

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO**

LUIZ HENRIQUE DA SILVA LIMA

**Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de canola em diferentes
épocas de semeadura**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
AGOSTO – 2015**

LUIZ HENRIQUE DA SILVA LIMA

Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Lucca Braccini.

MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
AGOSTO – 2015

Aos meus pais, Luiz Carlos de Lima e Rosângela de Fátima da Silva Lima que, por intermédio de Deus, permitiram minha existência neste planeta. Por todo apoio e ensinamentos e por me amarem incondicionalmente.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida. A Ele a glória para sempre!

À Sociedade Paranaense, à Universidade Estadual de Maringá (UEM) e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM), por terem sido o alicerce deste trabalho, disponibilizando infraestrutura física, agentes universitários e corpo docente e, assim, possibilitando um intenso crescimento em termos de conhecimento e profissionalismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo subsídio financeiro, por meio da concessão de bolsa de estudos.

Ao orientador, professor Alessandro Lucca Braccini, pelos ensinamentos, oportunidade e confiança ao longo da condução desta dissertação.

Ao Coorientador, professor Carlos Alberto Scapim, pelas importantes contribuições, ensinamentos e confiança.

Ao pesquisador da Embrapa Trigo, Gilberto Omar Tomm, pelo envio de materiais para a pesquisa, dicas e sugestões.

Aos agentes universitários da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri), pela companhia, auxílio e dedicação na condução do trabalho.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento e do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, pelos momentos vividos e compartilhados.

À Beatriz Lima Vellini e ao Alessandro Guerra da Silva, pelo imenso apoio.

À Raissa Marrafon Ponce e família, pela sempre alegre companhia e por me ensinar preceitos e valores.

A todos os citados e a muitos outros, cuja participação em minha vida foi fundamental para meu crescimento profissional e pessoal, meu muito obrigado. Jamais sairão da minha memória!

BIOGRAFIA

LUIZ HENRIQUE DA SILVA LIMA, filho de Luiz Carlos de Lima e Rosângela de Fátima da Silva Lima, nasceu em 12 de outubro de 1988, na cidade de Maringá, estado do Paraná.

Concluiu o Ensino Médio, em dezembro de 2005, no Colégio Santo Inácio, na cidade de Maringá, estado do Paraná.

Ingressou no Curso de Agronomia, em fevereiro de 2007, na Universidade Estadual de Maringá, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em 2012.

Em março de 2013, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento (PGM), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, estado do Paraná, Brasil.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Aspectos gerais sobre a cultura da canola	3
2.2. Épocas de semeadura	6
2.3. Melhoramento genético da canola	7
2.4. Interação genótipo x ambiente.....	13
2.4.1. Adaptabilidade e estabilidade.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Avaliações dos caracteres agronômicos.....	20
3.2. Análises estatísticas	23
3.2.1. Características agronômicas.....	23
3.2.2. Interação genótipos x ambientes e análises de adaptabilidade e estabilidade	24
3.2.2.2. Método de Annicchiarico (1992)	26
3.2.2.3. Método de Lin e Binns (1988).....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1. Características agronômicas	29
4.1.1. Duração da fase vegetativa.....	32
4.1.2. Duração da fase reprodutiva	33
4.1.3. Dias para o fim do florescimento	34
4.1.4. Ciclo	36
4.1.5. Altura de planta	37
4.1.6. Número de síliquas por planta.....	39
4.1.7. Número de sementes por síliqua.....	41
4.1.8. Teor de proteína.....	43
4.1.9. Massa de mil sementes.....	44
4.1.10. Rendimento de sementes.....	45
4.1.11. Rendimento de óleo	47
4.2. Adaptabilidade e estabilidade	50

4.2.1. Método de Wricke	51
4.2.2. Método de Annicchiarico	52
4.2.3. Método de Lin e Binns.....	53
5. CONCLUSÕES	56
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

RESUMO

LIMA, Luiz Henrique da Silva, M.Sc. Universidade Estadual de Maringá, agosto de 2015. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura.** Orientador: Alessandro Lucca Braccini. Conselheiro: Carlos Alberto Scapim.

A “canola” foi desenvolvida por melhoramento da colza (*Brassica napus var oleifera*). Seu óleo é usado para consumo humano e produção de biodiesel e o subproduto desta extração (farelo), na composição de rações. A época de semeadura torna-se um importante agente na caracterização das plantas, portanto, faz-se necessário estudar sua interação com o genótipo, para entender a expressão fenotípica demonstrada pela planta nestas específicas condições ambientais. Uma das alternativas é identificar híbridos com maior estabilidade fenotípica, por meio de análises de adaptabilidade e estabilidade. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características agronômicas, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de híbridos de canola, em função das épocas de semeadura, no município de Maringá-PR. As características agronômicas foram avaliadas no período de outono/inverno dos anos agrícolas de 2013 e 2014, num delineamento experimental de blocos completos ao caso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, estando as épocas de semeadura alocadas nas parcelas e os híbridos nas subparcelas, dispostos em 5 blocos. A interação entre épocas de semeaduras e híbridos foi estudada por meio de uma análise conjunta de experimentos e cada época de semeadura foi considerada um ambiente. A adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos híbridos foram realizadas pelas metodologias de Wricke (1962), Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988). As épocas de semeadura exerceram influência sobre as características agronômicas na cultura da canola, nos anos agrícolas de 2013 e 2014, embora pouco interferindo no rendimento de óleo. Os híbridos precoces Hyola 411 e 433 apresentaram bom comportamento, destacando-se sobre os híbridos Hyola 61 e 76. As épocas de semeadura foram adequadas ao cultivo na região, sendo indicado sem restrição de época os híbridos Hyola 411 e 433. Na metodologia proposta por Wricke (1962), o genótipo com maior destaque para estabilidade fenotípica de rendimento de sementes e teor de óleo foi o Hyola 61. Porém, seu desempenho foi abaixo da média dos ambientes. Na metodologia

proposta por Lin e Binns (1988) e por Annicchiarico (1992), os híbridos com maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica geral foram Hyola 411 e 433. Esses híbridos apresentaram as maiores médias para o rendimento de sementes e teor de óleo, com comportamento previsível e responsivo às variações das épocas de semeadura testadas para a região de Maringá-PR.

Palavras-chave: *Brassica napus*, teor de óleo, rendimento de sementes.

ABSTRACT

LIMA, Luiz Henrique da Silva, M.Sc. Maringá State University, August, 2015. **Adaptability and stability of canola hybrids in different sowing times.** Adviser: Alessandro Lucca Braccini. Committee Member: Carlos Alberto Scapim.

The "canola" was developed by rapeseed's breeding (*Brassica napus* var *oleifera*). Its oil is used for human consumption and production of biodiesel, and the by-product of this extraction (meal), in feed composition. The time of sowing becomes a major agent in the phenotypic characterization of plants, so, it is necessary to study its interaction with the genotype, to understand the phenotypic expression demonstrated by the plant in these specific environmental conditions. One of the alternatives is to identify cultivars with increased phenotypic stability through stability and adaptability analyzes. This work was carried out to evaluate the agronomic characteristics, the phenotypic adaptability and stability of canola hybrids, depending on sowing dates in Maringá-PR. The agronomic traits and oil yield were assessed in 2013 and 2014 growing seasons in a complete block experimental design, with the treatments arranged in split-plot, with the sowing dates in the main plots and cultivars in the subplots, arranged in 5 blocks. The interaction of the sowing dates with hybrids was studied through joint analysis of experiments in which each time of sowing in both years was considered an environment. The phenotypic adaptability and stability of the cultivars were carried out by Wricke (1962), Annicchiarico (1992) and Lin and Binns (1988) methodologies. The sowing dates exerted influence on the agronomic characteristics in the canola crop in 2013 and 2014 cropping years, but little impact on oil yield. Early hybrids (Hyola 411 and 433) showed good behavior over the tested times, especially on the Hyola 61 and 76 hybrids. The sowing dates were suitable for cultivation in the region, being indicated without restriction of time, Hyola 411 and 433 hybrids. In the methodology proposed by Wricke (1962), the genotype with the most notably phenotypic stability of grain yield and oil content was Hyola 61. However, its performance was below the average of environments. In the methodology proposed by Lin and Binns (1988) and Annicchiarico (1992), hybrids with greater phenotypic adaptability and stability in general were Hyola 411 and 433. These cultivars had the highest averages for grain yield and oil content, with predictable and responsive behavior to changes in sowing dates tested to the region of Maringá-PR.

Keywords: *Brassica napus*, oil content, grain yield.

1. INTRODUÇÃO

A “canola” é uma planta da família das crucíferas (como o repolho e as couves) e pertence ao gênero *Brassica*. Foi desenvolvida por melhoristas de plantas canadenses a partir da colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*). O termo engloba espécies do gênero que contenham menos de 2% de ácido erúxico no óleo e concentração inferior a 30 μmols de glucosinolatos por grama no farelo das sementes.

Além da produção de óleo para consumo humano (indicado como alimento funcional por médicos e nutricionistas), a canola também se presta para a produção de biodiesel (inclusive sementes que sofreram excesso de chuva na colheita, déficit hídrico, ou outros fatores que comprometem a qualidade para comercialização) e, no caso do farelo (34 a 38% de proteínas), para a formulação de rações. Com todas essas características positivas, o cultivo da canola tende a aumentar ainda mais no Brasil, em razão da demanda pelo produto no mercado brasileiro e europeu, além da opção econômica para o agricultor brasileiro (Tomm et al., 2014).

A cultura da canola possui um histórico interessante e aparenta ser um excelente exemplo aplicado de pesquisa, especialmente de um caso de sucesso do melhoramento de plantas. Por meio de intenso trabalho, conseguiu-se restringir fatores antinutricionais e o aumento no teor de óleo e da produção e produtividade de sementes, que sempre foi mais importante meta. O potencial de rendimento de sementes pode chegar a 7.000 kg ha⁻¹ (Iriarte e Valetti, 2008; Gomez e Miralles, 2011), indicando um futuro promissor da oleaginosa no mercado mundial.

O Paraná destaca-se nacionalmente na produção da cultura, sendo o segundo maior produtor. Segundo dados da CONAB (2013) e SEAB/PR (2013), sua participação abrange 27,4%, com as maiores áreas nas regiões de Ponta Grossa, Guarapuava e Cascavel. Sua expansão no Estado tem gerado novas demandas no uso desta matéria prima para produção de óleo e subprodutos derivados, como o farelo e a torta.

A época de semeadura torna-se um importante agente na caracterização fenotípica das plantas, pois, a partir dela, a planta será afetada pelas condições ambientais durante seu ciclo de vida. Assim, faz-se necessário caracterizar e estudar

sua interação com o genótipo, para poder entender melhor a expressão fenotípica demonstrada pela planta nestas específicas condições ambientais.

Uma das possíveis alternativas é identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica, por meio do emprego de análises de adaptabilidade e estabilidade. O uso de modelos biométricos estudados por diversos pesquisadores contribuem para o melhor entendimento desta interação entre genótipo e ambiente.

Assim, para contribuir com estudos sobre a cultura da canola, ampliando os conhecimentos sobre o potencial agrônômico da espécie, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar as características agrônômicas, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de híbridos de canola, em função das épocas de semeadura no município de Maringá-PR. Espera-se identificar épocas e híbridos adequados ao cultivo da canola na região, que possibilite a viabilidade do sistema de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Inicialmente, a colza foi cultivada pelas antigas civilizações da Ásia e do Mediterrâneo e seu uso já foi datado de 2.000 a.C. na Índia (Colton e Potter, 1999), tendo sido cultivada na Europa desde o século XIII, inicialmente como fonte de óleo para iluminação em lâmpadas (Colton e Sykes, 1992).

Nos séculos seguintes, o óleo foi utilizado tanto para cozimento, como para iluminação. A descoberta da excelente propriedade lubrificante, somada à escassez crítica de óleo na época, decorrente do bloqueio das fontes europeias e asiáticas na Segunda Guerra Mundial, levou à introdução do cultivo no Canadá em 1942. O principal uso era para abastecer o crescente número de máquinas a vapor em navios mercantes e de guerra (Canola Council of Canadá, 2014).

Em 1956, os aspectos nutricionais do óleo de colza foram questionados, especialmente sobre o conteúdo elevado dos ácidos graxos eicosenóico e erúcido. No início da década de 1960, os melhoristas de plantas canadense selecionaram plantas de colza com baixo conteúdo destes compostos. O Departamento de Saúde recomendou a produção de plantas com baixos teores do ácido erúcido. Paralelamente, descobriu-se que a fração de proteína alimentícia da semente preocupava os nutricionistas por seu estranho sabor e pelos glucosinolatos contidos nos farelo (Northern Canola Growers Association, 2014).

Em 1974, o Dr. Baldur Stefansson, melhorista da Universidade de Manitoba, desenvolveu a primeira variedade “double low”, o que reduziu os níveis de ácido erúcido no óleo e de glucosinolatos no farelo. A cultivar chamada “Tower” foi a primeira variedade desenvolvida para atender aos requisitos específicos, o que culminaria mais tarde no termo “Canola” (Northern Canola Growers Association, 2014).

2.1. Aspectos gerais sobre a cultura da canola

Canola é um termo genérico internacional, que perdurou até 1986, não uma marca registrada industrial cuja descrição oficial é “... óleo de sementes do gênero *Brassica* (*B. napus*, *B. rapa* ou *B. juncea*) que deve conter menos de 2% de ácido erúcido e cada grama de componente sólido da semente seca ao ar deve apresentar o máximo de 30 micromols de glucosinolatos” (Canola Council of Canada, 2014).

O óleo de canola é um dos mais saudáveis para consumo humano, pois possui elevada quantidade de Ômega-3 (reduz triglicerídeos e controla arteriosclerose), vitamina E (antioxidante que reduz radicais livres), gorduras monoinsaturadas (reduzem o LDL) e o menor teor de gordura saturada (controle do colesterol) de todos os óleos vegetais. Médicos e nutricionistas indicam o óleo de canola como o de melhor composição de ácidos graxos para as pessoas interessadas em dietas saudáveis (Tomm et al., 2009).

As sementes podem conter de 40 a 48% de óleo (Nogueira et al., 2000), sendo que no Brasil foram encontrados valores médios de 24 a 27% de proteína e 34 a 38% de óleo (Tomm, 2005). O referido autor destaca ainda que o farelo de canola (resíduo industrial da extração de óleo) possui 34 a 38% de proteínas, constituindo-se em um excelente suplemento proteico para formulação de rações para bovinos, suínos, ovinos e aves.

Dentre outros usos da cultura, podemos incluir a aptidão forrageira, como silagem, e para consumo verde, incluindo pastoreio no outono em países de latitudes superiores a 35° (Oplinger et al., 1989; Kirkegaard et al., 2008; Sprague et al., 2014). Também é possível a obtenção de produção de mel a partir da instalação de colmeias em lavoura de canola em floração (Chambó et al., 2014; De Mori et al., 2014).

Atualmente, o biodiesel vem se destacando, absorvendo grande parte da demanda do óleo de canola, principalmente por se encaixar como uma das soluções para questões energéticas e ambientais que atualmente o mundo disserta. No Brasil, por meio da Lei do Biodiesel (Lei 11.097/05), o Plano Nacional de Agroenergia (PNA 2006–2011) e do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), o governo busca estimular a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional (Durães, 2008).

Há perspectivas de uma taxa geométrica de crescimento anual do consumo de óleo diesel de 3,5% e a mistura de biodiesel ao óleo diesel, que deverá atingir 40%. No entanto, a inserção deste combustível na matriz energética brasileira deverá ocorrer de forma gradual e focada em mercados específicos, que garantam a irreversibilidade do processo (Agência Nacional do Petróleo, 2014).

No dia 6 de agosto de 2014, o Governo brasileiro aprovou a Medida Provisória n. 647/14, que aumenta o percentual de biodiesel adicionado ao diesel, passando de 6 para 7% (biodiesel B7), estimulando o aumento das áreas cultivadas

com espécies bioenergéticas no país. A produção do biodiesel B7 vai reduzir a importação de diesel, que deverá, então, ser fornecido pela cadeia nacional de biocombustíveis (Nery-Silva, 2014).

No sistema de produção agrícola brasileiro, Tomm (2007) destaca a canola como uma excelente alternativa econômica para uso em esquemas de rotação de culturas, particularmente com trigo, diminuindo os problemas de doenças que afetam esse cereal e oportunizando a produção de óleos vegetais no inverno. Por fim, também pode ser utilizada como adubo verde, pois deixa elevada fertilidade residual, rica em nitrogênio (Marquard e Walker, 1995).

A canola pode diferenciar-se em dois tipos, quanto ao requerimento em vernalização: de inverno e de primavera. Isso não as diferencia morfológicamente, mas fisiologicamente. As cultivares de inverno não alcançam a fase reprodutiva (floração) se a cultura não tiver sido exposta a temperaturas abaixo de zero durante certo período de tempo. Predominantemente cultivadas na Europa e Ásia, apresentam rendimento superior às cultivares primaveris (Canola Council of Canada, 2014).

A canola de primavera desenvolve-se melhor em ambientes com as temperaturas médias do ar próximas a 20°C durante o seu ciclo e com temperaturas que variam entre 13 e 22°C durante os estádios de desenvolvimento vegetativo (Robertson et al., 2002). Os genótipos de primavera são utilizados com maior expressão na América do Sul, Austrália, norte da Europa e no Canadá (Friedt e Snowdon, 2010).

Segundo dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014), a produção de sementes de colza/canola no mundo saltou de pouco mais de 8 milhões de toneladas na década de 1970, para mais de 60 milhões nos anos iniciais da década de 2010. A produção de óleo aumentou de 2,45 milhões de toneladas, para 26,43 milhões, respectivamente, para o mesmo período anteriormente citado. Desde 1980, a cultura vem ocupando a terceira posição em produção de óleo, atrás apenas da soja e da palma.

No triênio 2012-2014, os maiores produtores mundiais de colza/canola foram a União Europeia (27 países), a China, o Canadá e a Índia, os quais juntos responderam, em média, por, aproximadamente, 85% da produção mundial. Os rendimentos médios de sementes dos quatro maiores países produtores têm variado

de 870 kg ha⁻¹ (Índia) a 3.300 kg ha⁻¹ (União Europeia), segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014).

Segundo De Mori et al. (2014), compilando levantamentos socioeconômicos da cultura no Brasil, a produção de grãos de canola no país evoluiu de pouco menos de 5 mil toneladas em 1980 para patamares próximos a 70 mil no início dos anos 2010. A área colhida dentro do mesmo período saltou de menos de 5 mil hectares para uma média de 40 mil e a produtividade de 800-1.000 kg ha⁻¹ para 1.500-1.800 kg ha⁻¹. Destacam-se os Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul, absorvendo quase totalmente a produção da cultura no país.

As pesquisas e o cultivo no Brasil foram iniciados em 1974, no Noroeste do Rio Grande do Sul, com a cultura da colza e o cultivo alcançou o Paraná já no início dos anos 80. No entanto, na década de 90, observou-se uma retração do cultivo da oleaginosa (Tomm, 2005).

