológica dos lotes avaliados.

Trabalhando com soja, Dias e Marcos Filho (1996) relatam que a duração do período de embebição das sementes tem efeito marcante na capacidade dos testes de condutividade distinguirem diferenças de qualidade entre lotes. Torna-se, portanto, interessante mencionar que no caso da canola, a protrusão da radícula, quando em contato direto com a água no teste de condutividade ocorre rapidamente, podendo, assim, ocorrer maior lixiviação de solutos para o meio, influenciando nos resultados do teste.

Nakagawa et al. (1993), trabalhando com diferentes espaçamentos e populações de soja, só obtiveram diferenças estatísticas para o teste de condutividade elétrica trabalhando com a população de 400.000 plantas por hectare, no espaçamento de 30 centímetros entre linhas. Coimbra e Nakagawa (2006), estudando milho e trabalhando com teste de condutividade elétrica, notaram diferenças estatísticas quanto à qualidade de sementes em função das épocas de semeadura, porém, atribuíram tais variações a diferenças de massa das sementes produzidas pelos perfilhos e pela haste principal.

Para Dias e Marcos Filho (1996), há possibilidade de redução no período de condicionamento das sementes de soja no sistema de massa, sendo que períodos mais curtos (4 e 8 horas) podem ser utilizados para a identificação de diferenças mais acentuadas entre os lotes, enquanto que leituras realizadas a partir de 16 horas são mais sensíveis às variações de vigor das sementes. Tal fato pode ser motivo de investigações futuras, quando relacionado a sementes de canola, pois como a protrusão da radícula ocorre poucas horas após a disposição da semente na água, sugere-se que o tempo de acondicionamento seja reduzido.

Segundo Rodo et al. (2000), atualmente, os testes de vigor trazem benefícios a todos os segmentos da produção de sementes de grandes culturas e hortaliças, sendo o teste de envelhecimento acelerado, dentre os testes disponíveis, um dos mais estudados e recomendados para várias espécies cultivadas.

O teste de envelhecimento acelerado tem sido um dos testes de vigor mais utilizados devido a sua aplicabilidade para sementes de diversas culturas (McDONALD, 1995). Nesse teste, as sementes são submetidas à temperatura

e umidade relativa elevadas por período relativamente curto, sendo, em seguida, colocadas para germinar (FREITAS; NASCIMENTO, 2006).

O teste de envelhecimento acelerado tem por objetivo o aumento considerável da taxa de deterioração das sementes por meio de sua exposição a níveis elevados de temperatura e umidade relativa do ar, considerados os fatores ambientais preponderantes na intensidade e velocidade de deterioração (MARCOS FILHO, 1999b). Tal teste permite a apresentação de propostas de pesquisas com o objetivo de prever o tempo de armazenamento de diferentes lotes de sementes (CARNEIRO et al., 2000), sendo que os lotes que apresentam alto vigor geralmente mantêm a viabilidade, ao passo que os de baixo vigor tendem à redução da germinação.

Segundo Delouche e Baskin (1973) citado por Panobianco e Marcos Filho (2001), a redução do potencial de armazenamento é a primeira manifestação fisiológica da deterioração, após o decréscimo da velocidade de germinação.

Na Tabela 11 encontra-se o desdobramento da interação de primeira ordem significativa, para as variáveis envelhecimento acelerado e massa de mil sementes (ano 2011). Para o teste de envelhecimento acelerado, na época de semeadura em 08/04/2011, nota-se a superioridade das sementes dos híbridos Hyola 411 e Hyola 61, as quais apresentaram maiores percentagens de plântulas normais, em relação aos demais híbridos e, portanto, maior vigor das sementes. Já as sementes do Hyola 433 apresentaram menor porcentagem de plântulas normais em relação à Hyola 76, conseqüentemente menor vigor. Estes resultados demonstram que as sementes do híbrido Hyola 433, o qual pode ser considerado como o de ciclo mais curto dentre os híbridos avaliados, apresentou desempenho inferior em relação aos demais na primeira época de semeadura. Isso se deve, provavelmente, à baixa disponibilidade hídrica no mês de maio e, também, no segundo decêndio do mês de junho, que pode ter afetado o florescimento e, também, a formação de grãos da cultura.

Tabela 11 – Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis envelhecimento acelerado e massa de mil sementes no ano agrícola de 2011, Maringá-PR.

