

3^o SLAC Simpósio Latino Americano de Canola

13 e 14 de Agosto 2025

ATAS E RESUMOS

EDITORES TÉCNICOS:

Marcos Caraffa

Cinei Teresinha Riffel



Setrem

3º SLAC Simpósio Latino Americano de Canola

Realização



Setrem



Patrocinadores Diamante



Patrocinadores Ouro



Patrocinadores Prata



Patrocinadores Bronze



Apoiadores





ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CANOLA - ABRASCANOLA
SOCIEDADE EDUCACIONAL TRÊS DE MAIO – SETREM

3º SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE CANOLA

ATAS E RESUMOS

ORGANIZAÇÃO

Marcos Caraffa
Cinei Teresinha Riffel

Três de Maio
2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

S612a

Simpósio Latino Americano de Canola (3. : 2025 : Alto Paraná,
Paraguay)

Ata e resumos: 3. Simpósio Latino Americano de Canola, Alto Paraná,
Paraguay, 13 e 14 de agosto 2025 / Organização Marcos Caraffa ; Cinei
Teresinha Riffel – Três de Maio: Setrem, 2025.

ISBN 978-85-7035-349-8

Publicação digital

Disponível em: <https://slac.abrascanola.com.br/pt-br/anais>

1. Canola – Cultivo. 2. Canola - Produtividade. 3. Pesquisa agrícola -
Congressos e convenções. I. Título. II. Caraffa, Marcos. III. Riffel, Cinei
Teresinha.

CDU: 633.85(063)

Bibliotecária responsável: Rosimere Teresinha Marx – CRB 10/1425

5.1.2 ÍNDICE MULTITRAIT: SELEÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE LINHAGENS F⁵ DE CANOLA ADAPTADAS A REGIÃO CENTRAL DO BRASIL

Bruno Galvêas Laviola¹, Adriano dos Santos², Cíntia Gonçalves Guimarães², Willame dos Santos Candido³, João Pedro de Paula Aires Camargo², Erina Vitório Rodrigues⁴

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, Brasil;

²Bolsista da Embrapa Agroenergia, Brasília, DF, Brasil;

³Docente da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil;

⁴Docente da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

RESUMO

A canola destaca-se como oleaginosa de alto valor econômico, com ampla adaptabilidade e potencial para diversificação agrícola no Brasil central. A seleção simultânea de múltiplos caracteres agronômicos é essencial para otimizar o ganho genético. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi selecionar linhagens F₅ de canola, por meio de índices multivariados e índice clássico de Smith e Hazel. Foram avaliados 26 genótipos, sendo 24 linhagens F₅ desenvolvidas no Centro-Oeste e dois híbridos testemunhas, no delineamento de blocos casualizados com três repetições. Analisamos as variáveis altura de planta (AP), número de dias para florescimento (NDF), ciclo (CI), comprimento de sílica (CS), número de grãos por sílica (NGS), massa de 100 grãos (M100G), teor de proteína (TP), teor de óleo (TO) e produtividade de grãos (PROD). Os índices multivariados foram eficientes na identificação de genótipos com desempenho superior, que possibilitaram ganhos positivos para produtividade, número de grãos por sílica e precocidade. As linhagens 7, 11, 13, 25 e 26 foram selecionadas de forma concomitante por todos os índices, indicando elevado potencial agronômico e estabilidade multicaracterística. Observamos que a seleção simultânea reduz o ganho por característica individual, porém proporciona equilíbrio entre atributos desejáveis. O índice MGIDI destacou-se por apresentar os maiores ganhos para produtividade de grãos e número de grãos por sílica. Os resultados demonstram a efetividade do uso combinado de índices multivariados para seleção de genótipos promissores de canola, o que contribui para avanço de programas de melhoramento visando à obtenção de cultivares adaptadas a região central do Brasil.

Palavras-chave: *Brassica napus* var. *oleífera*, ganho genético, seleção simultânea.