A partir do ano de 2001, houve nova expansão da área de cultivo comercial de canola, sobretudo nos estados do Rio Grande do Sul e do Paraná, chegando à região sudoeste de Goiás, em 2003 (Tomm et al., 2004; Tomm, 2005). Experimentos e cultivos comerciais em Minas Gerais e na Paraíba também demonstraram que a cultura possui potencial para contribuir com a expansão do agronegócio brasileiro, por se adequar perfeitamente como cultura de safrinha nos sistemas de produção de grãos em regiões de baixas latitudes do país, ou seja, a chamada “tropicalização” da canola (Tomm et al., 2008; Tomm et al., 2012; Panozzo et al., 2014).

2.2. Épocas de semeadura

Requisito importante para o sucesso de uma cultura, as épocas de semeadura podem afetar o comportamento das plantas, alterando características morfológicas e agrônômicas, por delimitar uma faixa de condições ambientais na qual a planta será submetida. Portanto, ao optar por uma época, o produtor está escolhendo uma determinada combinação entre a fenologia da cultura e a distribuição dos elementos do clima da região que poderá influenciar na produtividade (Luz, 2011).

As épocas de semeaduras, de acordo com o Canola Council of Canada (2014), podem afetar vários aspectos relacionados à cultura da canola, em todas as fases fenológicas. É importante destacar que a época deve abranger o período de boa

regularidade hídrica, temperaturas inferiores a 30°C e com baixas chances de ocorrências de geadas severas também no período de florescimento.

Os estresses térmicos e hídricos para a canola provocam aumento do abortamento de flores, redução da disponibilidade de nutrientes no solo e menor produtividade de sementes (Souza et al., 2010). Segundo Dalmago et al. (2010), geadas no período de floração da canola causam perdas de rendimento de sementes, pela redução do número de siliquas por planta e menor número de sementes por síliqua.

No Paraná, estudos sobre as épocas de semeadura foram feitos pelo Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (2009) e pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2012). De um modo geral, estes indicam como adequadas as datas do primeiro decêndio de março ao segundo decêndio de maio, variando entre as regiões do Estado.

Estudando épocas de semeadura de canola no estado de Minas Gerais, Panozzo (2012) encontrou diminuição significativa em componentes agrônômicos importantes, como a produtividade de sementes, a massa de mil sementes e o número de sementes por síliqua. Semelhantemente, no Paraná, Bazo (2013) encontrou efeito das épocas na massa de mil sementes e na qualidade fisiológica das sementes.

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 (Canola Council of Canada, 2014). Em outros países, estudos demonstram que época de semeadura é um ponto chave na produção da canola, afetando seu rendimento e outras características agrônômicas, principalmente a semeadura tardia, tanto para canola de inverno (Pritchard et al., 2000; Oz, 2002; Uzun et al., 2009), quanto para canola de primavera (Miri e Bagheri, 2013; Tobe et al., 2013; Shirani Rad et al., 2014).

2.3. Melhoramento genético da canola

A colza está intimamente relacionada com outras espécies do gênero *Brassica*. Estudos de Vavilov (1926) apontam a Ásia Central e o Mediterrâneo (sudoeste e oeste europeu) como seus centros de diversidade (origem), onde os

dados mais antigos foram verificados. Isso é importante para os melhoristas, pois proporcionam amplas fontes de recursos genéticos para fins de pesquisa (Figura 1).

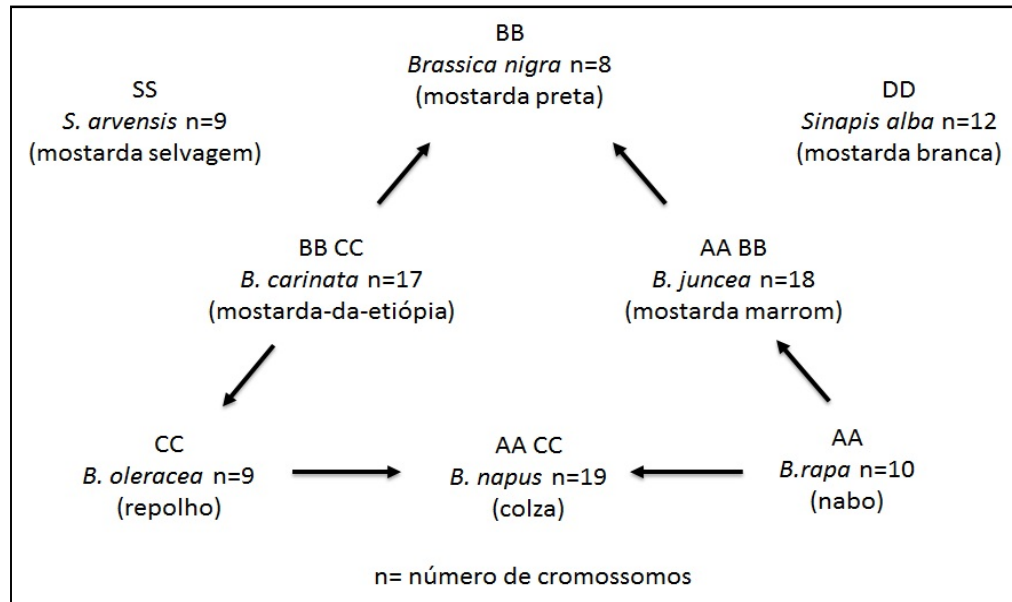


Figura 1 - Evolução das espécies de *Brassica* cultivadas.
Fonte: Adaptado de U (1935).

Na Figura 1, observa-se que a colza (*B. napus*, com 19 cromossomos), originou-se cerca de 1.000 anos atrás, a partir de um cruzamento entre *B. oleracea* (repolho, 9 cromossomos) e *B. rapa* (nabo, 10 cromossomos). O mesmo ocorreu com *B. juncea* (18 cromossomos), mas a partir de um cruzamento entre *B. nigra* (mostarda preta) e *B. rapa*. Apresentando um grau de parentesco mais afastado da colza estão as espécies *Sinapis alba* (mostarda branca) e *S. arvensis* (mostarda selvagem).

Quanto ao sistema reprodutivo, encontramos espécies com reprodução cruzada (*B. rapa* e *B. nigra*) e com autofecundação (*B. juncea*, *B. napus*, *B. carinata* e *B. rapa* var. *tora marrom sarson*). Características como nectários, presença e/ou ausência de autoincompatibilidade, coloração de pétalas e condição das anteras (introrse e extrorse) interferem neste sistema (Rai e Singh, 1976; Prakash e Rault, 1983; Bhajan et al., 1991).

A autoincompatibilidade é do tipo esporofítica, sendo geneticamente controlada por uma série de alelos "S". A presença do mesmo alelo no pólen e

estigma irá inibir a germinação dos grãos de pólen ou impedirá que o tubo polínico penetre na superfície do estigma e efetue a fertilização (Bateman, 1955).

É importante a atuação das abelhas no processo de polinização, pois causam tamanha interferência na fecundação, mesmo nos grupos que se autopolinizam naturalmente. Por meio de suas visitas, a extensão da fecundação cruzada varia de 12 a 47% no campo (Williams et al., 1986; Becker et al., 1992).

Em brássicas oleaginosas, por causa das polinizações cruzadas na natureza, há variabilidade suficiente disponível, porém, para a pesquisa de novos genes desejados ou complexos de genes, necessita-se recorrer a cruzamentos intervarietais ou hibridizações divergentes por cruzamentos intraespecíficos, podendo a taxa de sucesso de tais cruzamentos ser maior do que 90% (Gupta e Pratap, 2007).

Podem ser citados como exemplos de cruzamentos intervarietais ou intraespecíficos: a resistência à triazina, transferida de *B. napus* para *B. oleracea* (Ayotte et al., 1986, 1987); a macho-esterilidade citoplasmática transferida de *B. juncea* para *B. napus* por hibridação interespecífica, seguida por quatro gerações de retrocruzamento (Mathias, 1985); a seleção de uma linha completamente resistente à doença canela-preta (*Leptosphaeria maculans*) entre as progênies F₃ do cruzamento entre *B. juncea* x *B. napus* (Roy, 1984).

Ainda é possível utilizar a mutagênese induzida para a criação de nova variabilidade, podendo as fontes de indução ser física (raios-X, Cobalto 60 e Césio 137) e química, tais como etil metano sulfonato (EMS), metil metano sulfonato (MMS) e Azida Sódica (AS). Usualmente, na cultura da colza, foram estabelecidas doses de 60 a 80 Kr de raios gama, por serem mais efetivos. A partir da mutagênese induzida, foi possível obter linhas mutantes com 3% de ácido linolênico em *B. napus* (Rakow, 1973; Robbelen e Nitsch, 1974). Esta técnica também tem sido muito útil no desenvolvimento de um grande número de variedades de colza na Suécia.

Como informado anteriormente, com os trabalhos do Dr. Baldur Stefansson, conseguiu-se desenvolver a primeira variedade de colza com teores reduzidos de ácido erúxico e de glucosinolatos. Após o advento do termo canola, melhoristas de plantas trabalham para selecionar cultivares que apresentem este padrão, levando a uma contínua evolução nos programas de melhoramento da canola. Países como Suécia, Índia, Canadá e Austrália destacam-se na pesquisa para o padrão canola,

trabalhando com os tipos inverniais e primaveris.

Resultados importantes ao longo das décadas foram conquistados por meio de seleção para caracteres, como maior número de siliquas por planta e de sementes por síliqua (Shabana et al., 1990), precocidade de ciclo, resistência a pragas (Rai e Sehgal, 1975) e a doenças (Bansal et al., 1990), porte anão e resistência ao acamamento (Salisbury e Wratten 1999).

Trabalhos sobre a heterose e o desenvolvimento de híbridos trouxeram resultados positivos em estudos iniciais. Sernyk e Stefansson (1983) relataram que o desempenho de plantas híbridas foi igual ou superior a um ou até a ambos os genitores, em vários caracteres agronômicos. Com isto, ocorreu um maior incremento tecnológico nos programas de melhoramento da canola e, por consequência, ampliação das opções de híbridos. O vigor de heterose é confirmado em trabalhos onde, em comparação com cultivares de polinização aberta, encontraram-se maiores produtividades e retornos líquidos mais elevados (Brandt et al., 2007; Smith et al., 2010).

A diversidade genética e as particularidades reprodutivas permitem que se trabalhe com diversos métodos, como a seleção massal (Chaubey, 1979), a seleção por linhas puras (Yongming e Houli, 1991) e a seleção recorrente (Rajan, 1955). A maioria das cultivares de colza são linhas puras derivadas do método genealógico (pedigree) e suas modificações, com inclusões de retrocruzamentos, sendo feito por programas de melhoramento em instituições públicas (Mendez, 2014).

O desenvolvimento de uma variedade de canola dura, em média, de 8 a 10 anos, desde os cruzamentos iniciais até a obtenção do seu registro, seguido por um período adicional de dois a três anos de multiplicação de sementes, até estar disponível para a produção comercial (Canola Council of Canada, 2014).

Para o desenvolvimento de cultivares híbridas, é utilizado o sistema de macho-esterilidade citoplasmática (CMS). Uma fonte CMS de *B. napus* foi identificada de forma independente por Shiga e Baba (1971; 1973) e Thompson (1972). O primeiro híbrido comercial CMS de *B. napus*, Hyola 40, foi registrado em 1989 pela Advanta Seeds e foi rapidamente seguido por outro híbrido muito popular, o Hyola 401, em 1991 (Canola Council of Canada, 2014).

Variedades sintéticas é uma opção existente no leque de cultivares utilizadas, principalmente para *B. rapa*, pois sua autoincompatibilidade acaba se tornando uma vantagem em selecionar variedades sintéticas. Em comparação, uma

variedade de canola sintética é geralmente intermediária entre variedades de polinização aberta e híbridos convencionais, em termos de heterose. Hysyn 100 e Hysyn 110 foram registrados em 1994 pela Advanta Seeds (Canola Council of Canada, 2014).

A associação de marcadores moleculares no melhoramento é atual e muito utilizada para aumento no teor de óleo (Zhao et al., 2005) e, principalmente para identificar se o gene desejado foi herdado para o novo híbrido. Segundo Mendez (2015), usando marcador baseado no DNA, como RFLP, RAPD, SSR, PCR, AFLP, ou SNPs, pode-se identificar e monitorar, em nível genético, se a característica desejada foi herdada. Os mais utilizados são RFLP e RAPD (Michelmore et al., 1991; Hallden et al., 1994).

Uma das técnicas de biotecnologia mais utilizadas no melhoramento de brássicas oleaginosas é o uso de duplo haploide. Este método permite o lançamento de novas cultivares num espaço de tempo mais curto, em comparação aos métodos convencionais de melhoramento (Chen et al., 1994; Mollers et al., 1994; Kucera et al., 2002).

A tolerância a herbicidas é uma característica bastante desenvolvida e importante para a cultura, instigada principalmente pela dificuldade da cultura em competir nos estádios iniciais e, sobretudo, com espécies daninhas de aproximado parentesco. Por meio do melhoramento clássico, obteve-se tolerância à triazina e às imidazolinonas.

O advento da transgenia acelerou e trouxe resultados positivos, sendo frequentemente empregada para esse objetivo. No Canadá, por exemplo, já foi possível o desenvolvimento de variedades de colza com tolerância ao glufosinato de amônio, glifosato e o bromoxynil (Williams et al., 1997).

No Brasil, os trabalhos de melhoramento e pesquisa com a cultura da colza, deram-se nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, sendo iniciados em 1974, centrados principalmente em adaptação e seleção de novas cultivares (Barni, 1980). De uma forma geral, instituições públicas e privadas trabalharam com avaliação de germoplasma e cultivares de colza (polinização aberta) para recomendação direta aos agricultores (Silva et al., 1984; Viau e Carbonera, 1987).

A maioria dos trabalhos de pesquisa com a cultura de colza, de 1987 a 1990, foi desativada. Em 1991, iniciou-se nova rede de pesquisa somente com avaliação de germoplasmas (Carraro e Balbino, 1993). Nessa oportunidade, foram

introduzidos os híbridos no Brasil (Santos et al., 2000). A Embrapa deixou sua contribuição para o mercado, lançando, em 2003, a cultivar de polinização aberta PFB-2, uma alternativa mais barata de custo do que as cultivares híbridas importadas.

Aos poucos, as cultivares de polinização aberta foram sendo substituídas pelo uso dos híbridos. Isso ocorreu em função, principalmente, da maturação desuniforme, que dificulta o manejo de colheita, causando elevadas perdas na colheita, que facilmente podiam superar 30% da produção.

A maioria das cultivares de polinização aberta também apresenta ciclo longo, causando atrasos na semeadura de soja e milho, comprometendo, assim, o potencial de rendimento destas culturas (Tomm et al., 2014). Por complemento, geralmente, apresentam pouca ou nenhuma resistência à canela-preta, doença que causou grandes perdas em diversas lavouras do noroeste do Rio Grande do Sul.

No país, é possível encontrar um número raro de instituições públicas, ou privadas que trabalham com o melhoramento da canola. Empresas como Heliagro e IBSS Agronomy registraram algumas cultivares de polinização aberta no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura (RNC). A Embrapa busca unificar estes lados científicos e tecnológicos realizando estudos sobre a cultura no país.

Juntamente com novas técnicas, novos mercados também podem ser responsáveis por mudar a direção dos programas. Canola Council of Canada (2014) enumera algumas direções para o futuro do melhoramento das brássicas oleaginosas: resistência ao estresse hídrico; tolerância à geada; eliminação de sementes esverdeadas; eficiência de utilização de nutrientes; baixo teor de ácidos graxos saturados; tolerância a herbicidas; resistência a doenças e pragas; tolerância à temperatura fria para uma melhor germinação e emergência; maior tamanho de semente; melhora do desempenho e do rendimento em canola de inverno; híbridos com maior rendimento de sementes.

As brássicas oleaginosas possuem uma gama de morfotipos e, portanto, variam em sua origem, cultivo, uso e história. O uso de todas estas técnicas de melhoramento, em conjunto com as pesquisas de fitotecnia em geral, possibilitou um salto na expansão da cultura nos últimos anos. Além disso, existe muita variabilidade genética a ser explorada nesta cultura, possibilitando novos horizontes no melhoramento da colza/canola.

2.4. Interação genótipo x ambiente

O valor fenotípico de um indivíduo, quando avaliado em um ambiente, é o resultado da ação do efeito genotípico sob a influência do meio ao qual é submetido (Cruz e Carneiro, 2003). A interação genótipos por ambientes (G x A) demonstra o comportamento diferencial dos genótipos, em função da diversidade ambiental (Borém e Miranda, 2009). Esta influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade e suas causas têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado (Cruz e Regazzi, 1997).

A interação G x A, de acordo com Robertson (1959), citado por Cruz et al. (2004), pode ser classificada em simples e complexa. A primeira é ocasionada pela diferença de variabilidade entre os genótipos nos ambientes, de maneira que não há mudança na classificação dos genótipos na recomendação de cultivares. Assim, não traz complicações na recomendação de cultivares ou eleição de genótipos para dar prosseguimento ao programa de melhoramento. A segunda ocorre pela falta de correlação entre o desempenho dos genótipos, de modo que estes apresentam diferentes respostas às variações ambientais, causando alteração na sua classificação, considerando os diversos ambientes. Esta ocasiona problemas ao melhorista, uma vez que os melhores genótipos em um ambiente não o são em outros.

Porém, segundo Chaves (2001), esta interação precisa ser vista não como um problema, mas como fenômeno biológico natural, havendo a necessidade de estudá-la para melhor aproveitá-la no processo de seleção, pois com o melhoramento moderno, os recursos genéticos de diferentes origens passaram a ser utilizados. Deve-se então, buscar cultivares que sejam adaptados à maior gama possível de condições ambientais.

As respostas dos genótipos nos ambientes, conforme Allard e Bradshaw (1964), podem ser de dois tipos: previsíveis e imprevisíveis. O primeiro tipo são as variações devidas aos fatores permanentes do ambiente, como: classe de solo, comprimento de dias, nível tecnológico utilizado, altitude, topografia, latitude e longitude, espaçamento, época de semeadura, presença ou ausência de irrigação. O segundo tipo, imprevisíveis (temporais), são aquelas de difícil controle pelo

experimentador, como os fatores climáticos envolvendo temperatura e encharcamento pelo excesso de chuvas, sendo os que mais afetam os produtores.

Para a adequada recomendação de genótipos, é necessário a avaliação dos mesmos em diferentes ambientes, que podem ser ano, local, época de semeadura, nível tecnológico, ou qualquer outro fator que não seja genético e que afete a expressão fenotípica. Por este procedimento, pode-se quantificar a interação dos genótipos nos ambientes e, com isso, indicar as variedades mais adequadas aos variados ecossistemas (Rossmann, 2001).

Para atenuar os efeitos da interação G x A, Ramalho et al. (1993) apresentaram as seguintes propostas: identificar cultivares específicas para cada ambiente; realizar um zoneamento ecológico, mediante à estratificação de ambientes, reunindo aqueles ecologicamente semelhantes para que essa interação não seja significativa e, assim, avaliar o genótipo de maneira mais eficiente; identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica, por meio do emprego de análises de adaptabilidade e estabilidade.

