



ANÁLISE CONJUNTA DE ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE E PREDIÇÃO LINEAR NÃO VIESADA DE CULTIVARES E LINHAGENS DE AVEIAS BRANCAS FORRAGEIRAS EM 2025

Felipe Jochims¹, Josiane Cristina de Assis Aliança², Sydney A. Frehner Kavalco³, Evandro H. G. Maschietto⁴, Ricardo Matzembacher⁵, Guilherme Ribeiro⁶, Marcos Caraffa⁷, Joseli Stradioto Neto⁸, Elir de Oliveira⁹

Introdução

A avaliação da adaptabilidade, estabilidade e predição linear não viesada de cultivares e linhagens de aveia é essencial para o melhoramento genético e para a recomendação de materiais produtivos e resilientes a diferentes condições ambientais (CARVALHO et al., 2020). A aveia (*Avena sativa*) é uma cultura de grande importância econômica e fonte de forragem para animais nos períodos frios do ano, sendo amplamente cultivada em diversas regiões do mundo. No entanto, a variabilidade climática e edáfica pode influenciar significativamente seu desempenho produtivo, tornando indispensável a aplicação de metodologias estatísticas robustas para a seleção de genótipos superiores (CRUZ et al., 2012).

A adaptabilidade refere-se à capacidade de uma cultivar apresentar um desempenho satisfatório em diferentes ambientes, enquanto a estabilidade está relacionada à consistência desse desempenho ao longo das safras. A predição linear não viesada, por sua vez, busca minimizar erros na estimativa do comportamento produtivo dos genótipos, permitindo uma seleção mais precisa e eficiente (REZENDE, 2007). Assim, a combinação dessas abordagens possibilita a identificação de materiais genéticos com alta produtividade e ampla recomendação, contribuindo para a sustentabilidade da cultura da aveia e para a segurança alimentar.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar a adaptabilidade, estabilidade e predição linear não viesada de cultivares e linhagens de aveia branca, dos experimentos do Ensaio Nacional de Aveias Forrageiras (ENAF), conduzidos em 2024 e 2025, totalizando 16 experimentos de VCU no Sul do Brasil, utilizando metodologias estatísticas apropriadas, a fim de fornecer subsídios de comparação para o desenvolvimento de genótipos mais produtivos e resilientes às condições ambientais variáveis da região.

Material e métodos

Foram utilizados dados de 17 genótipos de aveia branca forrageiras (linhagens e cultivares) dos experimentos em rede da Comissão Brasileira de Pesquisa com Aveia (ENAF). Os genótipos foram avaliados nos ensaios da rede da CBPA em 2024 e 2025, totalizando 16 ensaios. Foram avaliados os seguintes genótipos: AF Guaíba, AGROURS Invernada, AGROURS Ranchera, Alpha 16105, Alpha 16109, Alpha 16113, EPG-BRA349, EPG-

¹ Zootecnista, Dr., Pesquisador, EPAGRI CEPAP, Chapecó. E-mail: felipejochims@epagri.sc.gov.br

² Eng.^a Agr.^a, Dra., Pesquisadora, Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, Ponta Grossa. E-mail: josiane@idr.pr.gov.br

³ Eng. Agr., Dr., Pesquisador, EPAGRI CEPAP, Chapecó. E-mail: sydneykavalco@epagri.sc.gov.br

⁴ Eng. Agr., Me., Pesquisador, Fundação ABC, Castro. E-mail: evandro.maschietto@fundacaoabc.org

⁵ Eng. Agr., Dr., Pesquisador, AgroAlpha, Cruz Alta, RS. E-mail: rgmatzenbacher@gmail.com

⁶ Eng. Agr., Dr., Pesquisador e Professor, UNIPAMPA, Itaqui, RS. E-mail: Guilherme.tche@gmail.com

⁷ Eng. Agr., Me., Pesquisador e Professor, SETREM, Três de Maio, RS. E-mail: carrafa@setrem.com.br

⁸ Eng. Agr., Dr., Pesquisador, EPAGRI EEL, Lages, SC. E-mail: joseli@epagri.sc.gov.br

⁹ Eng. Agr., Dr., Pesquisador voluntário, IDR Paraná, Santa Tereza do Oeste. E-mail: eolivei@iapar.br

BRA393, EPG-GUA195, IPR Esmeralda, IPR Suprema, SI-STO14-A2, SI-STO14-BLPR, SI-STO14-CPO, UFRGS7008-5 e UFRGS7008-6.

Os Ensaio Nacionais de Aveias Forrageiras (brancas), utilizados neste trabalho, foram conduzidos em 2024 em Canoinhas, Castro, Chapecó, Cruz Alta (em dois locais), Itaquí, Três de Maio e Lages. Em 2025 utilizou-se dados gerados em Castro, Cruz Alta, Chapecó, Itaquí, Londrina e Três de Maio. Os experimentos locais foram de responsabilidade das instituições participantes e seus representantes responsáveis e apenas dados experimentais com coeficiente de variação de até 25% foram utilizados para esta análise conjunta. Cada local definiu a melhor data para a semeadura de acordo com as características climáticas da região.