INTRODUÇÃO

A canola é uma das principais culturas oleaginosas cultivadas em regiões temperadas e tem despertado interesse em regiões tropicais, como o Cerrado brasileiro, devido ao seu potencial para a produção de óleo vegetal de qualidade e alto percentual de proteína. Além disso, é uma excelente alternativa para a segunda safra. No Brasil, a expansão da cultura está associada à crescente demanda por óleos vegetais e à necessidade de diversificação e rotação de culturas, especialmente em áreas ocupadas por soja e milho (BIGOLIN e TALAMINI, 2024). Esse cenário reforça a importância de estratégias de melhoramento genético que promovam o aumento da produtividade e a adaptação das cultivares às condições tropicais (LAVIOLA *et al.*, 2022).

O melhoramento genético da canola busca desenvolver genótipos com elevado rendimento de grãos, alto teor de óleo e características agronômicas favoráveis, como

precocidade, resistência à estresses bióticos e abióticos, além de alto desempenho em sistemas de produção diversificados (LAVIOLA *et al.*, 2022; QUEIROGA *et al.*, 2023). Contudo, a seleção simultânea de múltiplos caracteres pode ser desafiadora, principalmente diante de correlações negativas entre as características. Nesse contexto, o uso de índices de seleção multivariados constitui uma abordagem eficaz para identificar genótipos superiores com base em múltiplas características simultaneamente (ROCHA *et al.*, 2018; OLIVOTO; NARDINO, 2020).

Entre as metodologias disponíveis, destacam-se o índice MGIDI (*Multi-Trait Genotype-Ideotype Distance Index*), que permite a seleção de genótipos mais próximos ao ideótipo desejado; o índice FAI-BLUP, que combina estimativas genéticas obtidas via modelos mistos com análise de similaridade multicaracterística e o índice clássico de Smith-Hazel, que pondera as características com base em pesos econômicos ou genéticos. Essas estratégias contribuem para o aumento da acurácia da seleção e da probabilidade de obtenção de ganhos genéticos consistentes nos programas de melhoramento (OLIVOTO *et al.*, 2019; ROCHA *et al.*, 2018).

Além disso, o uso de modelos mistos (REML/BLUP) permite a predição precisa dos valores genéticos dos genótipos, considerando efeitos aleatórios e a estrutura dos dados, o que contribui para a seleção de genótipos robusta e confiável (OLIVOTO; LÚCIO, 2020). Nesse contexto, o objetivo do estudo foi selecionar linhagens F₅ de canola por meio de índices multivariados, incluindo o índice clássico de Smith-Hazel.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em março de 2024, na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina-DF (15°36'16"S, 47°43'16"W; 1.034 m de altitude). Foram avaliados 26 genótipos de canola (24 linhagens F₅ e dois híbridos testemunhas: 'Diamond' e 'Nuola 300') em delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela teve área de 3,2 m², sendo 1,0 m² de área útil. As avaliações foram realizadas entre 87 e 119 dias após o plantio. Analisamos as variáveis altura de planta (AP), número de dias para florescimento (NDF), ciclo (CI), comprimento de sílica (CS), número de grãos por sílica (NGS), massa de 100 grãos (M100G), teor de óleo (TO), teor de proteína (TP) e produtividade de grãos (PROD).

As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2024), utilizando o pacote metan, (OLIVOTO; LÚCIO, 2020) por meio da abordagem de modelos lineares mistos REML/BLUP. O modelo estatístico geral utilizado foi: $y = Xb + Zg + e$, em que, y , b , g , e , correspondem, respectivamente, aos vetores de dados de efeitos fixos (efeito de blocos), efeitos dos genótipos (aleatório), e de erros aleatórios; X e Z representam matrizes de incidência para b , g , respectivamente.

O índice de distância MGIDI, proposto por OLIVOTO E NARDINO (2020) foi usado para identificar os genótipos que agreguem, de forma desejada, a maioria das características dentro de cada ambiente. O MGIDI consiste em, conhecendo o genótipo ideal, reescalonar as variáveis para que todas se encontrem em um intervalo de 0-100.