2.4.1. Adaptabilidade e estabilidade

O rendimento de grãos de um dado genótipo, geralmente, altera-se de um ambiente para outro. Só a simples análise da interação G x A não proporciona informações precisas sobre o comportamento de cada genótipo, frente às variações ambientais. Realizam-se, para complementar, análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, tornando-se possível a identificação de genótipos de comportamento previsível, que sejam responsivos à melhoria das variações ambientais em condições amplas ou específicas. Portanto, estas análises são realizadas de forma a suplementar as análises de variância individual e conjunta dos experimentos (Cruz et al., 2004).

Vários autores conceituam os termos adaptabilidade e estabilidade. Cruz e Carneiro (2003) citaram dois conceitos interessantes. Como adaptabilidade entendem ser a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais (Verma et al., 1978). Para o termo estabilidade, são apresentados dois segmentos, o de comportamento e o fenotípico. O primeiro, mais comumente utilizado, é sugerido por Mariotti et al. (1976) como a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em relação às variações

ambientais. O segundo se refere à capacidade dos genótipos apresentarem somente pequenas variações no seu comportamento geral, quando submetidos a diferentes ambientes (Allard e Bradshaw, 1964; Eberhart e Russel, 1966; Tai, 1971).

Estas metodologias se dividem em modelos estatísticos paramétricos e não paramétricos. Dentro da linha não paramétrica, citamos a ordem de classificação genotípica de Lin e Binns (1988), bem como a sua modificação realizada por Carneiro (1998); a metodologia de Huenh (1990) e a metodologia de Porto et al. (2007). Nestas análises há tendência de se expressar em uma ou em poucas medidas o desempenho e o comportamento de um genótipo em termos de rendimento, capacidade de resposta às variações ambientais e suas variações (Cruz e Carneiro, 2003).

Destacam-se na linha paramétrica: os procedimentos baseados na variância da interação GxA (Plaisted e Peterson, 1959; Wricke, 1962; Anicchiarico, 1992); regressão linear simples (Finlay e Wilkinson, 1963; Eberhart e Russell, 1966), múltipla (Verma et al., 1978; Cruz et al., 1989) e não lineares (Toler, 1990); métodos multivariados, ACP - análise de componentes principais (Crossa, 1990); análise de variância integrada à análise de componentes principais: modelo AMMI (Gauch e Zobel, 1996), GGE Biplot (Yan et al., 2000), entre outros.

A diferença entre os métodos se origina nos próprios conceitos de adaptabilidade, estabilidade e nos procedimentos biométricos empregados para medi-la. De acordo com Cruz et al. (2004), dentre os diversos métodos propostos ao longo dos anos, a escolha de tal dependerá dos dados experimentais, do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada.

Segundo Cargnelutti Filho et al. (2007), os métodos de adaptabilidade e estabilidade embasados em análises de variância informam sobre a estabilidade dos genótipos avaliados. Os mesmos autores ratificaram as informações de Cruz (2001), explanando que as estimativas do parâmetro de estabilidade são expressas em componentes quadráticos (quadrados médios ou componentes de variância), podendo ser de baixa precisão em certos casos. Entretanto, esses métodos proporcionam resultados de fácil interpretação e são vantajosos por serem aplicáveis mesmo quando o número de ambientes for relativamente reduzido.

No que se refere às análises de regressão linear, Cruz e Carneiro (2003) mencionam as críticas de Silva (1995), argumentando que as variáveis preditoras são tendenciosas, em decorrência de serem funções dos índices ambientais,

mostrando, assim, que a avaliação da performance genotípica é relativa ao grupo de cultivares testados. Segundo sugestões de Lin et al. (1986), deve-se quantificar estas variáveis antes do experimento, fazendo com que o quadrado médio dos desvios tenha propriedade determinística, podendo associá-lo com outras cultivares. Caso contrário, o modelo de regressão que visa à interação genótipo x ambiente será apenas descritivo, ou seja, baseado nos dados que estão sendo analisados e não um modelo de predição.

As análises não paramétricas, de acordo com Huehn (1990) citado por Cruz e Carneiro (2003), apresentam algumas vantagens em relação às paramétricas: a) a tendência causada pelos pontos dos valores fora da equação de regressão é reduzida e em muitos casos até eliminada; b) não é necessário assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos; c) os resultados obtidos são de fácil manipulação e didaticamente de fácil interpretação; d) em análises paramétricas quando se adiciona ou subtrai qualquer tratamento, ocorrem variações nas estimativas e isso nas análises não paramétricas não ocorre; e) os programas de melhoramento genético utilizam a classificação obtida por essas análises para futuras seleções desses materiais ou para estudos do comportamento dos melhores genótipos.

Além da metodologia não paramétrica, caracterizar-se pela simplicidade e facilidade na interpretação dos dados e as medidas que essa metodologia trata o quesito estabilidade correlacionam-se quase que perfeitamente, revelando alto grau de correspondência na detecção dos genótipos estáveis (Di Mauro et al., 2000).

Deste modo, é interessante recomendar cultivares que possuam ampla adaptabilidade e boa estabilidade fenotípica (Cruz e Carneiro, 2003). Bonomo (2002) referenda que, para o produtor rural, o mais importante é que a cultivar tenha bom comportamento em ambientes desfavoráveis e apresente maior estabilidade agronômica.

Apesar de algumas metodologias serem complementares, ou até excludentes em alguns casos, torna-se interessante a aplicação de diferentes métodos no estudo, embasando da melhor forma possível a resposta do comportamento dos genótipos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

As atividades de campo foram realizadas na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e no Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (NUPAGRI), ambos pertencentes ao departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e localizados no município de Maringá, estado do Paraná.

O clima na região de condução do experimento, segundo Köppen, é do tipo Cfa (mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes) (Caviglione et al., 2000). Os dados de precipitação pluviométrica, temperatura máxima e mínima diária e umidade relativa do ar, referentes ao período de duração dos ensaios, foram coletados diariamente na estação climatológica da FEI (Figuras 2 e 3).

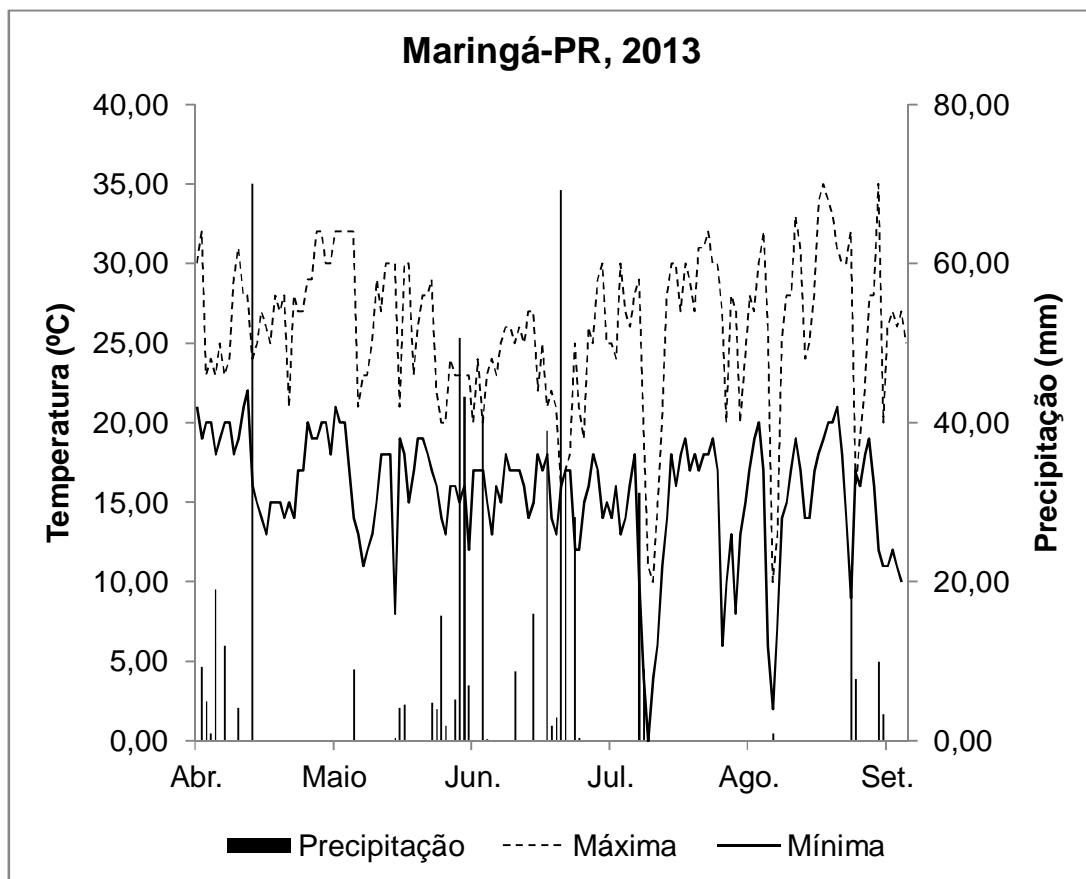


Figura 2 - Precipitação pluvial e Temperaturas mínima e máxima no período experimental (Maringá, PR – 2013).

Fonte: Estação climatológica da Fazenda Experimental de Iguatemi/UEM.

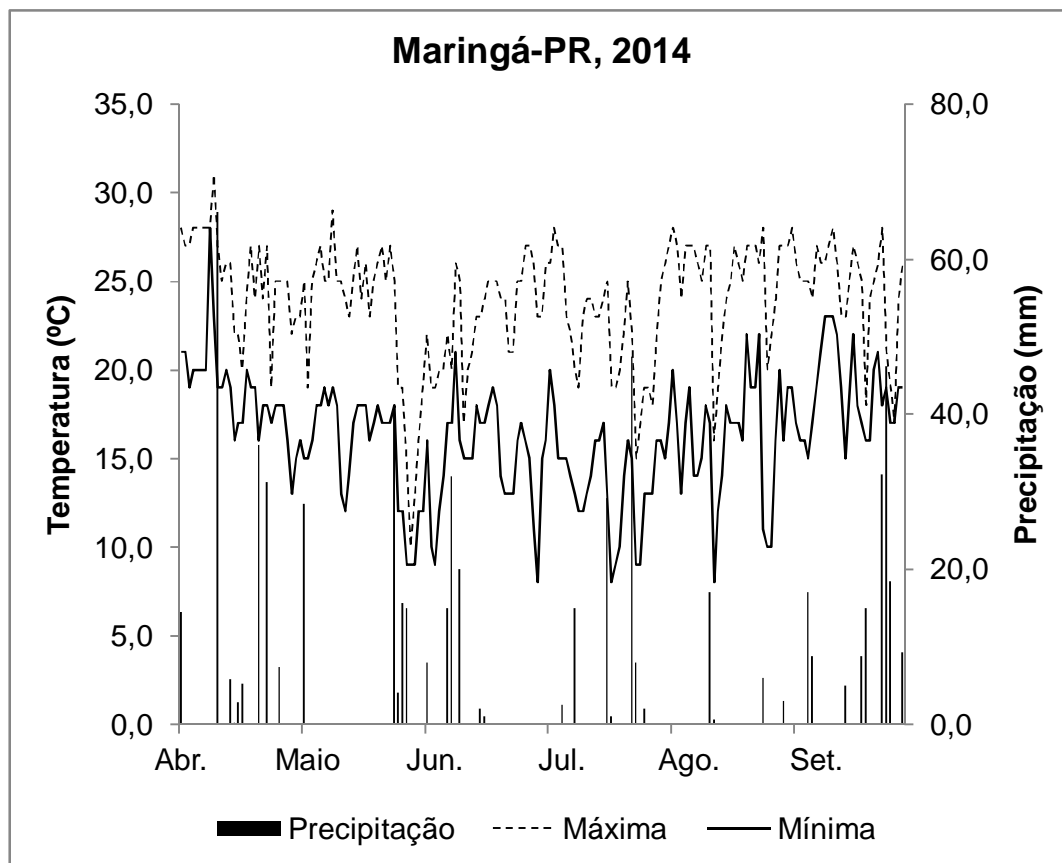


Figura 3 - Precipitação pluvial e temperaturas mínima e máxima no período experimental (Maringá, PR – 2014).

Fonte: Estação climatológica da Fazenda Experimental de Iguatemi/UEM.

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 solo Argissolo Vermelho distrófico, de textura média (Embrapa, 2006), sucedidos à cultura da soja, nos dois anos agrícolas.

Os híbridos estudados foram: Hyola 61, Hyola 76, Hyola 411 e Hyola 433, pertencentes a diferentes grupos de maturação (Quadro 1). O solo da área experimental foi analisado quanto às características químicas (Quadro 2) e a adubação realizada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da canola (Tomm et al., 2014).

A semeadura foi realizada com quantidade de sementes superior à mínima necessária para que o estande final, de aproximadamente, 40 plantas m² (400.000 plantas hectare⁻¹) fosse garantido. No estágio 1, de duas a três folhas (Meier, 2001),

as plantas foram desbastadas para obter as densidades de plantas desejadas para o experimento.

As parcelas experimentais foram constituídas de seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si. As datas de semeadura foram as seguintes: 10 de abril, 25 de abril e a última no dia 10 de maio, nos anos de 2013 e 2014. A área passou por um preparo primário de solo com aração e gradagens niveladoras, dessecação prévia com herbicidas, para, posteriormente, serem abertos sulcos com espaçamento de 0,45 m entre fileiras e efetuada a semeadura.

Quadro 1 - Híbridos estudados

Características	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
Emergência ao início da floração (dias)	53-77	61-81	59-65	58-67
Duração da floração (dias)	28-52	24-62	30-72	28-73
Emergência à maturação (dias)	123-155	120-164	120-150	120-150
Ciclo	Médio	Longo	Precoce	Precoce
Altura de planta (cm)	88-136	126-159	128-139	124-131
Reação à doença “canela-preta” (<i>Leptosphaeria maculans</i>)	Resistência Poligênica	Resistência Poligênica	Resistência Poligênica	Resistência Poligênica
Época preferencial de semeadura Maringá (IAPAR)	01/03-30/04 (solos médios); 01/03-20/05 (solos argilosos)	01/03-10/05 (solos médios); 01/3-10/05 (solos argilosos)	01/03-10/05 (solos médios); 01/03-20/05 (solos argilosos)	01/03-10/05 (solos médios); 01/03-20/05 (solos argilosos)
Época preferencial de semeadura Maringá (MAPA)	11/03-20/04 (solos médios); 11/03-30/04 (solos argilosos)	11/03-20/04 (solos médios); 11/03-30/04 (solos argilosos)	11/03-10/05 (solos argilosos)	11/03-10/05 (solos argilosos)

Fonte: Adaptado de Tomm et al. (2014).

Quadro 2 - Caracterização química e fertilidade do solo da área experimental, a partir de coletas na profundidade de 0-20 cm em Maringá-PR, 2013

Análise	2013	Unidades	Extratores ou métodos
pH (CaCl ₂)	4,88		CaCl ₂
pH (H ₂ O)	6,08		H ₂ O
Al ³⁺	0,00	cmol _c dm ⁻³	KCl 1 mol L ⁻¹
H ⁺ +Al ³⁺	4,13	cmol _c dm ⁻³	SMP
K ⁺	0,13	cmol _c dm ⁻³	Mehlich
P	5,17	mg dm ⁻³	Mehlich
Ca ²⁺	2,75	cmol _c dm ⁻³	KCl 1 mol L ⁻¹
Mg ²⁺	1,73	cmol _c dm ⁻³	KCl 1 mol L ⁻¹
S	10,49	mg dm ⁻³	Fosfato monocálcico
SB	4,48	cmol _c dm ⁻³	
CTC	8,61	cmol _c dm ⁻³	
v	52,03	%	
Ca	31,94	%	
Mg	20,09	%	
K	1,51	%	
m	0,00	%	

Fonte: Adaptado de laudo.

Os tratos culturais, como adubação nitrogenada e sulfurada em cobertura, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, foram realizados em todas as unidades experimentais durante o desenvolvimento da cultura. As avaliações de campo deram-se ao longo deste período.

A colheita foi realizada manualmente, eliminando-se as duas fileiras externas, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras, totalizando uma área útil de 3,6 m². Posteriormente, as plantas da área útil de cada parcela foram devidamente identificadas e levadas para a debulha manual.

Por fim, as sementes foram conduzidas para avaliações no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisa Aplicada à Agricultura (Nupagri) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá-PR.

3.1. Avaliações dos caracteres agronômicos

A maioria das avaliações foi realizada conforme descrito em Tomm et al. (2007), nas quais foram quantificadas:

- **Duração da fase vegetativa:** período (dias), entre a emergência das plântulas e início da fase de florescimento, em que 50% das plantas na unidade experimental apresentaram pelo menos uma flor).
- **Duração da fase de florescimento:** período (dias) entre o início da floração até quando não restaram mais flores.
- **Dias para o fim do florescimento:** período (dias) obtido pela soma da duração da fase vegetativa com a de florescimento.
- **Ciclo total:** período (dias) entre a emergência das plântulas e a colheita.
- **Altura de planta:** medição da base do solo até a ponta da haste principal.
- **Número de síliquas por planta:** determinada pela contagem do número de síliquas por planta, advindas de 5 plantas escolhidas ao acaso na área amostral de cada parcela.
- **Número de sementes por síliqua:** determinado pela contagem do número de sementes de 5 síliquas advindas de 5 plantas escolhidas ao acaso na área amostral de cada parcela experimental.
- **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 (Brasil, 2009). Após a pesagem, a umidade das sementes foi corrigida para 9%.
- **Rendimento de sementes:** extrapolou-se a produção da parcela colhida para 1 hectare, com correção do teor de água em base úmida para 9% de acordo com a fórmula abaixo:

$$RS_{9\%} = RS \times \left(\frac{1 - \left(\frac{U}{100}\right)}{0,91} \right)$$

Em que:

$RS_{9\%}$: Rendimento de sementes corrigido para o teor de água de 9%, expresso em $kg\ ha^{-1}$;

RS: Rendimento de sementes sem a correção em $kg\ ha^{-1}$;

U: teor de água observada nas sementes após a colheita, em base úmida, segundo as regras para análise de sementes (Brasil, 2009).

- **Teor de óleo:** Realizou-se o método direto, utilizando o extrator de Soxhlet e éter de petróleo como solvente, com refluxo de 6 horas (I.A.L., 2004 com adaptações de Zanotto,1986). Foram avaliadas quatro subamostras de 2 g de farinha de canola, provenientes da moagem das sementes de cada unidade experimental em moinho de facas a 17.000 rotações por minuto (r.p.m.). As amostras foram envoltas em cartuchos de papel filtro, grampeado nas extremidades, com o peso do conjunto papel e grampo conhecido. As amostras foram secas em estufa em temperatura de 60°C, por doze horas. Após a secagem, foram devidamente pesadas e inseridas no Soxhlet, juntamente com o solvente e após o refluxo, foram retiradas e, novamente, secas em estufa por mais doze horas. Terminado o processo foi determinado o teor de óleo por diferença de peso, por meio da seguinte equação:

$$TO = \left[\frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} \right] \times 100$$

Em que:

TO = porcentagem de óleo da amostra analisada.

P1 = peso do cartucho (papel filtro + grampos).

P2 = peso da amostra (cartucho + farinha).

P3 = peso da amostra após a extração.