Híbrido	Época			
	Envelhecimento acelerado (%)		Massa de mil sementes (g)	
	08/04/2011	10/05/2011	08/04/2011	10/05/2011
Hyola 76	67,59 bB	76,75 aAB	2,595 aB	2,690 aA
Hyola 61	75,69 aA	75,31 aAB	2,944 aA	2,837 aA
Hyola 411	81,00 aA	82,56 aA	2,647 aB	2,744 aA
Hyola 433	56,75 bC	70,38 aB	2,343 bC	2,879 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD e teste F, respectivamente.

Para a data de semeadura de 10/05/2011 (Tabela 11) notou-se a superioridade das sementes do híbrido Hyola 411, em relação às do Hyola 433, ou seja, apresentando maior porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado, conseqüentemente maior vigor. Na comparação entre épocas, observa-se que as sementes dos híbridos Hyola 76 e Hyola 433, semeadas no dia 10/05/2011 apresentam desempenho superior em relação a semeadura em 08/04/2011. Tais híbridos são, respectivamente, o mais tardio e o mais precoce e, portanto, é provável que estes resultados se devam as melhores condições de temperaturas mais baixas ocorridas desde o início do ciclo até a colheita, quando comparadas aos mesmos híbridos semeados em 08/04/2012.

Para a variável massa de mil sementes (Tabela 11), na data de semeadura de 08/04/2012, constatou-se que o híbrido Hyola 61 diferiu dos demais, apresentando a maior massa de sementes. Em contrapartida, observa-se que híbrido Hyola 433 apresentou a menor massa de mil sementes, tendo os híbridos Hyola 76 e Hyola 411 apresentado desempenho superior e em relação ao híbrido em questão. Tais diferenças estatísticas não foram constatadas em nível de 5% de probabilidade pelo teste de LSD, na data de semeadura de 10/05/2011.

Na comparação entre épocas de semeadura, o híbrido Hyola 433, apresentou maior massa de mil sementes, quando semeado no dia 10/05/2011 (segunda época). Estes resultados encontram respaldo no trabalho de Bezerra et al. (2004), que relatam que 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.

Amaral et al. (2012) relatam que a densidade das sementes é influenciada por vários fatores, dentre eles: presença de ar (espaços vazios) no interior das sementes, composição química, maturidade e teores de óleo e de água. Tais autores concluíram que a densidade das sementes afeta a velocidade de formação e a massa seca das plântulas de canola, porém, seu efeito é variável em função do genótipo.

Para o ano de 2012, observa-se na Tabela 12 que as sementes do híbrido Hyola 61 se destacaram quanto a massa de mil sementes, quando comparada com os demais, na mesma época de semeadura e espaçamento. Apresentaram os maiores valores de massa, com exceção do híbrido Hyola 411 para as datas de semeadura de 08/04/2012 no espaçamento de 17 cm e para a época de semeadura de 10/05/2012 no espaçamento de 17 cm. Em contrapartida, as sementes do Hyola 433 apresentaram o pior desempenho para todas as épocas e espaçamentos avaliados, exceto para a semeadura em 08/04/2012, com o espaçamento de 45 cm, o que segundo Bezerra et al. (2004), pode ser indicativo de baixa qualidade fisiológica das sementes. Tais resultados podem sugerir a baixa adaptação do híbrido Hyola 433 às condições de épocas de semeadura e espaçamento testados.

Tabela 12 – Desdobramento da interação de segunda ordem (Híbrido x Época x Espaçamento) para a variável massa de mil sementes (g), Maringá-PR, 2012.

Época e Espaçamento	Híbrido			
	Hyola 76	Hyola 61	Hyola 411	Hyola 433
08/04/2012 e 17 cm	2,59 ab	2,64 a	2,79 a	2,34 b
08/04/2012 e 45 cm	2,72 a	2,21 b	2,81 a	2,79 a
10/05/2012 e 17 cm	2,66 bc	3,11 a	2,86 ab	2,48 c
10/05/2012 e 45 cm	2,44 a	2,37 a	2,32 ab	2,10 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD.

Os dados da primeira contagem e contagem final do teste de germinação para o ano de 2011 (Tabela 13) corroboram parcialmente com o

teste de envelhecimento acelerado para o mesmo ano (Tabela 11), pois as cultivares Hyola 411, Hyola 76 e Hyola 61 apresentaram bons níveis de vigor, em especial para a semeadura realizada em 10/05/2011.