Todos os experimentos foram implantados em delineamento de blocos subdivididos completos casualizados, com 4 repetições e parcelas com 5 linhas e 4 m. A subdivisão dos blocos foi de acordo com o hábito de crescimento das cultivares. A densidade de semeadura foi 350 sementes aptas por metro quadrado. O manejo cultural foi realizado seguindo as recomendações técnicas para a cultura da aveia (COMISSÃO, 2021). A avaliação de produção de forragem foi realizada através de cortes manuais sucessivos, simulando o pastejo. O primeiro corte para avaliação da produção de forragem foi realizado quando as plantas atingiam de 20 a 25 cm, deixando um resíduo de 10 cm. Os demais cortes foram realizados quando as plantas atingiam 30 cm de altura, a uma altura de 15 cm ou quando as parcelas atingissem 27cm, mantendo resíduo de 12cm. Em ambos grupos a taxa de remoção da altura consiste em 50% da altura inicial. O último corte em cada parcela foi realizado quando 50% das plantas (no máximo) estavam no estágio de emborrachamento.

Para a determinação da produtividade de matéria seca foi realizada a pesagem de matéria verde e essa submetida à secagem em estufa de ventilação forçada de ar (60° C por 72 horas ou até peso constante) para obtenção do teor de matéria seca (MS). O resultado foi então calculado e estimada a produção de MS por ha (MS ha⁻¹). Os resultados de todos os experimentos foram preenchidos pelos responsáveis, em planilha do Excel, compartilhada e “on line” pelos responsáveis dos ensaios do ENAF, sendo de inteira responsabilidade dos mesmos. Como procedimento usual, os dados foram avaliados com uma análise de variância para cada local, testando-se a homogeneidade das variâncias residuais para as variáveis avaliadas, assumindo que o conjunto de dados segue uma distribuição normal. Logo, considerou-se os experimentos homogêneos (PIMENTEL GOMES, 2009). Após a constatação da normalidade dos dados e baixo coeficiente de variação, o conjunto de dados completo (cultivares e linhagens) foi submetido a uma análise AMMI (Additive Main Effects and Multiplicative Interaction) e BLUP (Melhor Predição Linear Não Viesada), explorando as respostas dos cultivares e suas interações com os ambientes. Foram realizadas análises separadas entre aveias brancas e pretas. Todas as análises foram feitas com o auxílio do RStudio.

Resultados e discussão

Utilizou-se o banco de dados de cultivares e linhagens brancas de 2024 e 2025 para a realização da análise multivariada de adaptabilidade e estabilidade (AMMI, Tabela 1), que combina componentes aditivos (efeitos principais) e multivariados (interação genótipo x ambiente). Com os resultados foi possível fazer um ranqueamento dos melhores genótipos, onde todos são comparados entre todos, utilizando todos os valores observados para cada genótipo na base de dados. A análise formou um ranking considerando as médias de produção de forragem ajustadas considerando as variabilidades, intervalo de confiança e confiabilidade de todos os experimentos do conjunto (Tabela 1: cultivares e linhagens brancas (genótipos).

Para o conjunto de genótipos de aveias brancas com aptidão forrageira e de acordo com a análise de adaptabilidade e estabilidade, os melhores materiais que foram trabalhados em 2024 e 2025, considerando a média de produção de forragem adaptada (rYSI; Tabela 1) dos múltiplos ambientes analisados, foram a linhagem EPG-BRA349, seguido do cultivar IPR

Suprema e AF Guaíba, ocupando as três primeiras posições, respectivamente. Essa comparação de linhagens e cultivares em conjunto é importante para determinar o real potencial produtivo das linhagens, as comparando não apenas com os dois cultivares testemunhas do Ensaio Nacional de Linhagens de Aveias Forrageiras que, por sua vez, ocuparam apenas a 15ª e 16ª posições no ranking, para IPR Esmeralda e AGROURS invernada, respectivamente. Dessa forma as linhagens são comparadas com o conjunto de cultivares já disponíveis, garantindo que são genótipos excelentes em produção e adaptados as diferentes regiões do Sul do Brasil.

Já quanto ao ranqueamento por estabilidade (rSAV), os resultados são diferentes do observado na produtividade ajustada. Nessa situação a cultivar AF Guaíba ficou posicionada em primeiro, a cultivar Alpha 16109 em segundo e a SI-STO14-BLPR em terceiro. Essa é uma importante classificação, pois determina quais são os genótipos mais estáveis nos diferentes ambientes em que foram testados. No entanto, vale ressaltar que, ao observar a base de dados (dispostos na Figura 2) nota-se uma ampla variação de resultados em locais com climas hipoteticamente semelhantes, sendo então extremamente importante melhorar a precisão dos experimentos para que esse ranqueamento por estabilidade possa ser utilizado com mais segurança. Esse fator está estreitamente relacionado com a qualidade dos experimentos. Os valores de produção e estabilidade foram também separados de forma visual em diferentes cores (Figura 1), onde os genótipos mais produtivos foram taxados na cor verde (EPG-BRA349, Suprema, Guaíba, Alpha 16109 e SI-STO14-BLPR), os genótipos intermediários na cor azul e os menos produtivos, onde estão localizadas ambas as testemunhas, na cor vermelha. Também é possível observar a resposta obtida no modelo da estabilidade dos genótipos em relação aos diferentes locais avaliados, onde o cultivar Guaíba obteve destaque (para a interpretação, quanto mais próximo do zero o ponto estiver (eixo z), maior a estabilidade).