- **Rendimento de óleo:** obtido pela multiplicação dos percentuais de óleo na semente pelos devidos rendimentos em cada unidade experimental. Os resultados foram expressos em kg ha⁻¹ de óleo.

$$RO = \left(\frac{TO}{100} \right) \times RS$$

Em que:

RO: rendimento de óleo da amostra (kg ha⁻¹).

TO: teor de óleo da amostra em porcentagem.

RS: rendimento de sementes da unidade experimental.

- **Teor de proteína:** determinado pelo método de Kjeldahl para quantificação do Nitrogênio total, conforme recomendação da Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C., 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, analisaram-se quatro subamostras de 0,2 g da farinha de canola moída, acondicionada 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 aquecidos em um bloco digestor para a fase de digestão da matéria orgânica. O aquecimento se deu de forma 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%), recolhida em solução de ácido bórico a 4%. A titulação foi realizada em solução padrão de ácido clorídrico (1N), sendo recuperados 99,7% do nitrogênio. O conteúdo de nitrogênio, após multiplicação pelo fator 6,25, foi convertido para a determinação de proteína bruta, com base na matéria seca.

3.2. Análises estatísticas

3.2.1. Características agrônômicas

O delineamento experimental foi o de blocos completos ao caso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, estando as épocas de semeadura alocadas nas parcelas e os híbridos nas subparcelas, dispostos em 5 blocos. Os efeitos de híbridos e de épocas de semeadura foram considerados fixos.

Os dados das variáveis respostas foram submetidos à análise de variância, mediante o atendimento das pressuposições básicas (erros normalmente distribuídos com média zero e variância em comum). Para tal, utilizaram-se os testes de Shapiro-Wilk (normalidade) e Bartlett (homogeneidade de variâncias residuais).

O modelo estatístico adotado para a análise de variância foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + B_k + H_i + \delta_{ij} + E_j + (HE)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : observação do híbrido i na época de semadura j e no bloco k .

μ : média geral.

B_k : efeito do k -ésimo bloco ($k = 1, \dots, 5$).

H_i : efeito do i -ésimo híbrido ($i = 1, \dots, 4$).

δ_{ij} : erro associado às parcelas.

E_j : efeito da j -ésima época de semeadura ($j = 1, \dots, 3$).

HE_{ij} : efeito da interação i-ésimo híbrido na j-ésima época de semeadura.

ε_{ijk} : erro associado a cada observação nas subparcelas.

As comparações entre as médias foram realizadas, em cada ano agrícola, pelo teste LSD de Fisher. O nível de probabilidade utilizado em todos os testes foi de 5%, sendo os cálculos realizados pelo software SISVAR (Ferreira, 2011).

3.2.2. Interação genótipos x ambientes e análises de adaptabilidade e estabilidade

Neste estudo, no auxílio das análises, empregou-se o aplicativo computacional em genética e estatística, GENES (Cruz, 2013). Os dados coletados foram submetidos às análises de variância individuais para cada ambiente (épocas de semeadura nos dois anos agrícolas), após o atendimento das pressuposições básicas (erros normalmente distribuídos com média zero e variância em comum).

Seguidamente, realizou-se a análise de variância conjunta, em que os efeitos de genótipos e ambientes foram considerados fixos. A homogeneidade dos quadrados médios residuais para cada ano agrícola foi comparada pelo teste de Bartlett, segundo Ramalho et al. (2000).

O modelo estatístico adotado para a análise de variância conjunta foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + H_i + E_j + HE_{ij} + B/E_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : observação do híbrido i na época de semeadura j e no bloco k.

μ : média geral.

H_i : efeito do i-ésimo híbrido ($i = 1, \dots, 4$).

E_j : efeito da j-ésima época de semeadura ($j = 1, \dots, 6$).

HE_{ij} : efeito da interação i-ésimo híbrido na j-ésima época de semeadura.

B/E_{jk} : efeito do k-ésimo bloco dentro da j-ésima época de semeadura ($k = 1, \dots, 5$);

ε_{ijk} : erro aleatório.

A natureza do modelo considerou genótipos e ambientes com efeito fixo. No caso afirmativo da constatação de heterogeneidade de variâncias residuais dos

ambientes, os graus de liberdade do resíduo e da interação genótipos x ambientes foram ajustados conforme Cochran (1954), descrito por Cruz (2006):

$$n_r = \frac{(\sum_{j=1}^a S_j^2)^2}{\sum_{j=1}^a \frac{(S_j^2)^2}{n_j}}$$

em que:

n_r : graus de liberdade do resíduo ajustado.

S_j^2 : Quadrado médio do resíduo obtido na j-ésimo época de semeadura.

n_j : Graus de liberdade associado à S_j^2 .

Os graus de liberdade ajustados para a interação genótipos x ambientes (n_{ga}) é dado por:

$$n_{ga} = \frac{(g-1)(a-1)^2 V_1^2}{(a-2)V_2 + V_1^2}$$

em que:

$$V_1 = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^a S_j^2$$

$$V_2 = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^a (S_j^2)^2$$

A adaptabilidade e a estabilidade fenotípica dos híbridos foram realizadas por três metodologias: método da ecovalência (Wricke, 1962); índice de confiança (Annicchiarico, 1992) e método do desvio do máximo ideal (Lin e Binns, 1988).

3.2.2.1. Método de Wricke (1962)

Wricke (1962), por meio de uma análise de variância, calculou a contribuição individual do genótipo para a interação. O índice de Ecovalência (ω_i) busca identificar a cultivar de desempenho superior, considerando sua média geral, e aquela de comportamento mais previsível, em função das variações temporárias proporcionadas pelo ambiente:

$$\omega_i = r \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2$$

em que:

ω_i = a contribuição do genótipo i no total da variância da interação.

Y_{ij} = média da parcela que recebeu o genótipo i no ambiente j.

\bar{Y}_i = média geral do genótipo i.

\bar{Y}_j = média do ambiente j.

$\bar{Y}_{..}$ = média geral.

O somatório de ω_i é igual à soma de quadrados da interação genótipos e ambientes. Um genótipo mostra baixa ecovalência quando contribui pouco para a interação, ou seja, mostra resposta similar à média de todos os genótipos, apresentando mais estabilidade.

3.2.2.2. Método de Annicchiarico (1992)

Na metodologia proposta por Annicchiarico (1992), a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. Deste modo, estima-se um índice de confiança (ω_i) de um determinado genótipo, possibilitando identificar a possibilidade de este ter um comportamento relativamente superior.

O índice foi relativizado aos ambientes favoráveis ou desfavoráveis, considerando as médias e desvios respectivos a cada tipo de ambiente (favoráveis e desfavoráveis). Porém, neste trabalho, optou-se por utilizar o índice para os ambientes em geral, por estarmos estudando épocas de semeadura em um mesmo local.

Assim, primeiramente, transformaram-se as médias de cada híbrido em cada ambiente, em porcentagem da média do ambiente:

$$Z_{ij} = \frac{100Y_{ij}}{\bar{Y}_j}$$

em que:

Y_{ij} : média do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente.

\bar{Y}_j : média do j-ésimo ambiente.

Posteriormente, estimou-se a média e desvio padrão das porcentagens de cada híbrido. De posse dessas estimativas, obteve-se o índice de confiança geral:

$$\omega_i = \hat{\mu}_i - Z_{(1-\alpha)} \hat{\sigma}_{zi}$$

em que:

ω_i : índice de confiança, expresso em percentagem.

μ_i : média relativa do genótipo i em percentagem.

Z: percentual (1- α) da função de distribuição normal acumulada.

α : nível de significância.

σ_{zi} : desvio-padrão dos valores percentuais.

Considerou-se $Z_{(1-\alpha)} = 0,2734$, que corresponde ao valor da variável de distribuição Z, para $\alpha = 0,25$.

3.2.2.3. Método de Lin e Binns (1988)

Segundo Cruz (2006), Lin e Binns (1988) definiram como medida para estimar a adaptabilidade e estabilidade o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima obtida no ambiente. Este método leva em consideração o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo hipotético, que é uma medida de adaptabilidade. Além disso, pondera os desvios de comportamento dos genótipos nos ambientes, ou seja, considera a estabilidade de comportamento:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^a (Y_{ij} - M_j)^2}{2a}$$

em que:

P_i : estimativa do parâmetro de estabilidade do genótipo i.

Y_{ij} : produtividade do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente.

M_j : resposta máxima observada entre todos os híbridos no ambiente j.

a: numero de ambientes.

Este valor pode ser desdobrado em dois componentes atribuídos a fatores genéticos (P_{ig}) e a fatores da interação genótipos x ambientes (P_{iga}). A primeira parte da equação diz respeito à soma de quadrados relativa apenas ao efeito genético e

não implica alterações na classificação dos materiais. A segunda é a soma de quadrados, relativa ao efeito da interação entre genótipo por ambiente, quando mais de dois genótipos são comparados, e pode apresentar alterações (Lin e Binns, 1988). Portanto:

$$P_i = P_{ig} + P_{iga}$$

em que:

$$P_{ig} = \frac{(\bar{Y}_i - \bar{M})^2}{2}$$

$$P_{iga} = \frac{\sum_{j=1}^a (Y_{ij} - \bar{Y}_i - M_j + \bar{M})^2}{2a}$$

em que:

\bar{Y}_i : Médias dos genótipos nos j-ésimos ambientes.

\bar{M} : Refere-se à média das respostas máximas de todos os genótipos em todos os ambientes.

M_j e a : descritas anteriormente.

Os autores afirmam que é possível identificar tanto os genótipos de adaptabilidade ampla quanto os de adaptabilidade específica. De forma geral, o ideal é selecionar genótipos com médias elevadas, com adaptabilidade ampla e, conseqüentemente, com boa estabilidade produtiva. Isso se resume à seleção de genótipos que apresentem as menores estimativas de P_i , além da baixa contribuição para a interação genótipo por ambiente (Lin e Binns, 1988).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudar o comportamento de cada cultivar frente às diferentes épocas de semeadura é muito importante, devido à influência no planejamento da condução do ano agrícola na propriedade rural. No Paraná, onde os principais cultivos de verão são a soja e o milho, trabalhar com uma cultura adequada a este sistema de produção e que possa agregar economicamente é interessante.

As condições climáticas dos dois anos agrícolas estiveram dentro do previsto na literatura para canola de primavera (Figuras 3 e 4). Conforme já citado, o limite mais adequado de temperatura para o desenvolvimento da cultura é de cerca de 20°C, com valores extremos entre 12 e 30°C (Robertson et al., 2002). Segundo Tomm et al. (2009), com relação à necessidade hídrica, a disponibilidade de água entre 312 a 500 mm durante o ciclo proporciona bons resultados .

O ano agrícola de 2013 apresentou temperaturas peculiares para a região de Maringá. Destaca-se a ocorrência de temperaturas muito baixas, com formação de geadas nos dias 23 a 26 de julho, atingindo 0°C no dia 24. O mês de agosto apresentou precipitação quase nula e temperaturas máximas que atingiram 30°C em seu primeiro decêndio. Os índices pluviométricos demonstraram uma boa distribuição de chuvas nos meses de abril a julho, apresentando valores superiores a 100 mm em cada mês. A umidade relativa do ar se manteve acima de 60%, durante abril a julho, e esteve mais baixa, por volta de 50%, nos meses mais secos (agosto e setembro).

Em 2014, os valores de temperatura aparentaram-se dentro da normalidade, com máximas mais amenas e mínimas menos acentuadas que em 2013. O mês de abril foi o mais chuvoso, com alternâncias de decêndios sem chuvas até julho. O mês de agosto também se comportou como o mês mais seco e menos chuvoso do período experimental. A umidade relativa do ar esteve, em média, maior que no ano anterior para os meses mais secos (agosto e setembro).

4.1. Características agronômicas

O resumo de análise de variância está apresentado nos Quadros 3 e 4 para os anos agrícolas de 2013 e 2014. Os coeficientes de variação apresentaram precisão dentro da normalidade, em comparação com outros trabalhos com a cultura (Krüger et al., 2011, Bazo, 2013; Javaheri et al., 2013, Kaefer et al., 2014).

Quadro 3 - Resumo da análise de variância referente às variáveis respostas duração da fase vegetativa (FVG), duração da fase reprodutiva (FREP), dias para o fim do florescimento (DFF), duração do ciclo da cultura (CIC), altura de planta (AP), número de siliquas por planta (SP), número de sementes por siliqua (GS), teor de proteína (PB), massa de mil sementes (MMS), rendimento de sementes (RS) e rendimento de óleo (ROL) nas sementes, obtidas no experimento conduzido em 2013

FV	GL	FVG	FREP	DFF	CIC ^{/2}	AP	SP ^{/1}	GS	PB	MMS	RS	ROL ^{/1}
Blocos	4	94,38 ^{ns}	101,65 ^{ns}	391,86 ^{ns}	-	24,71 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,78 ^{ns}	8,43 ^{ns}	0,135 ^{ns}	31.377,49 ^{ns}	6.851,30 ^{ns}
Épocas (E)	2	951,62*	1.257,65*	4.396,82*	-	142,47 ^{ns}	41,15*	7,32 ^{ns}	3,70 ^{ns}	4,709*	13.869,76 ^{ns}	6.509,98 ^{ns}
Resíduo a (parcelas)	8	55,08	52,03	214,05	-	51,10	2,49	3,09	2,48	0,142	10.081,24	2.355,40
Híbridos (H)	3	59,22 ^{ns}	36,46 ^{ns}	188,13 ^{ns}	-	1.756,15*	0,25 ^{ns}	12,76*	2,69 ^{ns}	0,053 ^{ns}	141.265,96*	9.378,05*
E x H	6	29,76 ^{ns}	31,56 ^{ns}	122,02 ^{ns}	-	203,07*	4,95*	6,94 ^{ns}	17,53*	0,063 ^{ns}	14.990,67 ^{ns}	4.529,54 ^{ns}
Resíduo b (subparcelas)	36	56,86	57,94	229,53	-	43,25	1,67	3,85	3,74	0,064	10.015,61	2.081,27
C.V. (%) a	-	18,36	17,83	18,09	-	6,36	13,85	7,66	6,15	14,08	9,70	11,86
C.V. (%) b	-	18,66	18,82	18,73	-	5,85	11,34	10,40	7,54	9,48	9,66	11,15
Média Geral	-	40,42	40,45	80,87	126,28	112,42	137,50	18,87	25,65	2,68	1.035,60	409,09

*: Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

/1: transformação \sqrt{x}

/2: não atendeu as pressuposições para ANAVA, mesmo após transformação \sqrt{x}

Quadro 4 - Resumo da análise de variância referente às variáveis resposta duração da fase vegetativa (FVG), duração da fase reprodutiva (FREP), dias para o fim do florescimento (DFF), duração do ciclo da cultura (CIC), altura de planta (AP), número de siliques por planta (SP), número de sementes por síliqua (GS), teor de proteína (PB), massa de mil sementes (MMS), rendimento de sementes (RS) e rendimento de óleo (ROL) nas sementes, obtidas no experimento conduzido em 2014

FV	GL	FVG ^{/2}	FREP ^{/2}	DFF	CIC	AP	SP ^{/1}	GS	PB	MMS	RS	ROL ^{/1}
Blocos	4	-	-	53,82 ^{ns}	17,39 ^{ns}	78,07 ^{ns}	0,98 ^{ns}	2,39 ^{ns}	6,85 ^{ns}	0,012 ^{ns}	17.315,69 ^{ns}	0,81 ^{ns}
Épocas (E)	2	-	-	77,12 ^{ns}	73,85 ^{ns}	208,39 ^{ns}	18,91*	7,44*	55,25*	0,007 ^{ns}	71.654,20 ^{ns}	12,12 ^{ns}
Resíduo a (parcelas)	8	-	-	34,12	19,95	58,99	0,58	2,27	4,90	0,030 ^{ns}	27.056,75	3,50
Híbridos (H)	3	-	-	1.760,64*	1.089,71*	2.494,66*	1,45*	5,56*	6,29 ^{ns}	0,064*	89.308,70*	16,87*
E x H	6	-	-	173,47*	65,74*	125,26*	1,41*	5,22*	7,52 ^{ns}	0,024 ^{ns}	82.741,51*	5,63*
Resíduo b (subparcelas)	36	-	-	8,97	20,31	40,47	0,36	1,33	3,47	0,022	14.500,25	1,49
C.V. (%) a	-	-	-	5,60	3,72	6,29	5,75	7,56	8,01	6,32	14,60	8,96
C.V. (%) b	-	-	-	2,87	3,75	5,21	4,72	5,78	6,74	5,42	10,69	5,85
Média Geral	-	67,18	37,10	104,28	120,15	122,04	175,27	19,93	27,66	2,73	1.126,42	436,31

*: Significativo à 5% de probabilidade, pelo teste F.

/1: transformação \sqrt{x}

/2: não atendeu às pressuposições para ANAVA, mesmo após transformação \sqrt{x}

4.1.1. Duração da fase vegetativa

A duração da fase vegetativa apresentou heterogeneidade de variâncias residuais para o ano agrícola de 2014, apresentando, em termos de média geral, 67 dias. No ano de 2013, constatou-se efeito das épocas de semeadura, demonstrando que, independente do híbrido utilizado, as épocas influenciaram significativamente no desempenho desta variável.

O Quadro 5 permite visualizar as diferenças entre as épocas. A semeadura mais tardia influenciou na duração da fase vegetativa, sendo o período encurtado em treze dias em comparação com primeira época e dez dias para a segunda época de semeadura.

Quadro 5 - Médias do efeito principal épocas de semeadura, referente à duração da fase vegetativa. Maringá-PR, 2013

Épocas de semeadura	Fase vegetativa (dias)
10/04/2013	46 a
25/04/2013	43 a
10/05/2013	33 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Os efeitos das épocas de semeadura na fase vegetativa são refletidos no tamanho das folhas. O número final de folhas aumenta conforme a fase vegetativa se alonga, o que indica uma relação direta entre o número de folhas e o desenvolvimento vegetal (Streck et al., 2006). Porém, Dalmago et al. (2009) mencionam que, em temperaturas mais frias, durante o período vegetativo, as folhas apresentam-se maiores que em plantas semeadas em épocas que possuem temperaturas mais elevadas durante este período.

Segundo Nanda et al. (1995), o efeito das épocas de semeadura sobre o surgimento das folhas de canola acontece somente na emissão da primeira folha, havendo um atraso de 1,35 dias na emissão, para cada 1°C de redução da temperatura.

Campbell e Kondra (1978) relataram que o período vegetativo é fator determinante para a maturação, ou seja, quanto maior este período, mais curta a duração dos períodos próximos (reprodutivo e enchimento de sementes); se o período reprodutivo for mais curto, o desempenho da cultura será menor.

Dalmago et al. (2013), estudando o número de folhas e o filocrono de genótipos de canola, em resposta a variações térmicas associadas com datas de semeadura, destacaram que genótipos de ciclo precoce apresentaram número de folhas e filocrono menores que genótipos de ciclo médio ou longo e a variabilidade entre os genótipos acentuou-se em semeaduras tardias.

Khan et al. (1994) relataram que a semeadura tardia levou à diminuição do número de dias para o florescimento e maturidade, bem como a produção de sementes. Para Mendham et al. (1990) e Robertson et al. (2004), este período chegou a uma redução de até 50%.