A seleção dos genótipos superiores foi realizada com os índices multivariados MGIDI (Índice de distância genótipo-ideótipo multicaracterística), FAI-BLUP (Índice com base na distância ao ideótipo convertida em probabilidade espacial) e Smith-Hazel, o qual combina características com base em pesos econômicos e matrizes de covariâncias genéticas e fenotípicas. A intensidade de seleção adotada foi de 30%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observamos que os diferenciais de seleção (DS) dos índices MGIDI, Smith-Hazel e FAI-BLUP contribuíram, de forma complementar, para a identificação de linhagens superiores, permitindo ganhos genéticos em características de interesse agrônomo (Tabela 1). De modo geral, observamos ganhos positivos para produtividade, número de grãos por sílica, comprimento de sílica e altura de planta, reforçando o potencial dos índices na seleção de genótipos promissores. Para variáveis como dias para florescimento e ciclo, os valores negativos obtidos por alguns índices são desejáveis, pois refletem o avanço em direção a genótipos mais precoces, o que é estratégico em sistemas agrícolas com intervalos curtos de cultivo.

Tabela 1. Diferencial de seleção genético (DS) para 24 linhagens F₅ de canola, obtidos via seleção indireta baseado nos índices da distância de genótipo-ideótipo multicausal (MGIDI), Índice Smith-Hazel e FAI-BLUP, considerando intensidade de seleção de 30%.

Variável	MGIDI		Smith_Hazel		FAI-BLUP	
	DS	DS (%)	DS	DS (%)	DS	DS (%)
AP	0,06	4,95	0,06	5,26	0,09	7,04
DF	2,13	6,76	4,28	13,55	6,25	19,80
Ciclo	-0,14	-0,14	-1,21	-1,21	2,86	2,86
CS	0,10	2,58	0,03	0,83	0,31	8,06
NGS	1,29	10,27	0,61	4,82	2,00	15,90
M100G	0,06	1,57	0,05	1,25	0,03	0,84
TO	0,20	0,68	-0,35	-1,21	1,15	3,92
TP	-0,22	-0,68	0,01	0,03	-0,56	-1,73
PROD	297,90	19,45	132,10	8,63	215,00	14,00

Além disso, a seleção simultânea por múltiplas características tende a reduzir o ganho em cada variável isoladamente. No entanto, essa abordagem favorece a identificação de genótipos com perfil equilibrado e maior adaptabilidade. Os resultados demonstram que a integração dos diferentes índices permite capturar linhagens com desempenho superior e alinhado ao ideótipo desejado, otimizando o progresso genético em programas de melhoramento.

Observamos que a variável teor de proteína, apresentou maior frequência de desvio de seleção negativos, com excessão do Smith-Hazel. Isso pode ocasionar uma elevada frequência de genótipos selecionados com desvios de seleção individuais negativos. Isso impossibilita a obtenção de indivíduos com maior produtividade e maior teor de proteína nos grãos. Por outro lado, ganhos negativos foram observados para o ciclo, os valores negativos obtidos nos índices MGIDI e Smith-Hazel são desejáveis, pois refletem o avanço em direção a genótipos mais precoces, o que é estratégico em sistemas agrícolas com janelas curtas de cultivo. Além disso, com ganhos positivos para produtividade de grãos é possível obter, simultaneamente, genótipos precoces e produtivos.

As maiores magnitudes de ganho genético no índice MGIDI foram observadas para produtividade de grãos e número de grãos por sílica, refletindo sua efetividade na identificação de genótipos com elevado potencial produtivo. No índice FAI-BLUP, destaca-se o ganho positivo para ciclo, indicando sua capacidade de selecionar linhagens com maior duração, caso isso seja desejado, e o maior ganho negativo para teor de proteína, o que sugere possível penalidade dessa característica no processo de seleção. De modo geral, os diferenciais de seleção para comprimento de sílica, teor de proteína e teor de óleo foram baixos ou negativos na maioria dos índices avaliados.

Essa limitação nos ganhos individuais pode ser atribuída à seleção simultânea de múltiplas características, a qual tende a reduzir o progresso genético por variável isolada. Contudo, conforme discutido por Zetouni *et al.* (2017), essa redução é compensada pelo ganho acumulado em um conjunto de atributos desejáveis, promovendo a seleção de genótipos com perfil mais equilibrado. Almeida *et al.* (2021) reforçam que a utilização de índices multivariados permite maior harmonia entre os caracteres, contribuindo para a obtenção de cultivares superiores sob múltiplos critérios de seleção.