Segundo França-Neto et al. (1998) apud Souza et al. (2007), vale ressaltar que a avaliação da qualidade de sementes não se deve apenas a primeira contagem, haja visto que a identificação do vigor depende de um conjunto de características que podem influenciar positiva ou negativamente os resultados. Para a primeira contagem de germinação, as sementes das amostras que germinam mais rapidamente, isto é, que apresentam maior porcentagem de plântulas normais nessa contagem, são consideradas mais vigorosas (MARCOS FILHO et al., 1987).

Segundo Panobianco e Marcos Filho (2001), frequentemente observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e/ou armazenamento. Tais autores citam que para Delouche e Baskin (1973), essas diferenças podem ser explicadas pelo fato de que as primeiras alterações nos processos bioquímicos associados à deterioração ocorrem, geralmente, antes que sejam verificados declínios na capacidade germinativa. Para Popinigis (1977) apud Lazarotto (2010), o teste de germinação pode permitir que sementes deterioradas consigam originar plântulas, mesmo não vigorosas, mas que contribuem para o resultado final. Por isso, há a necessidade da realização de outros testes de vigor que aliados aos dados da primeira contagem da germinação, ofereçam resultados representativos também em nível de campo.

Os resultados referentes ao efeito principal híbrido, para as variáveis resposta primeira contagem de germinação e contagem final de germinação (Tabela 13), demonstram que as sementes de todos os híbridos testados apresentaram altos percentuais germinativos. Nota-se que os híbridos Hyola 76, Hyola 61 e Hyola 411 apresentaram comportamento semelhante, superando o Hyola 433. Tal desempenho foi observado para a primeira contagem da germinação e para a contagem final, com base no teste LSD em nível de 5% de significância.

Tabela 13 – Médias do efeito principal de híbrido, referente às variáveis resposta primeira contagem da germinação (GER) e contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2011.

Híbrido	GER (%)	GERF (%)
Hyola 76	89,78 A	93,28 A
Hyola 61	90,75 A	93,47 A
Hyola 411	92,09 A	94,13 A
Hyola 433	85,38 B	90,31 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD.

A Tabela 14 faz referência aos resultados dos testes de envelhecimento acelerado, primeira contagem da germinação e contagem final da germinação para o ano de 2012. Neste caso, observou-se baixos percentuais germinativos para todos os híbridos analisados. Nota-se que os dados dos três testes citados, apontam uma tendência de superioridade das sementes dos híbridos Hyola 61 e Hyola 411, em relação ao Hyola 76 e Hyola 433, pelo teste LSD, em nível de 5% de probabilidade, ressaltando a influência dos fatores climáticos na qualidade de sementes de híbridos mais adaptados as condições adversas.

Tabela 14 – Médias do efeito principal de híbrido, referente às variáveis resposta envelhecimento acelerado (ENV) primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2012.

Híbrido	ENV (%)	GER(%)	GERF (%)
Hyola 76	56,65 B	60,63 B	67,56 B
Hyola 61	61,84 A	66,40 A	72,68 A
Hyola 411	61,00 A	65,33 A	72,40 A
Hyola 433	57,41 B	62,19 B	69,15 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD.

Os resultados da contagem final do teste de germinação para o efeito principal época de semeadura (Tabela 15) demonstram que a época de semeadura em 10/05/2011 promoveu maior percentagem de plântulas normais, em relação à 08/04/2011. Entretanto, ambas apresentaram excelentes percentuais germinativos. Estes resultados podem ter relação direta com os

baixos índices pluviométricos que afetaram especialmente as plantas semeadas em maio, pois encontravam-se em fase final de enchimento de grãos.

Segundo França Netto et al. (1986), o teste de germinação é realizado em condições favoráveis e ótimas para a espécie, largamente utilizado para a avaliação da qualidade fisiológica de sementes, todavia, pode não refletir o comportamento desta espécie no campo, assim como não detectar estágios avançados de deterioração. No entanto, foram realizados testes de vigor que demonstraram uma tendência à variabilidade dos genótipos com relação à qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 15 – Médias do efeito principal época de semeadura, referente à variável contagem final da germinação (GERF), Maringá-PR, 2011.

Época	GERF (%)
08/04/2011	90,70 B
10/05/2011	94,89 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Para o ano 2012, observa-se na Tabela 16 que os resultados do testes de envelhecimento acelerado, primeira contagem e contagem final da germinação apresentaram maiores percentuais germinativos na época de semeadura de 08/04/12. As sementes dos híbridos de canola semeados em 10/05/2012 sofreram maior influência do déficit hídrico da metade para o final do ciclo, o qual influenciou significativamente o seu potencial fisiológico.