4.1.2. Duração da fase reprodutiva

A fase reprodutiva da cultura no experimento conduzido em 2014 também não atendeu às pressuposições básicas para a análise de variância, durando, em média, 37 dias. No ano de 2013, houve efeito das épocas de semeadura, que são demonstrados no quadro abaixo.

Quadro 6 - Médias do efeito principal épocas de semeadura, referente à duração da fase reprodutiva. Maringá-PR, 2013

Épocas de semeadura	Fase reprodutiva (dias)
10/04/2013	47 a
25/04/2013	43 a
10/05/2013	32 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

As semeaduras nos meses de abril de 2013 demonstraram um período maior da fase reprodutiva, o que sugere maior favorecimento ao escape de ocorrências de geadas, principalmente neste ano, em que houve uma geada no mês de julho.

Também, as primeiras épocas apresentaram seus períodos de florescimento nos meses de temperaturas mais amenas (junho e julho) e a terceira época, estendendo-se a agosto e setembro, havendo em agosto veranico nos dois primeiros decêndios, o que interferiu nos componentes de rendimento da cultura.

Segundo Nied et al. (2014), as condições meteorológicas e do ambiente foram mais importantes durante o florescimento para o rendimento de sementes no

experimento por eles conduzido. Durante a floração da canola, a temperatura do ar acima de 27°C causa abortamento de flores e das síliquas em início de formação. Por isso, é conveniente evitar semeaduras em épocas tardias e locais que apresentem temperatura elevada na floração (Tomm et. al., 2009).

Esta fase foi a mais afetada durante o estudo de Luz et al (2012), que relacionaram ao efeito mais marcante da temperatura na diferença deste subperíodo em diferentes épocas de semeadura avaliadas.

Vaezi et al. (2009) sugeriram diminuição da produção de sementes na sequência de um crescimento reprodutivo curto. Khan et al. (1994), Razmi (2009) e Tobe et al. (2013) verificaram influência das épocas no período de florescimento, detectando encurtamento do período em semeaduras mais tardias.

4.1.3. Dias para o fim do florescimento

Esta variável apresentou, no ano de 2013, efeito significativo das épocas de semeadura e os resultados encontram-se apresentados no Quadro 7. Como consequência do somatório dos períodos vegetativo e reprodutivo, apresentaram também diminuição com a semeadura mais tardia da canola na região.

Quadro 7 - Médias do efeito principal épocas de semeadura, referente aos dias para o fim do florescimento. Maringá-PR, 2013

Épocas de semeadura	Dias para o fim do florescimento
10/04/2013	92 a
25/04/2013	86 a
10/05/2013	64 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

A terceira época de semeadura apresentou, no início, condições ideais para o desenvolvimento vegetativo da cultura na região, porém, nas fases reprodutivas, o longo período com temperaturas altas e baixos índices pluviométricos contribuiu para a aceleração destes subperíodos fenológicos e, conseqüentemente, do ciclo. Isso é embasado pelas considerações do Canola Council of Canada (2014) em relação ao déficit hídrico que, quando aliado às altas temperaturas, afeta drasticamente o processo de polinização, acelerando o ciclo da cultura e encurtando o tempo entre o florescimento e a maturação das sementes.

No ano de 2014, constatou-se interação das épocas com os híbridos (Quadro 8). Assim, dentro da primeira época, em relação ao Hyola 61, 433 e 411, o híbrido Hyola 76 acumulou maior número de dias para terminar o florescimento. Estes resultados repetiram-se pela segunda época de semeadura e só se alteraram na terceira, quando o Hyola 61 não diferiu significativamente do Hyola 76.

Quadro 8 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente aos dias para o fim do florescimento no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	109 a B	129 a A	95 a C	97 a C
25/04/2014	108 a B	114 b A	94 a C	96 a C
10/05/2014	108 a A	110 b A	96 a B	93 a B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Os resultados encontrados estão de acordo com os apresentados no Quadro 1, demonstrando que os híbridos comportaram-se dentro do esperado fenotipicamente para esta característica.

Dentro de cada híbrido, as épocas de semeadura afetaram este período, com destaque para a primeira época que apresentou os maiores valores para Hyola 76. Nele, a semeadura mais antecipada levou a um maior período, dezenove dias a mais que a terceira época, fato que leva o referido híbrido a sofrer mais com as intempéries quando semeado na última data.

O híbrido de ciclo médio Hyola 61 e os híbridos de ciclo precoce, Hyola 411 e 433, não apresentaram diferenças significativas entre as épocas de semeadura para o período de florescimento.

Trabalhando com diferentes épocas de semeadura, Asgari e Moradi-Dalyny (2008) verificaram que a semeadura teve um efeito significativo sobre características, como número de dias para a floração, duração do período de floração e de crescimento vegetativo. Gross (1963), após uma investigação sobre o efeito da época de semeadura em estádios fenológicos de canola, relatou que a semeadura tardia teve um efeito de diminuição no rendimento de sementes, por meio do encurtamento do tempo necessário para crescimento vegetativo e reprodutivo.

A duração dos subperíodos que compõem as fases vegetativa e reprodutiva das culturas apresenta relação direta com o rendimento de sementes em culturas como o trigo (Walter et al., 2009) e canola (Diepenbrock, 2000). Portanto, salienta-se a importância do entendimento dos efeitos que as épocas de semeaduras trazem às características fenológicas das plantas.

4.1.4. Ciclo

A variável ciclo não atendeu às pressuposições básicas para a análise de variância para o ano de 2013. Considerando a média geral do experimento, a cultura desenvolveu-se no local estudado por 126 dias. Isso contrasta com o encontrado por Tomm et al., (2003), que obtiveram diferenças estatísticas entre os híbridos para esta variável ($P < 0,05$), estudando o comportamento de híbridos em diferentes épocas de semeadura na região de Maringá-PR. Porém, anos mais tarde, Tomm et al. (2010) encontraram resultados semelhantes ($P < 0,05$) ao ocorrido em 2013 para esta variável.

No ano de 2014 detectou-se interação entre os híbridos e as épocas de semeadura, em nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Portanto, os ambientes influenciaram no desempenho dos híbridos estudados neste ano. As comparações entre as médias encontram-se no Quadro 9.

Quadro 9 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente à duração do ciclo (dias) no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	121 a B	137 a A	113 a C	117 a C
25/04/2014	118 a B	127 b A	110 a C	116 a B
10/05/2014	115 a B	130 b A	111 a B	114 a B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Dentre os híbridos avaliados, Hyola 76 apresentou maior duração de ciclo ao longo de todas as épocas de semeadura, dentro do esperado, por se tratar de uma cultivar de ciclo longo (Quadro 1)

O híbrido de ciclo médio Hyola 61 e os híbridos precoces Hyola 433 e 411 não diferiram significativamente para as épocas de semeadura avaliadas. Para

Hyola 76, o maior período foi na primeira época, sendo superior à primeira e à segunda época.

A temperatura é um fator muito importante na interferência do ciclo. Luz et al. (2012), estudando temperatura base inferior em genótipos de canola, ao longo de épocas de semeadura, no Rio Grande do Sul, encontraram diferenças ao longo das épocas, com a diminuição da duração dos subperíodos e do ciclo com o avanço das épocas, sendo as primeiras significativamente superiores às demais.

Temperaturas elevadas, associadas à baixa disponibilidade de água no solo, nas fases de floração e formação do grão, induzem ao encurtamento de ciclo, com diminuição no rendimento e no teor de óleo das sementes (Potter et al., 1999). Isso é confirmado na argumentação de Johnson et al. (1995), os quais verificaram que altos rendimentos em canola seguem um período de floração e enchimento de sementes sob a baixa temperatura média diária.

A heterogeneidade de respostas da canola frente ao ambiente, de acordo com Dalmago et al. (2010), resulta tanto do manejo da cultura como, por exemplo, de diferentes profundidades de semeadura, quanto de adaptações a variáveis ambientais, como a disponibilidade hídrica e a geada.

A duração dos ciclos, mesmo até para o híbrido que apresentou maior período (Hyola 76), transmite a ideia de que o cultivo da canola realizado nestas épocas se adequa ao sistema de produção da região, o qual tem no milho e na soja suas principais culturas. Porém, épocas sucessivas a esse período, provavelmente, deverão causar conflitos com as datas de semeadura das culturas de verão, principalmente no milho, cuja época de semeadura é o mês de setembro.

4.1.5. Altura de planta

A altura das plantas apresentou, para os anos agrícolas 2013 e 2014, interação entre as épocas de semeadura e os híbridos. Os testes de médias para esta variável com o desdobramento da interação encontram-se nos Quadros 10 e 11.

Dentro de cada época de semeadura, o híbrido Hyola 76 foi superior em comparação com os demais híbridos, corroborando o apresentado no Quadro 1, em que ele apresenta maior altura sobre os demais. Na primeira época os híbridos Hyola 76 e 433 destacaram-se sobre os demais. Na segunda época, o híbrido Hyola

76 diferiu e foi superior aos demais, com Hyola 61 apresentando menor estatura. Na última época, houve superioridade do Hyola 76 sobre os híbridos Hyola 61 e 411 e, dentre os híbridos precoces, Hyola 411 apresentou menor tamanho de planta do que Hyola 433.

Quadro 10 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente à altura de plantas (cm) no ano agrícola de 2013, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2013	102 a B	128 a A	109 a B	120 a A
25/04/2013	99 a C	136 a A	108 a B	109 b B
10/05/2013	105 a BC	116 b A	104 a C	113 ab AB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

As épocas pouco influenciaram a estatura de plantas neste ano, não apresentando diferenças significativas nos híbridos Hyola 61 e 411. Para o Hyola 76, a terceira época afetou a estatura, levando a uma diminuição. A primeira época apresentou os melhores resultados para o Hyola 433, quando comparada à segunda época.

Resultados semelhantes foram encontrados por Ito et al. (2014), os quais encontraram poucas diferenças nesta variável, trabalhando com alguns híbridos em diferentes épocas de semeadura em Dourados-MS. Isso sugere que, neste ano agrícola, as condições ambientais não interferiram no desenvolvimento normal das plantas.

Segundo o Quadro 11, os híbridos Hyola 76 e 433 apresentaram os maiores valores para altura das plantas, dentro da primeira época de semeadura no ano agrícola de 2014. Na segunda época, o Hyola 76 permaneceu com a maior altura, ao passo que o Hyola 61 obteve o menor tamanho. Na última época, o Hyola 76 permaneceu com o maior tamanho, diferindo estatisticamente de Hyola 61 e 411.

As épocas de semeadura não afetaram o tamanho de plantas dos híbridos Hyola 76 e 411. A primeira época destacou-se, em relação à segunda época de semeadura, apresentando maior altura das plantas nos híbridos Hyola 61 e 433 do que nas épocas seguintes.

Quadro 11 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente à altura de plantas (cm) no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	116 a B	138 a A	117 a B	132 a A
25/04/2014	104 b C	141 a A	115 a B	105 b B
10/05/2014	102 b C	116 a A	103 a C	111 b AB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Épocas de semeadura, abrangendo temperaturas mais altas no período vegetativo e mais amenas próxima do reprodutivo, levam a uma absorção mais agregadora de radiação solar e de unidades térmicas por planta, o que acarreta em aumentos na altura e no número de ramos e folhas, tendo, por consequência, aumento de rendimento biológico (Sharafizadeh et al., 2012).

No ano agrícola de 2014, verificou-se acamamento em plantas do híbrido Hyola 76. Portanto, deve-se atentar para plantas muito altas, pois podem atrapalhar a colheita direta.

As épocas de semeadura mais tardias influenciaram negativamente a altura de plantas e o desempenho biológico, tanto com espécies invernais (Turhan et al., 2011), quanto primaveris (Mahmud-Abadi et al., 2008; Sharghi et al., 2011), confirmando a importância deste fator no desenvolvimento fenotípico das plantas.

4.1.6. Número de siliquas por planta

Constatou-se para o número de siliquas por planta interação significativa entre as épocas de semeadura e os híbridos. Assim, procederam-se os desdobramentos necessários, visando a compreender o comportamento destes fatores sobre a variável em questão (Quadros 12 e 13).

No ano agrícola de 2013 (Quadro 12), o número de siliquas por planta confirmou decréscimo entre as épocas de semeadura dentro de cada híbrido, com destaque para a semeadura no dia 10 de abril. Dentro de cada híbrido, diferenças significativas entre os híbridos foram detectadas na primeira e na segunda época de semeadura, com destaque para Hyola 411.

O ano de 2014 (Quadro 13) evidenciou decréscimos significativos na estatura para os híbridos Hyola 76, 411 e 433 com a semeadura tardia. A exceção, o Hyola 61 não demonstrou diferenças significativas ($P>0,05$), confirmando a influência das épocas de semeadura em cada cultivar.

Quadro 12 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente ao número de siliquis por planta, no ano agrícola de 2013, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2013	184 a A	146 a B	182 a A	180 a A
25/04/2013	115 b B	147 a AB	171 a A	129 b B
10/05/2013	94 b A	104 b A	101 b A	97 b A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Analisando o desempenho dos híbridos em cada época de semeadura, constata-se inferioridade do Hyola 61 na primeira época. Na segunda, Hyola 411 apresentou maior quantidade de siliquis do que o Hyola 76, ao passo que na terceira época não foram constatadas diferenças significativas entre os híbridos.

Quadro 13 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente ao número de siliquis por planta, no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	172 a B	195 a A	209 a A	211 a A
25/04/2014	170 a AB	157 b B	192 a A	174 b AB
10/05/2014	151 a A	149 b A	154 b A	145 c A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

O número de siliquis por planta é uma característica de herança quantitativa e, deste modo, é governado por grande número de genes de pequeno efeito cumulativo para a expressão do caráter e fortemente responsivo a mudanças no ambiente (Krüger et al., 2011).

Também é um importante componente de produção, pois determina a produção de sementes de canola (Gan et al., 2004), sendo diretamente influenciado pelos fatores que afetam o crescimento e a ramificação da planta, bem como pelas

condições climáticas durante a floração e início da formação das siliquis (Shirani Rad et al., 2014; Morcelli, 2014).

As épocas de semeadura tardias apresentaram declínio no número de siliquis por planta e outros importantes componentes de produção, bem como no rendimento de sementes de canola (Ozer, 2003; Asgari e Moradi-Dalyny, 2008; Shirani Rad et al., 2014).

4.1.7. Número de sementes por siliqua

O número de sementes por siliqua no ano agrícola de 2013 apresentou efeito dos híbridos a 5% de probabilidade pelo teste F. Assim, foram realizadas as comparações entre os híbridos independentemente das épocas de semeadura adotadas (Quadro 14). O efeito apenas dos híbridos independente das épocas de semeadura foi encontrado por outros autores: Fanaei et al., 2009; Ziaei e Golparvar, 2013.

Quadro 14 - Médias do efeito principal híbridos, referente ao número de sementes por siliqua. Maringá-PR, 2013

Híbridos	Número de sementes por siliquis
Hyola 61	17,93 b
Hyola 76	20,13 a
Hyola 411	18,80 ab
Hyola 433	18,60 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Hyola 76 demonstrou maior quantidade de sementes por siliquis, na média do ensaio, ao longo de todas as épocas de semeadura. Diferiu, sendo estatisticamente superior aos híbridos Hyola 61 e 433, não diferindo de Hyola 411, apesar de possuir maior média em valores absolutos. O fato de ser um híbrido de ciclo longo, com maior duração de período reprodutivo e apresentar menor número de siliquis por planta que os demais híbridos, possivelmente o leve a um maior período exposto a polinizações, isso somado pelo comprimento das siliquis, resultando em um maior número de sementes por siliquis.

Constatada a interação entre as épocas e os híbridos, no ano de 2014, procedeu-se ao desdobramento e às comparações entre os fatores, listados no

Quadro 15. A segunda época de semeadura não apresentou diferenças significativas entre os híbridos.

Dentro da primeira época, Hyola 61 apresentou o menor número de sementes, em comparação com os demais híbridos, sendo que estes últimos não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Na terceira época, houve superioridade de Hyola 76, em comparação com os demais que não apresentaram diferenças entre eles.

Os híbridos Hyola 61 e 433 não apresentaram diferenças significativas para o número de sementes por siliqua na comparação entre as épocas de semeadura. Para o Hyola 411, a primeira época foi mais favorável, proporcionando maior número de sementes por siliqua.

O Hyola 76 apresentou oscilação, com diminuição do número na segunda época e aumento na terceira época. Provavelmente, isso se deva ao fato de variações experimentais que interferiram no levantamento dos dados, pois o mesmo não ocorreu com os demais híbridos.

Quadro 15 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente ao número de sementes por siliqua no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	18,80 a B	20,52 a A	21,84 a A	21,04 a A
25/04/2014	19,56 a A	18,88 b A	19,04 b A	19,84 a A
10/05/2014	18,72 a B	21,48 a A	19,96 b B	19,52 a B

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

O número de sementes por siliqua é também um importante componente do rendimento de sementes, juntamente com a densidade de plantas, o número de síliquas por planta e a massa de sementes (Coimbra et al., 2004; Krüger et al., 2011; Canola Council of Canada, 2014). Assim, os efeitos das épocas, diminuindo o número deste componente, pode afetar a produtividade de sementes.

O efeito das épocas de semeadura nesse componente é confirmado por diversos trabalhos com a cultura. Dehghanzadeh e Azarpanah (2013) revelaram que as mudanças no número de sementes por siliqua afetada pela data de semeadura foram consistentes, com alterações no número de síliquas por planta. Diminuições

nos componentes de rendimento por sementeiras tardias foram encontradas por alguns pesquisadores (Ozer et al., 1999; Ozer, 2003; Chambó et al., 2014).

4.1.8. Teor de proteína

As comparações observadas entre os híbridos e épocas de sementeira (Quadro 16) indicam que houve interação significativa pelo teste F ($P < 0,05$) no ano agrícola de 2013. O percentual de proteína apresentado pelos híbridos dentro de cada época de sementeira esteve de acordo com o encontrado por outros autores no estado do Paraná (Lucas et al., 2013; Kaefer et al., 2014) e no Brasil, que é de 24 a 27% (Tomm, 2005).

Dentro da primeira época, não foram encontradas diferenças entre os híbridos, que apresentaram um teor médio de 25,52%. Na segunda, o híbrido Hyola 61 apresentou menor conteúdo em comparação aos híbridos Hyola 76 e 433. Este último apresentou menor conteúdo para a terceira época, apresentando desempenho inferior aos demais.

Quadro 16 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente às porcentagens de proteína no ano agrícola de 2013, em Maringá-PR

Épocas de sementeira	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2013	25,55 a A	25,24 a A	25,00 a A	26,32 a A
25/04/2013	24,23 a B	27,15 a A	25,38 a AB	27,74 a A
10/05/2013	26,81 a A	26,44 a A	25,79 a A	22,13 b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Analisando as épocas de sementeira dentro de cada híbrido, o Hyola 433 apresentou diferenças significativas, com destaque para as duas primeiras épocas, cujos valores foram até 4% maiores no teor de proteína. Assim, as épocas de sementeira pouco influenciaram no teor de proteína bruta dos demais híbridos.

Alguns autores afirmaram haver correlação negativa entre os teores de óleo e proteína, reagindo de forma oposta à temperatura: temperaturas mais altas durante a maturação reduzem o conteúdo de óleo e aumentam o de proteína (Pritchard et al., 2000; Rathke et al., 2006; Daun, 2006). ○ período de seca e as

temperaturas altas ocorridas nos dois primeiros decêndios de agosto de 2013 podem ter interferido no teor de proteína.