No que tange as linhagens selecionadas pelos índices de seleção, com intensidade de seleção de 30%, representado pelo círculo azul (Figura 1A, 1B e 1C), observamos que todos os índices selecionaram apenas oito genótipos, no qual, todos selecionaram os híbridos comerciais Diamond e Nuola 300 (25 e 26, respectivamente). As linhagens 4, 10, 7, 16, 11 e 13 selecionada pelo índice Smith-Hazel (Figura 1A). As linhagens 14, 7, 12, 13, 11 e 8 pelo índice FAI-BLUP (Figura 1B) e as linhagens 8, 6, 11, 5, 13 e 7 selecionadas pelo índice MGIDI (Figura 1C). Todavia, de acordo com Olivoto *et al.* (2019), deve-se observar, além dos indivíduos selecionados aqueles próximos ao ponto de corte (círculo azul), o que sugere que estas linhagens podem apresentar características interessantes. Assim, o pesquisador deve investigar genótipos muito próximos do ponto de corte.

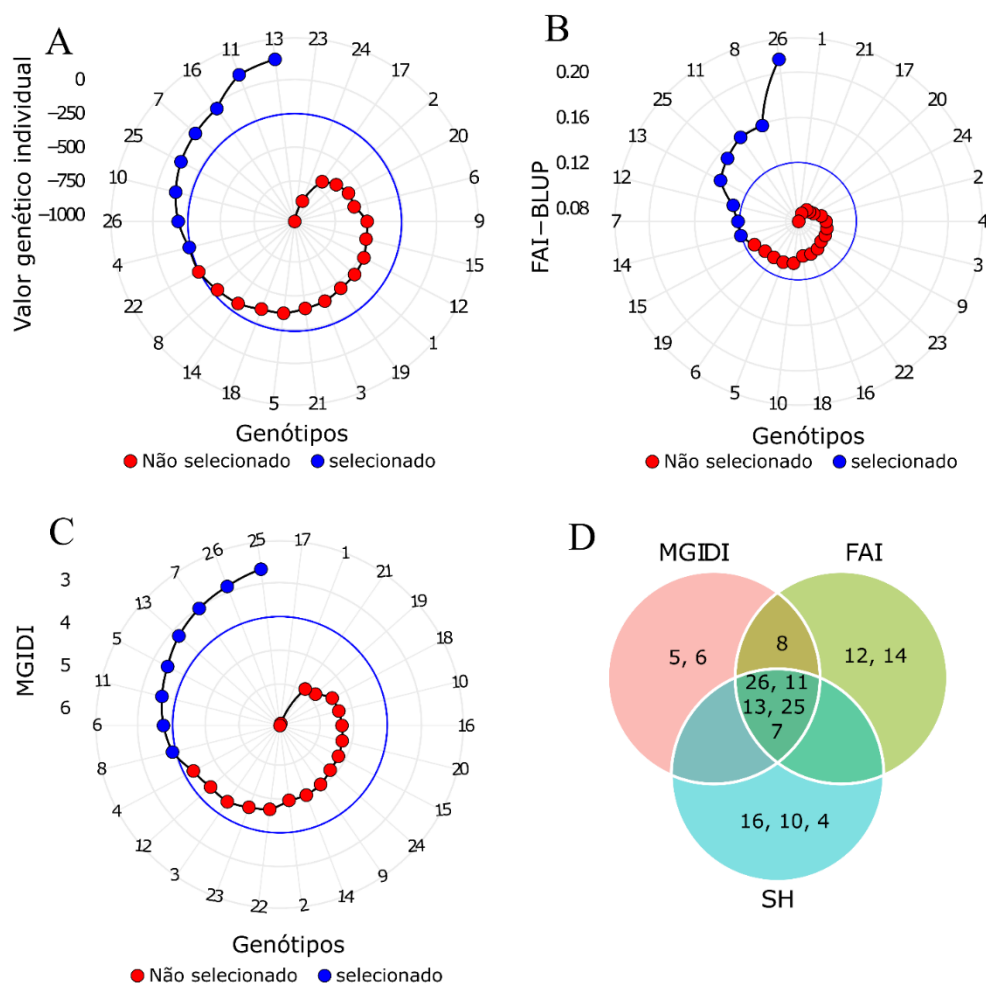


Figura 1. Índice Smith-Hazel (A) e índice FAI-BLUP (B), Índice de distância de genótipo-ideótipo multicaracterística (MGIDI) (C) e Diagrama de Venn (D) para 24 linhagens F₅ de canola adaptadas a região do Centro-Oeste e 2 híbridos testemunhas. Brasília, DF, 2024.