Tabela 16 – Médias do efeito principal época de semeadura, referente às variáveis resposta primeira contagem da germinação (GER), contagem final da germinação (GERF) e envelhecimento acelerado (ENV), Maringá-PR, 2012.

Época	GER(%)	GERF(%)	ENV (%)
08/04/2012	67,06 A	74,27A	62,97 A
10/05/2012	60,21 B	66,63 B	55,67 B

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Analisando os dados de produtividade de grãos (Tabela 17), é possível observar, na época de semeadura de 08/04/2011, que o híbrido Hyola 61 apresentou melhor desempenho em relação aos híbridos Hyola 76 e Hyola 433, não diferindo significativamente ( $p>0,05$ ) do Hyola 411. Tal semelhança corrobora com resultados obtidos por Tomm et al. (2010), em Maringá-PR, os quais relataram que o rendimento de grãos do genótipo de ciclo médio, Hyola 61, e do Hyola 433, não diferiu no experimento realizado, levando-se em conta as condições ambientais que ocorreram em 2009. Nota-se, também, que o Hyola 411 foi superior em rendimento ao Hyola 433 na primeira época de semeadura.

Para a época de semeadura de 10/05/2011, o híbrido Hyola 411 apresentou desempenho superior em relação aos híbridos Hyola 61 e Hyola 76, não diferindo significativamente ( $p>0,05$ ) do Hyola 433.

Tabela 17 – Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis produtividade de grãos e produção de óleo no ano agrícola de 2011, Maringá-PR.

Híbrido	Época			
	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		Produção de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
	08/04/2011	10/05/2011	08/04/2011	10/05/2011
Hyola 76	1304,25 aBC	870,74 bC	465,36 aAB	303,15 bC
Hyola 61	1516,03 aA	1050,16 bBC	529,46 aA	357,39 bBC
Hyola 411	1385,20 aAB	1371,64 aA	495,45 aA	505,39 aA
Hyola 433	1168,71 aC	1234,44 aAB	402,37 aB	425,06 aB

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD e teste F respectivamente.

O menor rendimento de grãos, observado na primeira época de semeadura, do híbrido Hyola 433, genótipo com ciclo mais curto dentre os materiais testados, pode ser atribuído provavelmente à restrição hídrica na maior parte da fase reprodutiva (Tabela 4). Quanto ao híbrido Hyola 76, o qual apresenta o maior ciclo dentre os híbridos avaliados, obteve rendimento menor que genótipos de ciclos mais precoces, como o Hyola 411. Isto é atribuído a maior restrição hídrica na fase de florescimento, que pode ter influenciado no abortamento de flores.

Rendimentos relativamente baixos foram obtidos para os anos de 2011 e 2012, em especial quando foi avaliada a época de semeadura de 10/05/2011

(Tabelas 17 e 18). Pode-se inferir que a produtividade de grãos não foi alta, porém, próxima da média estadual (Tabela 1). Estes resultados ocorrem, provavelmente, em virtude da heterogeneidade na distribuição de chuvas e das altas temperaturas durante o período de execução do experimento. Para o ano 2011, a baixa precipitação ocorrida no mês de maio afetou a produtividade de grãos, uma vez que este foi o mês em que as plantas oriundas da primeira época de semeadura apresentavam-se em pleno florescimento. Este mesmo mês coincidiu também com a segunda época de semeadura, na qual os híbridos Hyola 76 e Hyola 61 apresentaram o pior desempenho produtivo (Tabela 17). Tal fato pode ter respaldo na argumentação de Tomm et al. (2003) que relata que o número de dias da emergência ao início da floração e da emergência à maturação (ciclo da cultivar) de canola apresentou maior correlação com o rendimento de grãos do que a duração da floração em seu ensaio experimental.

Em relação à variável produção de óleo (Tabela 17), na época de semeadura de 08/04/2011, nota-se que os híbridos Hyola 61 e Hyola 411 produziram maior quantidade de óleo por hectare que o híbrido Hyola 433, enquanto que para a época de semeadura de 10/05/2011, destacou-se o Hyola 411, o qual apresentou maior produção de óleo em relação aos outros três híbridos testados. Ressalta-se, também, nesta última época de semeadura a maior produção de óleo do Hyola 433 em relação ao Hyola 76.