Para o ano de 2014, constatou-se efeito das épocas de semeadura, independentemente dos híbridos utilizados (Quadro 17). A terceira época influenciou negativamente, acarretando em menor conteúdo de proteína na canola.

Segundo o Canola Council of Canada (2014), baixas temperaturas prejudicam a produção de proteínas por meio da redução de processos metabólicos. Canvin (1965), citado por Dickson (2014), também relaciona baixas temperaturas ao decréscimo de proteínas. Assim, no decorrer da terceira época, durante o enchimento de sementes, as médias das temperaturas mantiveram-se baixas, o que pode prejudicar o conteúdo de proteína.

Quadro 17 - Médias do efeito principal épocas de semeadura, referente ao teor de proteína nas sementes de canola, para o ano de 2014

Épocas de semeadura	Proteína (%)
10/04/2014	28,98 a
25/04/2014	28,22 a
10/05/2014	25,80 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

4.1.9. Massa de mil sementes

No ano agrícola de 2013, observamos efeitos das épocas de semeadura na massa de mil sementes de canola (Quadro 18). A semeadura, no dia 10 de abril, criou condições ambientais favoráveis a uma maior massa de mil sementes. Com o atraso na semeadura, obteve-se menor massa de mil sementes.

Quadro 18 - Médias do efeito principal épocas de semeadura, referente à massa de mil sementes de canola, para o ano de 2013

Épocas de semeadura	MMS (g)
10/04/2013	3,12 a
25/04/2013	2,75 b
10/05/2013	2,16 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

A massa de mil sementes apresentou-se em menores quantidades na semeadura em maio, o que pode interferir na produtividade de sementes dos híbridos de canola, principalmente pela semeadura tardia ter levado a uma diminuição nos períodos fenológicos da planta, conforme observamos nas variáveis anteriores.

Outros trabalhos confirmam a interferência direta deste componente no rendimento de sementes (Coimbra et al., 2005; Krueger et al., 2011). No Paraná, Estevez (2012) e Chambó et al. (2014) identificaram diminuição da massa de mil sementes conforme o atraso na semeadura. Entretanto, Bazo (2013) verificou aumentos nesta variável para a região de Maringá-PR.

Para o ano de 2014, encontrou-se efeito dos híbridos, independentemente da época de semeadura adotada (Quadro 19). Entre os híbridos precoces, observamos maior massa de mil sementes para o híbrido Hyola 411 e menor massa para Hyola 433. Estes resultados se demonstraram superiores aos encontrados por Bazo (2013) e discordam da superioridade de Hyola 61 observada pelo autor.

Quadro 19 - Médias do efeito principal híbridos, referente à massa de mil sementes de canola. Maringá-PR, 2014

Híbridos	MMS (g)
Hyola 61	2,72 ab
Hyola 76	2,75 ab
Hyola 411	2,81 a
Hyola 433	2,66 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Os resultados descritos acima diferiram dos observados por Estevez (2012), o qual verificou maiores massas de mil sementes para os híbridos Hyola 61 e 433 na região Oeste do Paraná, sugerindo a influência da temperatura na expressão fenotípica dos híbridos, em virtude de ser uma região com temperaturas mais amenas do que o Noroeste do estado.

4.1.10. Rendimento de sementes

As épocas não influenciaram o rendimento de sementes no ano agrícola de 2013, constando-se apenas diferenças significativas entre os híbridos (Quadro 20).

O híbrido precoce Hyola 411 demonstrou maiores rendimentos em comparação ao Hyola 76 e 61.

Quadro 20 - Médias do efeito principal híbridos, referente ao rendimento de sementes de canola. Maringá-PR, 2013

Híbridos	Rendimento de sementes (kg ha ⁻¹)
Hyola 61	1.006,07 b
Hyola 76	983,79 b
Hyola 411	1.102,62 a
Hyola 433	1.049,92 ab

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Os híbridos de ciclo precoce obtiveram melhor desempenho neste ano, principalmente por não passar pelas condições de déficit hídrico que ocorreu no início do mês de agosto. Nesta fase, os híbridos de ciclo mais longo estavam na fase reprodutiva e de desenvolvimento das sementes, o que pode ter prejudicado seu rendimento.

Em 2014, constatou-se interação entre os híbridos e as épocas de semeadura (Quadro 21). Dentro da primeira época de semeadura, Hyola 433 destacou-se com o maior rendimento de sementes. Hyola 411 sobressaiu-se em relação aos demais híbridos na segunda época e, na última época, não houve diferenças significativas entre os híbridos.

Quadro 21 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente ao rendimento de sementes (kg ha⁻¹) no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	1.121,44 a B	1.039,03 a B	1.140,02 a B	1.478,31 a A
25/04/2014	1.020,78 a B	1.033,92 a B	1.230,42 a A	1.047,01 b B
10/05/2014	1.132,02 a A	1.031,59 a A	1.165,64 a A	1.076,80 b A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

As épocas de semeadura não diferiram significativamente nos híbridos Hyola 61, 76 e 411, ao passo que causaram diferenças no rendimento de sementes de Hyola 433. As semeaduras tardias levaram à diminuição desta variável para o referido híbrido.

Assim, infere-se que Hyola 433 apresentou o melhor comportamento do experimento neste ano, apresentando melhor desempenho do que os demais híbridos quando semeado no início do mês de abril.

Chambó et al. (2014) demonstram em seus trabalhos que os híbridos de canola respondem diferentemente em relação à época de semeadura, destacando a atuação dos híbridos de ciclo curto, inclusive quando a semeadura ocorre em condições ambientais menos propícias.

O melhor desempenho no rendimento de sementes ter ocorrido em 2014 pode estar relacionado à maior precipitação pluvial (total no ciclo, 636,2 mm), ocorrendo de forma melhor distribuída entre os períodos fenológicos, principalmente durante o desenvolvimento das sementes.

Por outro lado, em 2013, a precipitação pluvial durante o ciclo da cultura foi de 596,8 mm e o maior volume acumulado ocorreu durante os meses de maio e junho, abrangendo os períodos vegetativos e início de florescimento.

4.1.11. Rendimento de óleo

No ano de 2013, a análise de variância para o rendimento de óleo acusou diferenças estatísticas em nível de 5% de probabilidade pelo teste F entre os híbridos, independentemente da época de semeadura utilizada. Estes resultados encontram-se no Quadro 22.

Os híbridos precoces Hyola 411 e 433 apresentaram os maiores rendimentos de óleo, em comparação ao Hyola 76, de ciclo longo, mas não diferiram significativamente entre si. O híbrido de ciclo médio, Hyola 61, não diferiu significativamente dos demais.

Quadro 22 - Médias do efeito principal híbridos, referente ao rendimento de óleo. Maringá-PR, 2013

Híbridos	Rendimento de óleo (kg ha ⁻¹)
Hyola 61	409,53 ab
Hyola 76	375,84 b
Hyola 411	436,25 a
Hyola 433	414,73 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

No ano de 2014, constatou-se interação significativa entre épocas de semeadura e híbridos, com os resultados expressos no Quadro 23. As épocas influenciaram o rendimento de óleo apenas para o híbrido Hyola 433, que apresentou maiores resultados, quando semeado no dia 10 de abril, inclusive apresentando a maior média encontrada para o experimento.

Quadro 23 - Desdobramento da interação épocas x híbridos, referente ao rendimento de óleo (kg ha⁻¹) no ano agrícola de 2014, em Maringá-PR

Épocas de semeadura	Híbridos			
	Hyola 61	Hyola 76	Hyola 411	Hyola 433
10/04/2014	434,31 a B	409,66 a B	464,40 a B	594,38 a A
25/04/2014	354,57 a C	389,27 a BC	471,76 a A	428,49 b AB
10/05/2014	420,08 a A	388,88 a A	474,37 a A	427,66 b A

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste t (LSD) de Fisher.

Na primeira época de semeadura, Hyola 433 superou os demais híbridos, apresentando o maior rendimento de óleo. Já na segunda época, o Hyola 411 superou os híbridos Hyola 61 e 76. Porém, na última época, os híbridos não diferiram significativamente entre elas.

Variável relacionada à produtividade e ao teor de óleo produzido pelas sementes, o rendimento de óleo tem o rendimento de sementes como peça-chave para justificar as diferenças, (Bazo, 2013). Portanto, os fatores climáticos e componentes de rendimento de sementes interferem indiretamente sobre o rendimento de óleo.

Para outros autores, o teor de óleo de cada genótipo pode exercer importante influência. Motalebipour et al. (2000) encontraram, depois de uma experiência com 12 linhas de canola, com duração de dois anos de cultivo, diferença significativa entre os híbridos estudados em termos de porcentagem de óleo. Kazerani e Ahmadi (2004) e Fanaei et al. (2009) também verificaram que o efeito de híbridos em porcentagem de óleo foi significativa.

Tomm et al. (2009) observaram, durante o período de enchimento de sementes, redução de 1,5% nos teores de óleo para cada grau centígrado de incremento na temperatura. Para Gunasekera et al. (2006), a temperatura é o fator ambiental mais importante entre os que regulam a concentração de óleo nos sementes de canola.

Alguns autores relataram que a semeadura tardia de canola levou à diminuição da produção de sementes e à redução do crescimento biológico (Mandal et al., 1994; Miralles et al., 2001). Si e Walton (2004) descreveram que cada duas semanas de atraso na semeadura, a canola resultou em decréscimo de óleo de, aproximadamente, 1,1% e de 309 kg ha⁻¹ na produtividade de sementes.

Scarbrick et al. (1981) concluiu que a semeadura tardia não só diminuiu o rendimento de sementes e seus componentes, mas também o teor de óleo do grão. MacKinnon e Fettell (2003) relataram diminuição no rendimento de óleo com o atraso na semeadura, concluindo que a maior produtividade de óleo em canola não é apenas influenciada pela época de semeadura, mas também pela cultivar. Muitos trabalhos constataam que o atraso na semeadura alterou o rendimento de óleo (Starner et al., 1999; Sharghi et al., 2011; Miri e Bagheri, 2013; Shirani Rad et al., 2014).

Os resultados encontrados demonstram pouca influência das épocas de semeadura na variável em questão, nos dois anos. Estas flutuações foram encontradas por Bazo (2013) na região de Maringá-PR. O referido autor associa tais resultados diretamente às diferenças de temperatura e de precipitação, aliadas ao ciclo dos híbridos, que se apresentavam em diferentes estádios, conforme a época de semeadura e o genótipo.

Assim, estes resultados reforçam a hipótese do rendimento de sementes ter sido a principal causa do baixo rendimento de óleo encontrado, visto que as épocas de semeadura influenciaram os subperíodos fenológicos e os componentes de rendimento das híbridos testadas.

Destaca-se que, com a ocorrência da interação genótipos x ambientes, na maioria das variáveis, os resultados no rendimento de óleo demonstraram bastante plasticidade fenotípica da canola na região, apresentando médias semelhantes às descritas por Bazo (2013).

O intervalo estudado entre as épocas de semeadura foi relativamente curto, não abrangendo resultados médios de maiores amplitudes, como em outros estudos realizados com a canola no país (Tomm et al., 2010; Luz et al., 2012; Melgarejo et al., 2014; Hrchorovitch et al., 2014). Sugere-se realizar trabalhos testando-se mais épocas de semeadura, juntamente com avaliações meteorológicas, aliadas aos aspectos fitotécnicos, buscando obter resultados mais completos para o cultivo na região.

Os resultados aqui encontrados já ilustram a consolidação da cultura no sistema de produção, visto que estas épocas tornam-se adequadas e limítrofes para que a canola enquadre-se como cultura de inverno ou de safrinha em Maringá-PR.

4.2. Adaptabilidade e estabilidade

O Quadro 24 ilustra a análise conjunta de variância dos ambientes (épocas de semeadura). Para a variável rendimento de sementes, o teste de Bartlett acusou heterogeneidade dos quadrados médios residuais (Ramalho et al., 2000). Adotou-se o procedimento preconizado por Cochran (1954) para o ajuste dos graus de liberdade residuais e da interação genótipos x ambientes.

Os coeficientes de variação aparentaram concordância com outros trabalhos (Marchiori Jr et al., 2002, Panozzo, 2012; Bazo, 2013; Kaefer et al., 2014), indicando que as variáveis resposta sofreram menor influência entre as variações dos tratamentos nos blocos (boa precisão experimental).

Quadro 24 - Análise conjunta de 4 híbridos de canola avaliados em seis diferentes ambientes para as variáveis resposta rendimento de sementes (RS) e teor de óleo nas sementes (ÓLEO)

Fontes de Variação	RS		ÓLEO	
	GL	QM	GL	QM
Blocos/Ambientes	24	20.494,86	24	10,88
Genótipos (G)	3	117.012,19*	3	22,07*
Ambientes (A)	5	119.695,59*	5	15,26 ^{ns}
G x A	12 ^{1/}	52.256,71*	15	29,79*
Resíduo	57 ^{1/}	15.483,70	72	5,50
C.V. (%)		13,51		5,97
Média geral		1.081,01		39,26

^{1/} Graus de liberdade ajustados conforme Cochran (1954).

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

^{ns} Não Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise conjunta acusou significância ($P < 0,05$) de genótipos e da interação genótipos x ambientes (G x A) para as características rendimento de sementes e teor de óleo. Considerando a fonte de variação genótipos constatou-se indícios da existência de variabilidade genética entre os genótipos analisados.

Em relação à fonte de variação ambiente, as épocas de semeadura não apresentaram diferenças para o teor de óleo nas sementes de canola ($P > 0,05$), porém apresentaram para o rendimento de sementes ($P < 0,05$). Isso pode ser

explicado por fatores diversos, como pequenas diferenças nos tratos culturais e diferenças entre os componentes climáticos entre os anos agrícolas de 2013 e 2014 (Figuras 2 e 3). Em outros trabalhos, a variação ambiental foi o maior componente da variação total para o rendimento de sementes, a exemplos de genótipos invernais (Marjanović-Jeromela et al., 2014) e primaveris (Tobe et al., 2013).

A interação G x A demonstra que houve efeito diferencial dos ambientes na resposta dos híbridos para essas características. Assim, buscando identificar indivíduos menos afetados pela variação ambiental (estáveis e mais produtivos), justificou-se o emprego das metodologias de adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

4.2.1. Método de Wricke

Os resultados do método de Wricke (1962) para as variáveis rendimento de sementes e teor de óleo encontram-se no Quadro 25. Os híbridos Hyola 61 e 76 apresentaram menor ecovalência, demonstrando maior estabilidade de rendimento de sementes nos ambientes estudados. Hyola 411 e 433 apresentaram os piores índices, sendo classificados como menos estáveis ao longo das épocas de semeadura.

Hyola 411 demonstrou melhor estabilidade para o teor de óleo, em virtude da menor contribuição sobre a ecovalência total. Hyola 76 contribuiu mais para a interação GxA, conferindo-lhe pouca estabilidade frente às épocas de semeadura estudadas.

Quadro 25 - Ecovalência (ω_i) dos híbridos de canola para o rendimento de sementes (RS) e teor de óleo nas sementes (ÓLEO), segundo o método de Wricke (1962)

Híbridos	RS			ÓLEO		
	Médias (kg ha ⁻¹)	Ecovalência (ω_i)	ω_i (%)	Médias (%)	Ecovalência (ω_i)	ω_i (%)
Hyola 61	1.048,74	52.881,19	8,43	38,84	89,80	20,10
Hyola 76	1.009,32	70.386,30	11,22	38,26	172,66	38,64
Hyola 411	1.140,66	142.697,87	22,76	39,97	36,51	8,17
Hyola 433	1.125,31	361.115,16	57,59	39,99	147,90	33,10
Total	-	627.080,51	100,00	-	446,88	100,00
Média Geral	1.081,01	-	-	39,26	-	-

É possível, por meio da Ecovalência, estimar a estabilidade no sentido agrônômico, no qual a cultivar é estável se sua resposta ao ambiente for paralela ao desempenho médio nos diferentes ambientes (Lin et al., 1986). Assim, torna-se interessante que o caráter rendimento de sementes e teor de óleo apresente comportamento acima da média dos ambientes.

Tomm et al. (2009) relataram que Hyola 61 foi a cultivar com maior estabilidade produtiva em diversas localidades, sugerindo alta adaptabilidade. Segundo a metodologia, o híbrido foi o mais estável para o rendimento de sementes e o segundo mais estável para o teor de óleo, estando em conformidade com os resultados encontrados pelo autor.

4.2.2. Método de Annicchiarico

Nesta metodologia, o índice (ω_i) é gerado a partir dos valores médios de produtividade dos genótipos em relação à média dos ambientes. Ele expressa a estabilidade e, também, a adaptabilidade genotípica, sendo os maiores valores encontrados obtidos pelos genótipos que apresentarem maior média percentual (μ_i) e menor desvio (σ_{zi}), que estão relacionados aos maiores índices de recomendação (ω_i) (Cruz e Carneiro, 2003).

O comportamento dos híbridos nas épocas de semeadura, segundo as medidas de Annicchiarico (1992), encontram-se no Quadro 26. Para o rendimento de sementes e o teor de óleo, os híbridos Hyola 411 e 433 demonstraram os melhores índices de recomendação de adaptabilidade e de estabilidade geral, bem como valores acima da média geral nos ambientes.

Os híbridos tiveram bom desempenho nos ambientes estudados, pelo fato de terem apresentado índices de confiança aceitáveis, próximos de 100%, demonstrando, na pior das hipóteses, valores 10% a menos que a média geral.

Hyola 411 terá um rendimento de sementes, em média, 1,06% maior que a média dos ambientes na condição mais adversa, com 75% de confiança. Assim, estes híbridos precoces apresentam menor probabilidade de insucesso na escolha pelo agricultor (Elias et al., 2005).

Bazo (2013) relatou que os híbridos precoces Hyola 411 e 433 apresentaram maior rendimento de sementes e óleo na semeadura mais tardia, concordando com os resultados aqui apresentados de melhor adaptabilidade ligada aos híbridos

precoces. Semelhantemente, no Oeste do Paraná, Estevez (2012) encontrou a mesma superioridade de tais híbridos em diferentes épocas de semeadura.

Quadro 26 - Medidas de adaptabilidade e estabilidade geral dos híbridos de canola para o rendimento de sementes e o teor de óleo, segundo o método de Annicchiarico (1992)

Rendimento de sementes				
Híbridos	Médias (kg ha ⁻¹)	$\hat{\mu}_i$ (%)	$\hat{\sigma}_{zi}$ (%)	$\omega_i^{1/}$ (%)
Hyola 61	1.048,74	97,05	4,23	94,20
Hyola 76	1.009,32	93,61	4,37	90,66
Hyola 411	1.140,66	105,63	6,77	101,06
Hyola 433	1.125,31	103,71	10,12	96,88
Média Geral	1.081,01	-	-	-
Teor de óleo				
Híbridos	Médias (%)	$\hat{\mu}_i$ (%)	$\hat{\sigma}_{zi}$ (%)	$\omega_i^{1/}$ (%)
Hyola 61	38,84	98,85	4,89	95,55
Hyola 76	38,26	97,50	6,55	93,09
Hyola 411	39,97	101,77	3,10	99,67
Hyola 433	39,99	101,88	6,16	97,72
Média Geral	39,26	-	-	-

^{1/} $\alpha=0,25\%$ de probabilidade.