Entre as oito linhagens selecionadas, o índice MGIDI compartilhou seis com o índice FAI-BLUP e cinco com o índice Smith-Hazel (Figura 1D). As linhagens 11, 13 e 7 foram comuns a todos os índices, indicando consistência na seleção e evidenciando seu desempenho superior. É importante destacar, novamente, que os genótipos 25 e 26 correspondem a híbridos comerciais, o que torna ainda mais relevante o desempenho das linhagens selecionadas, que se destacaram mesmo em competição direta com híbridos amplamente adaptados e utilizados comercialmente. Isso reforça o potencial dessas linhagens promissoras para compor futuros programas de melhoramento genético e contribuir com alternativas viáveis e competitivas frente aos cultivares já estabelecidos no mercado.

CONCLUSÕES

Os índices multivariados foram eficientes para selecionar linhagens F₅ de canola, apresentando ganhos de seleção desejáveis para a maioria das características.

A seleção simultânea favoreceu o ganho genético em produtividade e precocidade, atributos estratégicos para sistemas agrícolas do Centro-Oeste;

As linhagens 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 16 foram selecionados com base no melhor desempenho para múltiplos caracteres com destaque das linhagens 7, 11 e 13.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. Q.; ROCHA, J. R. A. S. C. R.; PESSOA, H. P.; ALVES, F. M.; CHAVES, L. J. **Selection of *Hancornia speciosa* germplasm accessions based on the FAI-BLUP index**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 51, e67226, 8 p., 2021.
- BIGOLIN, T.; TALAMINI, E. **Impacts of climate change scenarios on the corn and soybean double-cropping system in Brazil**. *Climate*, v. 12, n. 3, p. 42, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/cli12030042>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, v. 28, n. 6, p. 476–490, 1943. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1208982/>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- LAVIOLA, B. G.; RODRIGUES, E. V.; DOS SANTOS, A.; LOPES, R. M.; OLIVEIRA, D. L.; MARTINS, F. R.; SILVA, M. F.; SOUSA, A. C.; PEREIRA, T. S.; ALMEIDA, J. C.; FERREIRA, P. R. **Breeding strategies to consolidate canola among the main crops for biofuels**. *Euphytica*, v. 218, n. 1, p. 1-18, 2022. DOI: 10.1007/s10681-021-02955-0.
- OLIVOTO, T.; LÚCIO, A. D. **Metan: an R package for multi-environment trial analysis**. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 11, n. 6, p. 783–789, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13384>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- OLIVOTO, T.; LÚCIO, A. D. C.; SILVA, J. A. G. da; SARI, B. G.; DIEL, M. I. **Mean performance and stability in multi-environment trials II: selection based on multiple traits**. *Agronomy Journal*, v. 111, p. 2961–2969, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/agronj2019.03.0221>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- OLIVOTO, T.; NARDINO, M. **MGIDI: toward an effective multivariate selection in biological experiments**. *Bioinformatics*, v. 36, n. 16, p. 5032–5033, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btaa981>. Acesso em: 4 jun. 2025.
- QUEIROGA, V. P.; GOMES, J. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO NETO, A.; MELO,

B. A.; LIMA, D. C.; ALBUQUERQUE, E. M. B. (Orgs.). **Canola (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera* Moench): tecnologias de plantio e utilização**. 1. ed. Campina Grande: AREPB, 2023. 194 f. il. color.

ROCHA, J. R. A. S. C.; MACHADO, J. C.; CARNEIRO, P. C. S. **Multitrait index based on factor analysis and ideotype-design: proposal and application on elephant grass breeding for bioenergy**. *Global Change Biology Bioenergy*, v. 10, n. 1, p. 52–60, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12443>. Acesso em: 4 jun. 2025.

ZETOUNI, L.; HENRYON, M.; KARGO, M.; LASSEN, J. **Direct multitrait selection realizes the highest genetic response for ratio traits**. *Journal of Animal Science*, v. 95, n. 5, p. 1921–1925, 2017.