Na comparação entre épocas de semeadura, para a variável produção de óleo, observou-se maior quantidade de óleo por hectare para os híbridos Hyola 76 e Hyola 61 na época de semeadura em 08/04/2011.

Diferenças na quantidade de óleo produzido são dadas principalmente pelas diferenças na produtividade de grãos, a qual foi influenciada negativamente pelo estresse hídrico, ocorridas no período de desenvolvimento do experimento. Estudando a cultura da soja, Ávila et al. (2007) relatam que os teores de óleo e proteínas das sementes de soja são fortemente influenciados pelo ambiente, principalmente durante o período de enchimento das sementes.

Para o ano 2012 (Tabela 18), considerando a primeira época de semeadura, nota-se que os híbridos de ciclo mais longo avaliados no experimento (Hyola 76 e Hyola 61), apresentaram maior produtividade de grãos que o Hyola 411 e Hyola 433. Tal fato não ocorreu para a época de semeadura

mais tardia, em que o híbrido Hyola 411 apresentou maior rendimento que o Hyola 61 e Hyola 76, ao passo que o Hyola 433 apresentou-se superior ao Hyola 76. Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) no rendimento de grãos entre os híbridos Hyola 411 e Hyola 433 e entre o Hyola 433 e o Hyola 61, na última época de semeadura.

Na comparação dos híbridos entre as épocas, nota-se que os híbridos de ciclo mais tardio (Hyola 76 e Hyola 61) sofreram redução de produtividade da primeira para a segunda época de semeadura, enquanto que os de ciclo precoce mantiveram o rendimento estável (Hyola 411). O Hyola 433 apresentou incremento na produtividade na semeadura em 10/05/2012. Tais resultados podem, em parte, serem explicados pelas maiores precipitações nos primeiros meses do experimento a campo e baixas precipitações ocorridas a partir do mês de julho de 2012.

Tabela 18 – Desdobramento da interação de primeira ordem (Híbrido x Época) para as variáveis produtividade de grãos e produção de óleo no ano agrícola de 2012, Maringá-PR.

Híbrido	Época			
	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		Produção de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	
	08/04/2012	10/05/2012	08/04/2012	10/05/2012
Hyola 76	1321,53 aA	793,05 bC	390,91 aB	268,58 bC
Hyola 61	1306,25 aA	1030,55 bB	453,76 aA	345,64 bB
Hyola 411	1122,57 aB	1281,59 aA	459,27 aA	390,28 aB
Hyola 433	977,08 bB	1147,91 aAB	331,20 bC	462,72 aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de LSD e teste F respectivamente.

Nos resultados da Tabela 18, os quais fazem referência à variável produção de óleo no ano agrícola de 2012, para a primeira época de semeadura, apontam resultados superiores para os híbridos Hyola 61 e Hyola 411, enquanto que o Hyola 76 foi superior ao Hyola 433. Para a época de semeadura 10/05/2012 o híbrido Hyola 433 foi superior em relação aos demais híbridos. Além disso, os híbridos Hyola 61 e Hyola 411 apresentaram maior produção de óleo do que a Hyola 76, nessa última época.

Na comparação entre épocas, o Hyola 76 e Hyola 61 apresentaram maior produção de óleo na primeira época de semeadura em relação à segunda, enquanto que o Hyola 411 manteve a produção estável entre as

épocas. Por fim, o Hyola 433 apresentou acréscimos na produção de óleo quando semeado no dia 10/05/2012. Tais resultados podem ter relação direta com as diferenças de temperatura e precipitação, aliadas ao ciclo dos híbridos, que se apresentavam em diferentes estádios, conforme a época de semeadura e o genótipo.

Segundo Harris et al. (1978), altas temperaturas durante o desenvolvimento das sementes estão associadas com a redução no teor de óleo total, porém, em condições de campo, esse efeito é variável de acordo com outros fatores ambientais, tais como o estresse hídrico que influencia a produção de óleo, por meio de seus efeitos sobre o crescimento e o desenvolvimento da semente.

A semeadura em diferentes épocas, aliada ao efeito de diferentes híbridos de canola, modificam o comportamento da cultura, inferindo em diferenças no rendimento de grãos, óleo e na qualidade de sementes.

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados alcançados neste estudo pode-se concluir que:

Os híbridos de canola Hyola 411 e Hyola 433 podem ser indicados para semeadura no início de maio em virtude do rendimento de grãos e óleo, já o Hyola 61 pode ser indicado para semeadura no início de abril.