4.2.3. Método de Lin e Binns

Por meio do método de Lin e Binns (1988), foi obtido o parâmetro P_i para os ambientes em geral, bem como sua decomposição nas partes genética (P_{ig}) e interação (P_{iga}), descritos no Quadro 27. Os resultados indicam que, quanto menor for o valor do parâmetro P_i , maior a capacidade do genótipo produzir variação mínima fenotípica em diferentes ambientes.

O híbrido Hyola 433 demonstrou ampla adaptabilidade e estabilidade, apresentando considerável efeito genético na expressão do rendimento de sementes, além de obter média superior à média geral. Hyola 411 também se destacou, apresentando o maior rendimento, mas seu comportamento foi fracamente explicado por fatores genéticos.

Hyola 411 apresentou menor valor de P_i , configurando-se como o mais estável para o teor de óleo e ampla adaptabilidade, com teor de óleo acima da média geral. Hyola 433 obteve bons resultados, porém sofreu maior contribuição da interação genótipos x ambientes, o que configura baixa adaptabilidade aos ambientes.

Quadro 27 - Medidas de adaptabilidade e estabilidade geral dos híbridos de canola para o rendimento de sementes e o teor de óleo, segundo o método de Lin e Binns (1988)

Rendimento de sementes					
Híbridos	Médias (kg ha ⁻¹)	P _i	Desvio		% (Genética)
			Genético (P _{ig})	Interação (P _{iga})	
Hyola 61	1.048,74	18.360,41	11.322,07	7.038,35	61,67
Hyola 76	1.009,32	26.462,13	18.032,46	8.429,67	68,14
Hyola 411	1.140,66	9.551,46	1.715,16	7.836,30	17,96
Hyola 433	1.125,31	4.508,51	2.731,52	1.776,99	60,59
Média Geral	1.081,01	-	-	-	-
Teor de óleo					
Híbridos	Médias (%)	P _i	Desvio		% (Genética)
			Genético (P _{ig})	Interação (P _{iga})	
Hyola 61	38,84	4,88	2,72	2,16	55,69
Hyola 76	38,26	9,08	4,21	4,87	46,39
Hyola 411	39,97	1,41	0,72	0,69	51,05
Hyola 433	39,99	2,09	0,69	1,40	33,04
Média Geral	39,26	-	-	-	-

Assim como na metodologia de Annicchiarico (1992), destaca-se a posição dos híbridos precoces Hyola 411 e 433 como os mais estáveis e com ampla adaptação aos ambientes estudados, configurando-se como boas opções para o cultivo na região. O Hyola 76 apresentou a menor adaptabilidade e estabilidade de rendimento de sementes e teor de óleo, frente às épocas de semeadura. Estes resultados discordaram da metodologia de Wricke (1962) para o rendimento de sementes, concordando, contudo, em relação ao teor de óleo.

Cargnelutti Filho et al. (2009), estudando métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho, concluíram que os três métodos podem ser utilizado em concordância. Silva e Duarte (2006) afirmam que as metodologias de Annicchirico (1992) e de Lin e Binns (1988) não devem ser utilizadas em conjunto para análise em soja.

Outros pesquisadores, contudo, indicaram o uso concomitante destas metodologias em algodão (Silva Filho et al., 2008) e feijão (Pereira et al., 2009), o que também foi observado neste trabalho.

As diferenças existentes para os resultados entre os diferentes métodos são e ocorrem na maioria dos trabalhos. Alguns autores comentam que garante mais confiança para a indicação se os mesmos resultados forem encontrados em

diferentes métodos, do que apenas em um (Oliveira 2003; Marchiori, 2008). Portanto, é aconselhável a utilização de metodologias de diferentes classificações estatísticas, como feito neste trabalho, com metodologias paramétricas e não paramétricas.

5. CONCLUSÕES

As épocas de semeadura exerceram influência sobre as características agronômicas na cultura da canola nos anos agrícolas de 2013 e 2014, mas não influenciaram o rendimento de sementes e óleo em 2013. Apenas Hyola 433 apresentou diferenças significativas para as épocas testadas no ano de 2014.

Os híbridos precoces Hyola 411 e 433 apresentaram bom comportamento nas épocas de semeadura testadas, destacando-se sobre os híbridos Hyola 61 e 76. As épocas de semeadura foram adequadas ao cultivo na região, sendo indicados sem restrição de época, os híbridos Hyola 411 e 433.

Na metodologia proposta por Wricke (1962), o genótipo com maior destaque para estabilidade fenotípica de rendimento de sementes e teor de óleo foi o Hyola 61. Porém, seu desempenho foi abaixo da média dos ambientes.

Na metodologia proposta por Lin e Binns (1988) e Annicchiarico (1992), os híbridos com maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica geral foram Hyola 411 e 433. Esses híbridos apresentaram as maiores médias para o rendimento de sementes e teor de óleo, com comportamento previsível e responsivo às variações das épocas de semeadura testadas para a região de Maringá-PR.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO - ANP. **Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: < <http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 18, setembro, 2014

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, 5:503-508, 1964.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, 46:269-278,1992.

ASGARI, A.S.; MORADI-DALYNY, A. Evaluation of yield, yield components and vegetative characteristics on different planting date of canola in Haji Abad Hormozgan. **Plant and Seed**, 23:430-419, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.). **Official methods of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington, D.C.: AOAC, 1990. p. 209-230.

AYOTTE, R.; HARNEY, P.M.; MACHADO, V.S. Transfer of triazine resistance from *Brassica napus* to *B. oleracea*. **Cruciferae Newsletter**, 11:95–96, 1986.

AYOTTE, R.; HARNEY, P.M.; MACHADO, V.S. Transfer of triazine resistance from *Brassica napus* to *B. oleracea*. I. Production of F1 hybrids through embryo rescue. **Euphytica**, 36:615–624, 1987.

BANSAL, U.K.; SEQUIN SWARTZ, G.; RAKOW, G.F.W.; PETRIE, G.A. Reaction of *Brassica* species to infestation by *Alternaria brassicae*. **Canadian Journal of Plant Science**, 70:1159–1162, 1990.

BARNI, N.A. Colza: um exemplo de trabalho integrado. **Lavoura Pecuária**, 14:3-5, 1980.

BATEMAN, A.J. Self incompatibility system in angiosperms III. **Cruciferae Heredity**, 9: 53–68, 1955.

BAZO, G.L. **Rendimento de sementes, óleo e qualidade de sementes de híbridos de canola em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2013. 53p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia).

BECKER, H.C.; KARLE, R.; HAN, S.S. Environmental variation for outcrossing rates in rapeseed (*Brassica napus*). **Theoretical and Applied Genetics**, 84:303-306, 1992.

BHAJAN R.; CHAUHAN, Y.S.; KUMAR, K. Natural cross-pollination in Indian mustard. **Cruciferae Newsletter**, 15:24–25, 1991.

BONOMO, P. **Metodologias biométricas para seleção de progênies no melhoramento genético do cafeeiro.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 124p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento).

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas.** Viçosa: UFV, 2009. 529p.

BRANDT, S.A.; MALHI, S.S.; ULRICH, D.; LAFOND, G.P.; KUTCHER, H.R.; JOHNSTON, A. M. Seeding rate, fertilizer level and disease management effects on hybrid versus open pollinated canola (*Brassica napus* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, 87:255–266, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento . Portaria nº 328, 6 de dezembro de 2012 - **Zoneamento Agroclimático para a cultura da canola no estado do PR safra 2012-2013.** Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/-/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=363074359>. Acesso em: 29, novembro, 2013.

CAMPBELL, D.C.; KONDRÁ, Z.P. Relationships among growth patterns, yield, yield components of rapeseed. **Canadian Journal of Plant Science**, 58: 87-93, 1978.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola Grower's Manual.** Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/publication-resources/print-resources/crop-production->

resources/archived-crop-production-publications/canola-growers-manual/. Acesso em: 19, novembro, 2014.

CANVIN, D.T. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. **Canadian Journal of Botany**, 43:63-69, 1965.

CARGNELLUTI FILHO, A.; PERECIN, D.; MELHEIROS, E.B.; GUADAGNIN, J.P. Comparação de métodos de adaptabilidade e estabilidade relacionados à produtividade de sementes de híbridos de milho. **Bragantia**, 6:571-578, 2007.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBOLDI, J.; GUADAGNIN, J.P. Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, 2:340-347, 2009.

CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 168p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento).

CARRARO, I.M.; BALBINO, L.C. **Avaliação de híbridos de canola - 1993**. Cascavel: OCEPAR, 1994. 25p. (OCEPAR. Informe Técnico, 001).

CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CHAMBÓ, E.D.; OLIVEIRA, N.T.E.; GARCIA, R.C.; DUARTE-JÚNIOR, J.B.; RUVOLO-TAKASUSUKI, M.C.C.; TOLEDO, V.A. Pollination of Rapeseed (*Brassica napus*) by Africanized Honeybees (Hymenoptera: Apidae) on Two Sowing Dates. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 4:2087-2100, 2014.

CHAUBEY, C.N. Mass selection in toria. **Indian Journal of Genetics**, 39:194-201, 1979.

CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L.L.; VALOIS, A. C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (eds.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 673-713.

CHEN, Z.Z.; SNYDER, S.; FAN, Z.G.; AND LOH, W.H. Efficient production of doubled haploid plants through chromosome doubling of isolated microspores in *Brassica napus*. **Plant Breeding**, 113:217-221, 1994.

COCHRAN, W.G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, 1:101-129, 1954.

COIMBRA, J.L.M.; BENIN, G.; VIEIRA, E.A.; OLIVEIRA, A.C.; CARVALHO, F.I.F.; GUIDOLIN, A. F.; SOARES, A. P. Conseqüências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. **Ciência Rural**, 35:347-352, 2005.

COIMBRA, J.L.M.; GUIDOLIN, A.F.; ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; ENDER, M.; MEROTTO JÚNIOR, A. Análise de trilha dos componentes do rendimento de sementes em genótipos de canola. **Ciência Rural**, 34:1421-1428, 2004.

COLTON, B.; POTTER, T. History. In: SALISBURY, P.A.; POTTER, T.; MCDONALD, G.; GREEN, A.G. (eds.). **Canola in Australia: The first thirty years**. Committee of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. p. 1-4.

COLTON, R.T.; SYKES, J.D. **Canola**. Sydney: NSW Agriculture, 1992. 52p.

CONAB. **Conjuntura mensal, levantamento safra canola 2013**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_10_08_18_52_56_canolase_tembro2013. Acesso em: 27, novembro, 2013.

CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. **Advances in Agronomy**, 44:55-85, 1990.

CRUZ, C.D. **PROGRAMA GENES**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648p .

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: Biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, 3:271-276, 2013.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 585p.

CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, 38:422-430, 1991.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, 12:567-580, 1989.

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**, 9:933-943, 2010.

DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R.; TOMM, G.O.; PIRES, J.L.F.; SANTI, A.; PASINATO, A. **Zoneamento climático para a canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 76p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 9).

DALMAGO, G.A.; FOCHESSATTO, E.; KOVALESKI, S.; TAZZO, I.F.; BOLIS, L.M.; CUNHA, G.R.; NIED, A.H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI, A. Canola. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 133-149.

DALMAGO, G.A.; FOCHESSATTO, E.; KOVALESKI, S.; TAZZO, I.F.; BOLIS, L.M.; CUNHA, G.R.; NIED, A.H.; BERGAMASCHI, H.; SANTI, A. Filocrono e número de folhas da canola em diferentes condições ambientais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 6:573-581, 2013.

DAUN, J.K. **Quality of canola (*Brassica napus* L.) varieties in Western Canada: Evaluation of variability due to genetic, year and environmental conditions using data from Canadian Grain Commission Harvest Surveys and from Environmental Canada meteorological stations**. Disponível em: http://www.researchgate.net/publication/208349173_Quality_of_canola_%28Brassica_napus_L.%29_varieties_in_Western_Canada_Evaluation_of_variability_due_to_ge

netic_year_and_environmental_conditions_using_data_from_Canadian_Grain_Commission_Harvest_Surveys_and_from_Environment_Canada_meteorological_stations AgriAnalytical Consulting, Winnipeg, Canadá, 2006.

DE MORI, C.; TOMM, G.O.; FERREIRA, P.E.P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 36p.

DEHGHANZADEH, H.; AZARPANAH, A. Evaluation some agronomical traits of canola cultivars (*Brassica napus* L.) response to spring planting date. **International Journal of Agronomy and Plant Production**, 11:2866-2871, 2013.

DI MAURO, A.O.; CURCIOLI, V.B.; NÓBREGA, J.C.M.; BANZATO, D.A.; SEDIYAMA, T. Correlação entre medidas paramétricas e não paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 4: 687-696, 2000.

DICKSON, T.J. **Growing season weather impacts on canola phenological development and quality**. Winnipeg: University of Manitoba, 2014. 235p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo).

DIEPENBROCK, W. Yield analysis of winter oilseed (*Brassica napus* L.). **Field Crops Research**, 67:35-49, 2000.

DURÃES, F.O.M. Biocombustíveis: reais questões para a equação Brasil de desenvolvimento sustentável. **Revista de Política Agrícola**, 1:129-134, 2008.

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, 6:36-40, 1966.

ELIAS, H.T.; SILMAR, H.; SCAPIM, C. A.; RODOVALHO, M.A.; ROYER, M.R.; MORA, F.; BARRETO, R.R. Análise da estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, 27:623-628, 2005.

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

ESTEVEZ, R.L. **Características agronômicas e produção de óleo de dois híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura**. Marechal Cândido

Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2012. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

FANAEI, H.R.; SOLOUKI, M.; NAROUINEJAD, M.R. Effect of planting date and seed amount on yield and yield components of two canola cultivars under Sistan province conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences**, 10:15-30, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 6:1039-1042, 2011.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding program. **Australian Journal of Agricultural Research**, 5:742-754, 1963.

FRIEDT, W.; SNOWDON, R. Oiseed rape. In: VOLMANN, J.; RAJCAN, I. (eds.). **Oil crops**. New York: Springer, 2010. p. 91-126.

GAN, Y.; ANGADI, S.V.; CUTFORTH, H.; POTTS, D.; ANGADI, V.V.; MCDONALD, C.L. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. **Canadian Journal of Plant Science**, 84:697-704, 2004.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. (ed.). **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 85-122.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1990. 467p.

GOMEZ, N.V.; MIRALLES, D.J. Factors that modify early and late reproductive phases in oilseed rape (*Brassica napus* L.): its impact on seed yield and oil content. **Industrial Crops and Products**, 34:1277-1285, 2011.

GROSS, A.T.H. Effect of date of sowing on yield, plant height, flowering and maturity of rap and turnip rape. **Agronomy Journal**, 65:6-78, 1963.

GUNASEKERA, C.P.; MARTIN, L.D.; SIDDIQUE, K.H.M.; WALTON, G.H. Genotype by environment interactions of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) in Mediterranean-type environments: II. Oil and protein concentrations in seed. **European Journal of Agronomy**, 25:13-21, 2006.

GUPTA, S.K.; PRATAP, A. History, Origin, and Evolution. **Advances in Botanical Research**, 45:1-20, 2007.

HALLDEN, C.; NILSSON, N.O.; RADING, I.M.; SÄLL, T. Evaluation of RFLP and RAPD markers in a comparison of *Brassica napus* breeding lines. **Theoretical and Applied Genetics**, 88:123-128, 1994.

HRCHOROVITCH, V.A.; POSSENTI, J. C.; SULZBACHER, J.B.W.; RIBEIRO, R.A.; LORENZETTI, B.R.D.L.; FABIANE, K.C.; TOMM, G.O. Desempenho agrônômico de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura em Dois Vizinhos-PR. In: 1º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA. Passo Fundo, 2014. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1 CD-ROM.

HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part I: Theory. **Euphytica**, 47:189-194, 1990.

IAPAR. **Zoneamento para canola**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1166>. Acesso em: 29, novembro, 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. São Paulo: IAL, 2004. 1018p.

IRIARTE, L.B.; VALETTI, O. **Cultivo de Colza**. Buenos Aires: INTA, 2008. 152p.

ITO, M.A.; SILVA, C.J.; FABRIS, D.N.; TOMM, G.O. Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola em Dourados, MS. In: 1º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA. Passo Fundo, 2014. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa, 2014. CD-ROM.

JAVAHERI, M.; SHIRANIRAD, A.H.; DANESHIAN, J.; IRI, E.; SAIFZADEH, S. Effect of planting time and the use of fertilizer on canola yield and yield components. **International Journal of Agriculture and Forestry**, 4:293-299, 2013.

JOHNSON, B.L.; SCHNEITER, A.A.; MCKAY, K.R.; HANSON, B.K.; SCHATZ, B.G. Influence of planting date on canola and crambe production. **Journal of production Agriculture**, 4:594-599, 1995.

KAEFER, J.E.; GUIMARÃES, V.F.; RICHART, A.; TOMM, G.O.; MÜLLER, A.L. Produtividade de sementes e componentes de produção da canola de acordo com fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 4:273-280, 2014.

KAZERANI, N.; AHMADI, M.H. Study on effect of genotype and date of sowing on quantitative and qualitative traits in canola (*Brassica napus L.*) in Bushehr province. **Iranian Journal of Crop Sciences**, 6:127-137, 2004.

KHAN, R.U.; MUENDEL H.H.; CHAUDHRY, M.F. Influence of topping rapeseed on yield components and other agronomic characters under varying dates of planting. **Pakistan Journal of Botany**, 26:167-171, 1994.

KIRKEGAARD, J.A.; SPRAGUE, S.J.; DOVE, H.; KELMAN, W.M.; MARCROFT, S. J.; LIESCHKE, A.; HOWE, G.N.; GRAHAM, J.M. Dual-purpose canola — a new opportunity in mixed farming systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, 59:291–302, 2008.

KRÜGER, C.A.M.B.; SILVA, J.A.G.; MEDEIROS, S.L.P.; DALMAGO, G.A.; GAVIRAGHI, J. Herdabilidade e correlação fenotípica de caracteres relacionados à produtividade de grãos e à morfologia da canola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46:1625-1632, 2011.

KUCERA, V.; MIROSLAVA, V.; MIROSLAV, K. Utilisation of doubled haploids in winter oilseed rape (*Brassica napus L.*) breeding. **Czech Journal of Genetics and Plant Breeding**, 38: 50-54, 2002.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, 68:193-198, 1988.

LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVITCH, L.P. Stability analysis. Where do we stand? **Crop Science**, 26:894 – 899, 1986.

LUCAS, F.T.; COUTINHO, E.L.M.; PAES, J.M.V.; BARBOSA, J.C. Produtividade e qualidade de sementes de canola em função da adubação nitrogenada e sulfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, 6:3205-3218, 2013.

LUZ, G.L. **Exigência térmica e produtividade de canola em diferentes épocas de semeadura em Santa Maria-RS**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2011. 69p. Tese (Doutorado em Agronomia).

LUZ, G.L.; MEDEIROS, S.L.P.; TOMM, G.O.; BIALOZOR, A.; AMARAL, A.D.; PIVOTO, D. Temperatura base inferior e ciclo de híbridos de canola. **Revista Ciência Rural**, 42:1549-1555, 2012.

MACKINNON, G.C.; FETTEL, N.A. The effect of sowing time, supplementary water and variety on yield and oil concentration of canola (*Brassica napus*). In: THIRTEENTH BIENNIAL AUSTRALIAN RESEARCH ASSEMBLY ON BRASSICAS. **Proceedings of a Conference...** Tamworth, 2003. Tamworth: NSW Agriculture, 2003, p. 40-42.

MAHMUD-ABADI, A.; AZIZI, M.; GAZANCHIAN, A. The effect of planting date on the agriculture of different types of winter canola in the region of Bojnored. In: TENTH CONGRESS OF AGRICULTURE AND PLANT BREEDING SCIENCE OF IRAN. Karaj, 2008. **Resumos...** Karaj: Agriculture and Plant Breeding Science of Iran, 2008. p. 1387.

MANDAL, S.M.A.; MISHRA R.K.; PATRA, A. Yield loss in rapeseed and mustard due to aphid infestation in respect of different varieties and dates of sowing. **Orissa Journal of Agricultural Research**, 7:58-62, 1994.

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

MARCHIORI, R. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. 61p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia).

MARIOTTI, I.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, 13:105-127, 1976.

MARJANOVIĆ-JEROMELA, A.; NAGL, N.; GVOZDANOVIĆ-VARGA, J.; HRISTOV, N.; KONDIĆ-ŠPIKA, A.; MARINKOVIĆ, M.V.R. Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using AMMI model. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2:174-181, 2011.

MARQUARD, R.; WALKER, K.C. Environmental impact of rapeseed production. In; KIMBER, D.; MCGREGOR, D.I. (eds.) **Brassica oilseeds**. Production and utilization. Wallingford, UK: Cab International, 1995. p. 353-371.

MATHIAS, R. Transfer of mustard (*Brassica juncea* L.) into rapeseed (*Brassica napus* L.). **Plant Breeding**, 95:371–374, 1985.

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

MELGAREJO. A.M.A.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; COSTA, A.C.T.; MEZZALIRA, E.J.; PIVA, A.L.; SANTIN, A. Características agronômicas e teor de óleo da canola em função da época de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9:934-938, 2014.

MENDEZ, E. **Brassica Species. Rapessed oil crops**. Disponível em: <http://people.tamu.edu/~mend78/Breeding - Brassica Paper.docx>. Acesso em: 24, março, 2015.

MENDHAM, N.J.; RUSSELL, J.; JAROS, N.K. Response to sowing factors of oilseed rape. **Rosliny Oleiste – Oilseed Crops**, 17:223-234, 1990.

MICHELMORE, R.W.; PARAN, I.; KESSELI, R.V. Identification of markers linked to disease resistance genes by bulked segregant analysis: A rapid method to detect markers in specific genomic regions using segregating populations. **National Academy of Sciences of the United States of America**, 88:9828–9832, 1991.

MIRALLES, D.J.; FERRO B.C.; SLAFER, G.A. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. **Field Crops Research**, 71:211-223, 2001.

MIRI, Y.; BAGHERI, H. Evaluation planting date on agronomical traits of canola (*Brassica napus* L.). **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, 3:601-603, 2013.

MOLLERS, C.; IQBAL, M.C.M.; ROBBELEN, G. Efficient production of doubled haploid *Brassica napus* plants by colchicine treatment of microspores. **Euphytica**, 75:95-104, 1994.

MORCELI, A.A. **Doses de fósforo e de potássio e seleção de genótipos de canola para produção de grãos e de óleo**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2014. 62p. Tese (Doutorado em Agronomia).

MOTALEBPOUR, S.H.; AHMADI, M.R.; JOUKAR, L. Performance of adaptation and yield trials of rape seed cultivars in zarghan (fars). **Iranian Journal of Crop Science**, 2:39-49, 2000.

NAGAHARA U. Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. **Japanese Journal of Botany**, 7:389-452, 1935.

NANDA, R.; BHARGAVA, S.C.; RAWSON, H.M. Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and areas in *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata*. **Field Crops Research**, 42:125-134, 1995.

NERY-SILVA, F.A. Novas oportunidades para a CANOLA. **Revista A Granja**, 789:50 - 51, 2014.

NIED, A.H.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R.; FOCESATO, E.; GOUVÊA, J.A.; KOVALESKI, S.; SANTI, A. Relações de variáveis ambientais e meteorológicas com o rendimento de sementes de canola. In: 1º SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA. Passo Fundo, 2014. **Resumos...** Brasília, DF: Embrapa, 2014. CD-ROM.

NOGUEIRA, L.A.H.; LORA, E.E.; TROSSERO, M.A.; FRISK, T. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. Brasília: ANEEL, 2000. 144p.

NORTHERN CANOLA GROWERS ASSOCIATION. **Canola history**. Disponível em: <http://www.northerncanola.com/information/canola-history/>. Acesso em: 21, novembro, 2014.

OLIVEIRA, E. **Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2003. 177p. Tese (Doutorado em Genética).

OPLINGER, E.S.; HARDMAN, L.L.; GRITTON, E.T.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A. **Canola (Rapessed)**. Alternative Field Crops Manual. 1989. Disponível em: <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/canola.html>. Acesso em: 13, novembro, 2014.

OZ, M. The effect of different sowing time on the yield and yield components in winter rapeseed varieties under Bursa, Mustafakemalpaşa conditions. **Journal of Faculty of Agriculture Uludag University**, 16:1-13, 2002.

OZER, H. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. **European Journal of Agronomy**, 19: 453-463, 2003.

OZER, H.; IRAL, E.; DOGRU, U. Relationship between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 23: 603-607, 1999.

PANOZZO, L.E. **Qualidade de sementes, características agronômicas e produtividade de híbridos de canola em diferentes épocas de semeadura e colheita em Viçosa-MG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 52p. Tese (Doutorado em Fitotecnia).

PANOZZO, L.E.; ZUCHI, J.; DA SILVA, F.D.; PINTO, L.B.; DIAS, D.D.S.; BARROS, W.S.; TOMM, G.O. Evaluation of some hybrids of canola in function of sowing dates in Viçosa, MG, Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, 9:2488-2494, 2014.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. DE, COSTA, J.G.C.; DÍAZ, J.L.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Comparação de métodos de análise de

adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 4:374-383, 2009.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, 2:381-385, 1959.

PORTO, W.S.; CARVALHO, C.G.P.; PINTO, R.J.B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42:491-499, 2007.

POTTER, T.; MARCROFT, S.; WALTON, G.; PARKER, P. Climate and Soils. In: SALISBURY, P.A.; POTTER, T.C.; MCDONALD, G.; GREEN, A.G. (eds.). **Canola in Australia: the first thirty years**. Canberra: Committee of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. p. 5-8.

PRAKASH, S.; RAULT, R.N. Artificial synthesis of *Brassica napus* and its prospects as an oilseed crop in India. **Indian Journal of Genetics**, 42: 282–290, 1983.

PRITCHARD, F.M.; EAGLES, H.A.; NORTON, R.M.; SALISBURY S.A.; NICOLAS, M. Environmental effects on seed composition of Victorian canola. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 40: 679-685, 2000.

RAI, B.; SEHGAL, V.K. Field resistance of *Brassica* germplasm to mustard aphids (*Lipaphis erysimi* Kalt). **Science and Culture**, 41:444–445, 1975.

RAI, B.; SINGH, A. Commercial seed production in rapeseed. **Indian Farming**, 26:15–17, 1976.

RAJAN, S.S. The effectiveness of mass-pedigree system of selection improvement of seed setting in autotetraploids toria. **Indian Journal of Genetics**, 15:47–49, 1955.

RAKOW, G. Selektion auf linol und Linolen sauregehalt in rapssamen nachmutagener behind lung. **Zeitschrift fuer Pflanzenzuchtg**, 69: 62–82, 1973.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamias: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

RATHKE, G.W.; BEHRENS, B.; DIEPENBROCK, W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 117:80-108, 2006.

RAZMI, N. Effect of planting date on yield, yield components and agronomic traits of rapeseed genotypes in the region of Moghan. **The Crop of Seedlings and Seeds**, 3:2-25, 2009.

ROBBELEN, G.; NITSCH, A. Genetische und physiologische untersuchungen an polyen-fettsaure-mutanten von Raps. I auslese und beschreibung neuer mutanten. **Zeitschrift fuer Pflanzenzuchtg**, 75:93–105, 1974.

ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations – Biometrical genetics**. New York: Pergamon Press, 1959. 186p.

ROBERTSON, M.J.; HOLLAND, J.F.; BAMBACH, R. Response of canola and Musterd to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 44:43-52, 2004.

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**, 53:643-651, 2002.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. Piracicaba: Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2001. 80p. Tese (Mestrado em Agronomia).

ROY, N.N. Interspecific transfer of Brassica juncea type high blackleg resistance to *Brassica napus*. **Euphytica**, 33:295–303, 1984.

SALISBURY, P.; WRATTEN, N. *Brassica napus* breeding. Chapter 6. In: SALISBURY, P.A.; POTTER, T.C.; MCDONALD, G.; GREEN, A.G. (eds.). **Canola in Australia: The first thirty years**. Committee of the 10th International Rapeseed Congress, 1999. p 29-36.

SANTOS, H.P.; TOMM, G.O.; BAIER, A.C. **Avaliação de germoplasmas de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*) padrão canola introduzidos no sul do Brasil, de 1993 a 1996, na Embrapa Trigo**. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bo06.htm. Acesso em: 17, fevereiro, 2015.

SCARISBRICK, D.H.; DANIELS, R.W.; ALCOCK, M. The effect of sowing data on the yield and yield components of spring oilseed rape. **The Journal of Agriculture Science**, 97:189-195, 1981.

SEAB. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná. **Tabela de Produção agrícola por município**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/bdlpanet.xls>. Acesso em: 17, agosto, 2013.

SERNYK, J.L.; STEFANSSON, B.R. Heterosis in summer rape (*Brassica napus* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, 63:407-413, 1983.

SHABANA, R.; SHRIEF, S.A.; IBRAHIM, A.F.; GISLER, G. Correlation and path analysis for new released double zero spring rapeseed cultivars grown under competitive systems. **Journal of Agronomic and Crop Science**, 165:138–143, 1990.

SHARAFIZADEH, M.; GHOLIZADEH, M.R.E.; ARYANNIA, N.; RAZAZ, M. Effect of planting date and planting pattern on quality and quantity yield of canola hybrid seed (Hayola 401). **Advances in Environmental Biology**, 7:2184-2189, 2012.

SHARGHI, Y.; SHIRANI RAD, A.H.; BAND, A.A.; NOORMOHAMMADI, G.; ZAHEDI, H. Yield and yield components of six canola (*Brassica napus* L.) cultivars affected by planting date and water deficit stress. **African Journal of Biotechnology**, 46:9309-9313, 2011.

SHIGA, T.; BABA, S. Cytoplasmic male sterility in oilseed rape, (*Brassica napus* L.) and its utilization to breeding. **Japanese Journal of Breeding**, 23:187-189, 1973.

SHIGA, T.; BABA, S. Cytoplasmic male sterility in rape plants (*Brassica napus* L.). **Japanese Journal of Breeding**, 21:16-17, 1971.

SHIRANI RAD, A.; BITARAFAN, Z.; RAHMANI, F.; TAHERKHANI, T.; AGHDAM, A. M.; ESFAHANI, S.N. Effects of planting date on spring rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under different irrigation regimes. **Turkish Journal of Field Crops**, 2:153-157, 2014.

SI, P.; WALTON, H. Determinants of oil concentration and seed yield in canola and Indian mustard in the lower rainfall areas of Western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 55:367-377, 2004.

SILVA FILHO, J.L.; MORELLO, C.L.; FARIAS, F.J.C.; LAMAS, F.M.; PEDROSA, M.B.; RIBEIRO, J.L. Comparação de métodos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade produtiva em algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43:349-355, 2008.

SILVA, J.G.C. Análise da adaptabilidade através da regressão linear segmentada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 4:449-462, 1995.

SILVA, M.I.; MARCHEZAN, E.; PIGNATARO, I.A.; WANDERER, M. Avaliação de cultivares de colza introduzidas. In: REUNIÃO ANUAL DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA COLZA. **Resumos...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1984. p.10-14.

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41:23-30, 2006.

SMITH, E.G.; FAVRET, M.L.; CLAYTON, G.W.; BLACKSHAW, R.E.; BRANDT, S.; JOHNSON, E.N.; HARKER, K.N.; O'DONOVAN, J.T.; KUTCHER, H.R.; VERA, C. The profitability of seeding the F₂ generation of hybrid canola. **Agronomy Journal**, 102: 598-605, 2010.

SOUZA, T.A.F.; RAPOSO, R.W.C.; DANTAS, A.J.A.; SILVA, C.V.; GOMES NETO, A.D.; SANTOS, L.; ARAÚJO, R.C.A.; RODRIGUES, H.R.N.; ANDRADE, D.A.; MEDEIROS, D.A.; DIAS, J.A.; SILVA, E.S.; LIMA, G.K.; LUCENA, E.H.L.; PRATES, C.S.F. Comportamento fenológico de genótipos de canola no brejo paraibano. In:

CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS. João Pessoa, 2010. **Resumos...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p. 1230-1234.

SPRAGUE, S.J.; KIRKEGAARD, J.A.; GRAHAM, J.M.; DOVE, H.; KELMAN, W.M. Crop and livestock production for dual-purpose winter canola (*Brassica napus*) in the high-rainfall zone of south-eastern Australia. **Field Crops Research**, 156:30-39, 2014.

STARNER, D.E.; HAMAMA, A.A.; BHARDWAJ, H.L. **Canola oil yield and quality as affected by production practices in Virginia**. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.408.5125&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 17, maio, 2015.

STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MICHELON, S.; WALTER, L.C.; MARCOLIN, E. Duração do ciclo de desenvolvimento de arroz em função da emissão de folhas no colmo principal. **Ciência Rural**, 36:1086-1093, 2006.

TAI, G.C.C. Genotypic stability analysis and its applications to potato regional trials. **Crop Science**, 11:184-190, 1971.

THOMPSON, K.F. Cytoplasmic male sterility in oilseed rape. **Heredity**, 29:253-257, 1972.

TOBE, A.; HOKMALIPOUR, S.; JAFARZADEH, B.; DARBANDI, M.H. Effect of sowing date on some phenological stages and oil contents in spring canola (*Brassica napus*, L.) cultivars. **Middle-East Journal of Scientific Research**, 13:1202-1212, 2013.

TOLER, J.E. **Patterns of genotypic performance over environmental arrays**. Clemson: Clemson University, 1990. 154 p. Tese (Ph.D).

TOMM, G.O. Perspectivas de desenvolvimento de produção de canola no Brasil. **Óleos & Sementes**, 57:26-30, 2000.

TOMM, G.O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 26).

TOMM, G.O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 32p.

TOMM, G.O.; ELIZARZÚ, M.A.; ÁRIAS, G. **Desempenho de genótipos de canola em Tarariras, Uruguai, 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 14p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 51).

TOMM, G.O.; MARSARO JUNIOR, A.L.; PASINATO, A.; SANTI, A.; SANTANA, F. M.; DALMAGO, G.A.; CUNHA, G.R.; SALVADORI, J.R.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C.; PEREIRA, P.R.V.S; SPERA, S.T.; WIETHOLTER, S. **Cultivo de canola - Sistema de produção 3**, 2ª Edição. 2014. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3703&p_r_p_-996514994_topicold=3024#topodapagina. Acesso em: 13, março, 2015.

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. 13p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 75).

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. 5p.

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. 15p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento online, 65).

TOMM, G.O.; SMIDERLE, O.; RAPOSO, R.W.C. Which is the lowest latitude for canola production? In: INTERNATIONAL CROP SCIENCE CONGRESS. Bento Gonçalves, 2012. **Proceedings....** Bento Gonçalves: International Crop Science Society, 2012. Oral presentation.

TOMM, G.O.; SOARES, A.L.S.; MELLO, M.A.B.; DEPINÉ, D.E.; FIGER, E. **Desempenho de genótipos de canola em Goiás, em 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 11p.

TOMM, G.O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p. (Documentos, 113).

TURHAN, H.; GÜL, M.K.; EGESEL, C.Ö.; KAHRIMAN, F. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 35:225-234, 2011.

USDA. **Foreign Agricultural Service. Production, supply, and distribution online**. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline>. Acesso em: 25, julho, 2014.

UZUN, B.; ZENGİN, U.; FURAT, S.; AKDESİR, O. Sowing date effects on growth, flowering, seed yield and oil content of canola cultivars. **Asian Journal of Chemistry**, 21:1957-1965, 2009.

VAEZI, B.; HATAM-ZADEH, H.; NARKY, H.; RAHMANI-MOGHADAM, N. Evaluation of yield of *Brassica napus* species, *B. rapa* and *B. juncea* in dryland tropical conditions of Gachsaran. **Seed and Plant Improvement Journal**, 25:183-194, 2009.

VAVILOV, N.I. Studies on the origin of cultivated plants. **Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding**, 16:1-248, 1926.

VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, 2:89-91, 1978.

VIAU, L.V.M.; CARBONERA, R. Avaliação de híbridos de colza introduzidas. In: REUNIÃO DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA COLZA. Ijuí, 1987. **Resumos...** Ijuí: COTRIJUÍ, 1987. p. 5-13.

WALTER, L.C.; STRECK, N.A.; ROSA, H.T.; ALBERTO, C.M.; OLIVEIRA, F.B. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de híbridos de trigo e sua associação com a emissão de folhas. **Ciência Rural**, 39:2320-2326, 2009.

WILLIAMS, I.H.; MARTIN, A.P.; WHITE, R.P.; The pollination requirements of oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Journal of Agricultural Science**, 106:27-30, 1986.

WILLIAMS, M.E.; LEEMANS, J.; MICHIELS, F. Male sterility through recombinant DNA technology. In: SHIVANNA, K.R.; SAWHNEY, V.K. (eds.) **Pollen Biotechnology for Crop Production and Improvement**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. p. 237–258.

WRICKE, O. Uber eine method zur erfassung der okologischen streubreit in feldversuchen. **Zeitschrisft fuer Pflanzenzuchtg**, 47:92-96, 1962.

YAN, W.; HUNT, L.A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z. Cultivar evaluation and megaenvironment investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**, 40:597-605, 2000.

YONGMING, Z.; HOULI, L. Selective strategies on the breeding for quality in *Brassica napus*. **Cruciferae Newsletter**, 15:58–59, 1991.

ZANOTTO, M.D. **Variabilidade genética e endogamia em duas populações de milho (*Zea mays* L.) contrastantes para teor de óleo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

ZHAO, J.; BECKER, H.C.; ZHANG, D.; ZHANG, Y.; ECKE, W. Oil content in a european x chinese rapeseed population: QTL with additive and epistatic effects and their genotype-environment interactions. **Crop Science**, 45:51-59, 2005.

ZIAEI, S.M.; GOLPARVAR, A.R. Evaluation of yield and yield components of spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars in different winter planting dates. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, 14:1477-1480, 2013.