O espaçamento e as épocas de semeadura afetaram a condutividade elétrica e a massa de mil sementes dos híbridos de canola.

Diferenças nas condições climáticas entre épocas afetaram a qualidade fisiológica das sementes.

A produção de sementes de canola no norte do Paraná se torna viável à medida que a produtividade é razoável.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P. **Teores de óleo, proteína e qualidade das sementes em resposta à semeadura antecipada da soja**. Maringá: UEM, 94p, 2006. (Dissertação de Mestrado).

ALBRECHT, L. P. **Biorregulador no desempenho agrônômico, econômico e na qualidade de sementes de soja**. Maringá: UEM, 94p, 2009. (Tese de Doutorado).

ALBUQUERQUE, G. A.; SOUZA, A. G.; FERNANDES JÚNIOR, V. J. **Obtenção e caracterização físico-química do biodiesel de canola (*Brassica napus*)**. João Pessoa: UFPB, 123p, 2006. (Dissertação de Mestrado).

ALBUQUERQUE, M. C. F.; CAMPOS, V. C.; MENDONÇA, E. A. F.; CALDEIRA, S. A. F.; BRUNCA, R. H. C. G. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de arroz: influência da temperatura e do período de exposição. **Agricultura Tropical**, v. 1, n. 1, p. 9-16, 1995.

AMARAL, A. D.; MEDEIROS, S. L. P.; MENEZES, N. L.; LUZ, G. L.; PIVOTO, D.; BIALOZOR, A. Qualidade de sementes de canola classificadas por densidade. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 2, p. 302 - 309, 2012.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1990. v. 1, p. 209-230.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing committee. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 88 p.

ARAÚJO, R. F.; ZONTA, J. B.; ARAÚJO, E. F.; HEBERLE, E.; ZONTA, F. M. G. Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 123-1130, 2011.

ÁVILA, M. R. **Qualidade fisiológica das sementes de canola (*Brassica napus* L. var. oleífera Metzg.) sob influência do condicionamento osmótico e da adubação com potássio**. Maringá:UEM, 2003. (Dissertação de Mestrado).

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MARTORELLI, D. T.; ALBRECHT, L. P. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 62-70, 2005.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; MANDARINO, J. G.; ALBRECHT, L. P.; FILHO, P. S. V. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 11-127, 2007a.

ÁVILA, M. R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; FAGLIARI, J. R.; SANTOS, J. L. Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 98-106, 2007b.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237 p.

BARROS, A. S. R.; MARCOS FILHO, J. Testes para avaliação rápida do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 2, p. 289-295, 1997.

BENZAIN, B.; LANE, P. W. Protein concentration of grains in relation to some weather and soil factors during 17 years of English winter-wheat experiments. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 37, s/n, p. 435-444, 1986.

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**, v. 22, n. 2, p. 295-299, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

CARDOSO, R. M. de L.; OLIVEIRA, M. A. R. de; LEITE, R. M. V. B de C.; BARBOSA, C. de J.; BALBINO, L. C. Doenças de canola no Paraná. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 51; COODETEC. Boletim Técnico, 34).

CARNEIRO, J. W. P., GUEDES, T. A., AMARAL, D., BRACCINI, A. L. Análise exploratória de percentuais germinativos obtidos com sementes de *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni, cenoura e canola envelhecidas artificialmente. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 2, p. 215-222, 2000.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F (Coord.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.

CASTRO, A. M. C., BOARETTO, A. E. Teores e acúmulo de nutrientes em função da população de plantas de canola. **Scientia Agraria**, v. 5, n. 1-2, p. 95-101, 2004.

CHIARELLO, R. J.; RIOS, C. E.; PEREIRA, S. E. Avaliação subjetiva global de crianças de 1 a 4 anos de idade durante suplementação diária com fonte alimentar vegetal de Ômega 3. **Revista do Instituto de Ciência da Saúde**, v. 23, n. 1, p. 25-34, 2005.

COIMBRA, J. L. M.; GUIDOLIN, A. F.; MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; CARVALHO, F. I. F. Estabilidade fenotípica em genótipos de canola no planalto catarinense. **Científica Rural**, v. 4, n.2 p. 74-82, 1999.

COIMBRA, R. A.; NAKAGAWA, J. Época de semeadura, produção e qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 53-59, 2006.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Quarto levantamento, Janeiro/2012. Brasília: CONAB, 2012a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Safra 2012/2013, Intenção de Plantio. Primeiro Levantamento. Outubro/2012. Brasília: CONAB, 2012b.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; ALVARENGA, E. M. **Cultura da canola**. Viçosa: UFV, 1999.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R.; SANTI, A.; PIRES, J. L. F.; MULLER, A. L.; BOLIS, L. M. Aclimação ao frio e dano por geada em canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 9, p. 933-943, 2010.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, v. 1, n.2, p. 427-452, 1973.

DEGENHARDT, D. F.; KONDRA, Z. P. The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and yield components of five genotypes of *Brassica napus*. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 61, n.2. p. 175-183, 1981.

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

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

DUTRA, A. S.; FILHO, S. M.; TEÓFILO, E. M. Condutividade elétrica em sementes de feijão caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 2, p. 166-170, 2006.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2009/2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261 p. (Sistemas de Produção, 13).

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Definição e histórico de canola**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/definicao.htm>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; SILVA, W. R. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1998. 72 p. (Documentos, 116).

FRANÇA NETTO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. P. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1986. 35 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**. Lavras. v. 6, n. 1, p. 36-41, 2008.

FREITAS, R. A.; NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006.

HAMPTON, J. G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigour testing provide an answer. **Seed Science & Technology**, v. 18, n. 2, p. 215-228, 1990.

HARRIS, H. C.; McWILLIAMS, J. R.; MASON, W. K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 29, n. 3, p. 1203-1212, 1978.

HENDERSON, T. L.; JOHNSON, B. L.; SCHNEITER, A. A. Row spacing, plant population, and cultivar effects on grain amaranth in the northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 2, p. 329-336, 2000.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 1985. v. 1, p. 533.

IAPAR. **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1987. 35 p.

IAPAR. **Zoneamento para canola**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 2009. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1166>>. Acesso em: 27 fev. 2012.

ICI SEMILLAS. **Iciola**: canola híbrida - manual técnico. Buenos Aires: ICI, 1991. 38 p.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World oil supply and demand**. 2005. Disponível em: <<http://omrpublic.iea.org/omrarchive/11mar05tab.pdf#search=%22world%20oil%20supply%20and%20demand%22%22>>. Acesso em: 1 set. 2012.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn rowspacing, herbicides, and cultivation. **Agronomy Journal**, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

KRUGER, C. A. M. B. **Arranjo de plantas e seus efeitos na produtividade de óleo em canola**. Santa Maria: UFSM, 2011. (Tese de doutorado).

LAZAROTTO, M. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cedro e patogenicidade de *Rhizoctonia* spp.** Santa Maria: UFSM, 2010. (Dissertação de Mestrado).

MARCHIORI JÚNIOR., O.; INOUE, M. H.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA JÚNIOR., R. S.; ÁVILA, M. R.; LAWDER, M.; CONSTANTIN, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*Brassica napus*) após aplicação de dessecantes em pré-colheita. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 253-261, 2002.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade desementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999b. p. 3.1-3.24.

MARZULLO, R. C. M. **Análise de ecoeficiência dos óleos vegetais oriundos da soja e palma, visando a produção de biodiesel**. São Paulo. 2007. 302 p. (Dissertação de Mestrado).

McDONALD, M. B. Standardization of seed vigour tests. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 24., 1995,

Copenhagen, Denmark. **Proceedings...** Zürich, CH-Switzerland: ISTA, 1995. p. 88-97.

MEIER, U. **Growth stages of mono and dicotyledonous plants**. 2. ed. Berlin: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, 2001. 158 p. (BBCH Monograph).

NAKADA, P. G.; OLIVEIRA, J. A.; MELO, L. C.; GOMES, L. A. A.; VON PINHO, E. V. R. Desempenho fisiológico e bioquímico de sementes de pepino nos diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 1, p. 113-122, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; VIEIRA, R. D.(Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-20.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A.; CAVARIANI, C. Efeito do espaçamento entre linhas e da população de plantas na produção e qualidade de sementes de cultivar precoce de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 1, p. 119-128, 1993.

OLIVEIRA, S. R. S.; NOVENBRE, A. D. L. C. Teste de condutividade elétrica para sementes de pimentão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 31-36, 2005.

OSAKI, M., BATALHA, M. O. **Produção de biodiesel e óleo vegetal no Brasil: realidade e desafio**. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2008.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, n. 2, p. 306-310, 1998.

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

PEREIRA, M. F; FONSECA, F. S. T; MULLER, R. A. Estudo de viabilidade técnica e econômica para produção de biodiesel de soja e mamona na Região Norte do Paraná. In: **XLV Congresso SOBER** “Questões agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento”, 2006. (CD-ROM).

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

PORTELLA, J. A.; TOMM, G. O. **Enleiramento e colheita de canola**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 11 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 89). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do89.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do89.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2012.

ROBERTSON, M. J.; HOLLAND, J. F.; CAWLEY, S.; POTTER, T. D.; BURTON, W.; WALTON, G. H.; THOMAS, G. Growth and yield differences between triazine-tolerant and non-triazine-tolerant cultivars of canola. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, s/n. p.643-651, 2002.

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

SHAFII, B.; MAHLER, K. A.; PRICE, W. J.; AULD, D. L. Genotype x environment interaction effects on winter rape seed yield and oil content. **Crop Science**, v. 32, s/n, p. 922-927, 1992.

SILVA, P. R. F.; FREITAS, T. F. S. Biodiesel: o ônus e o bônus de produzir combustível. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 3, p.843-851, 2008.

SINGH, R. B.; WILLIAMS, P. C.; NAKKOUL, H. Influence of growing season, location and planting time on some quality parameters of Kabuli chickpea. **Jornal of Science of Food and Agricultural**, v. 15, s/n, p. 429-441, 1990.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; DANTAS, A. J. A.; SILVA, C. V.; NETO, A. D. G.; SANTOS, L. C. N.; ARAÚJO, R. C. A.; RODRIGUES, H. R. N.; ANDRADE, D. A.; MEDEIROS, D. A. L.; DIAS, J. A.; SILVA, E. S.; LIMA, G. K.; LUCENA, E. H. L.; PRATES, C. S. F. Produção de grãos de canola em função de épocas de semeadura em dois anos de cultivo. In: **Anais do IV Congresso Brasileiro de Mamona e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas**, João Pessoa, 2010.

SOUZA, T. A. F.; RAPOSO, R. W. C.; TOMM, G. O.; OLIVEIRA, J. T. L.; SILVA NETO, C. P. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no município de Areia – PB**. In: Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 5. **Anais...** Lavras: EMBRAPA AGROENERGIA: CNPq: TECBIO: BIOMINAS: SEBRAE, 2008.

SOUZA, L. C. D.; YAMASHITA, O. M.; CARVALHO, M. A. C. Qualidade de sementes de arroz utilizadas no norte de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 223-228, 2007.

THOMAS, P. **Canola growers' manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003.

TOMM, G. O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do113.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2012.

TOMM, G. O.; RAPOSO, R. W. C.; SOUZA, T. A. F.; OLIVEIRA, J. T. L.;

RAPOSO, E. H. S.; SILVA NETO, C. P.; BRITO, A. C.; NASCIMENTO, R. S.; RAPOSO, A. W. S.; SOUZA, C. F. **Desempenho de genótipos de canola (*Brassica napus* L.) no Nordeste do estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 15 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 65). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp65.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp65.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2012.

TOMM, G. O.; MENDES, M. R. P.; FADONI, A. C.; CUNHA, G. R. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola de ciclo precoce e médio, em Maringá, Paraná.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2010. 13 p. html. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 75). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp75.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp75.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2012.

TOMM, G. O.; MENDES, M. R. P.; GOMES, J. R.; BUZZA, G.; SWANN, B.; SMALLRIDGE, B. **Comportamento de genótipos de canola em Maringá em 2003.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 5 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 115). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p\\_co115.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co115.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2012.

UDAETA, M. E. M.; BAITILO, R. L.; BURANI, G. F.; GRIMONINI, J. A. B. Comparação da produção de energia com diesel e biodiesel analisando todos os custos envolvidos. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5., 2004, Campinas. **Proceedings...**

VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 2, p. 151-158, 2005.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes.** Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VIEIRA, R. D.; DUTRA, A. S. Condutividade elétrica em sementes de Abóbora, híbrido Bárbara. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 305-308, 2006.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: RZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes**: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p. 4.1-4.26.

YOUNTS, S. E. Canola, a world classoil seed crop. In: INTERNATIONAL CANOLA CONFERENCE. **Proceedings**... Atlanta: (s.n), 1990.p. 1-8.