Já com as análises de predição linear não viciadas (BLUP, Figuras 2 e 3) é possível de se verificar a resposta geral dos genótipos nos diferentes ambientes e anos em que foram testados, analisadas em conjunto. Esta análise compara os resultados observados, de cada genótipo em cada local, com uma média geral global de produção dos ensaios (em kg/MS/ha; Figura 2). Cabe ressaltar que para essa análise foram desconsiderados dois ensaios. Um foi em Santa Tereza (PR) em 2025 e outro em Lages, também em 2025. O modelo de análise acusou que estes ensaios estavam com a produção “anormal” de forragem, o que estaria elevando demais a média geral e “desbalanceando” a análise. Com o ajuste da média geral é então possível de se observar as respostas dos genótipos nos diferentes locais e anos (Figura 2). Canoinhas 2024, Castro 2024, Chapecó 2024 e 2025, Cruz Alta 2024 e Três de Maio 2025 foram os melhores locais quanto a produção de forragem (kg.MS.ha-1) pelos genótipos de aveia branca. Castro 2025, Cruz Alta 2025, Cruz Alta 2024 (ensaio CCGL), Itaquí 2024 e 2025, Lages 2024 e Três de Maio 2024 tiveram resultados com todas ou a maioria dos genótipos abaixo da média geral.

Quanto a análise geral, média de todos locais e anos, 7 genótipos de aveia branca posicionara-se acima da média geral. Destes, apenas duas são linhagens e cinco são cultivares. Nas três primeiras posições, praticamente com a mesma média, estão as cultivares IPR Suprema e AF Guaíba e a linhagem EPG-BRA349. Em um segundo grupo, com produções semelhantes estão a cultivar Alpha 16109, Alpha 16113 e a linhagem SI-STO-BLPR. Por fim, o último genótipo que se posicionou acima da média foi o SI-STO14-CPO (IPR Ametista). Os demais genótipos ficaram posicionados abaixo da média geral dos ensaios, inclusive as duas cultivares testemunha.

Conclusões

Os genótipos de aveia branca para o uso em pastagens (produção de forragem) com melhor produtividade foram as cultivares AF Guaíba, IPR Suprema e a linhagem EPG-BRA349.

Referências

CARVALHO, F. I. F. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de aveia branca avaliadas em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 55, e01854, 2020. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01854.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Informações técnicas para a cultura de aveia: XL Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa da Aveia**. Sociedade Educacional Três de Maio (SETREM). Três de Maio: SETREM, 2021. 190 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15. Editora Piracicaba: FEALQ, p.451. 2009.

REZENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 975 p.

Tabela 1. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens e cultivares de aveia branca (*Avena sativa*), pela análise de AMMI, avaliadas em 14 locais e dois anos (2024 e 2025) nos ensaios ENAF, considerando a variável resposta produtividade média de massa seca e sua média.

GEN	ASV	YSI	rASV	rYSI	Média*
EPG-BRA349	54,03	18	17	1	4.466,15
Suprema	21,85	12	10	2	4.438,83
Guaíba	4,17	4	1	3	4.424,10
Alpha16109	6,20	6	2	4	4.373,10
SI-STO14-BLPR	7,33	8	3	5	4.263,77
Alpha16113	19,57	12	6	6	4.218,80
SISTO14CPO	26,98	19	12	7	4.174,63
UFRGS7008-5	19,01	12	4	8	4.052,31
Alpha16105	19,93	17	8	9	4.040,80
UFRGS6408-1	28,15	23	13	10	4.011,21
EPG-BRA393	25,66	22	11	11	3.998,02
UFRGS7008-6	19,32	17	5	12	3.992,91
EPG-GUA195	41,23	29	16	13	3.990,88
SISTO14A2	19,84	21	7	14	3.816,76
EsmeraldaT1	34,00	30	15	15	3.746,88
InvernadaT2	21,50	25	9	16	3.674,87
Ranchera	31,66	31	14	17	3.646,96

ASV - AMMI Stability Value; YSV - Yield Stability Value; rASV - rank for ASV; rYSI - rank for YSI

*Os valores médios de produção de MS/ha dos cultivares/linhagens podem apresentar diferenças das médias aritméticas. O modelo AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interaction*) combina componentes aditivos (efeitos principais) e multiplicativos (interação genótipo x ambiente) em análise de experimentos com múltiplos ambientes.

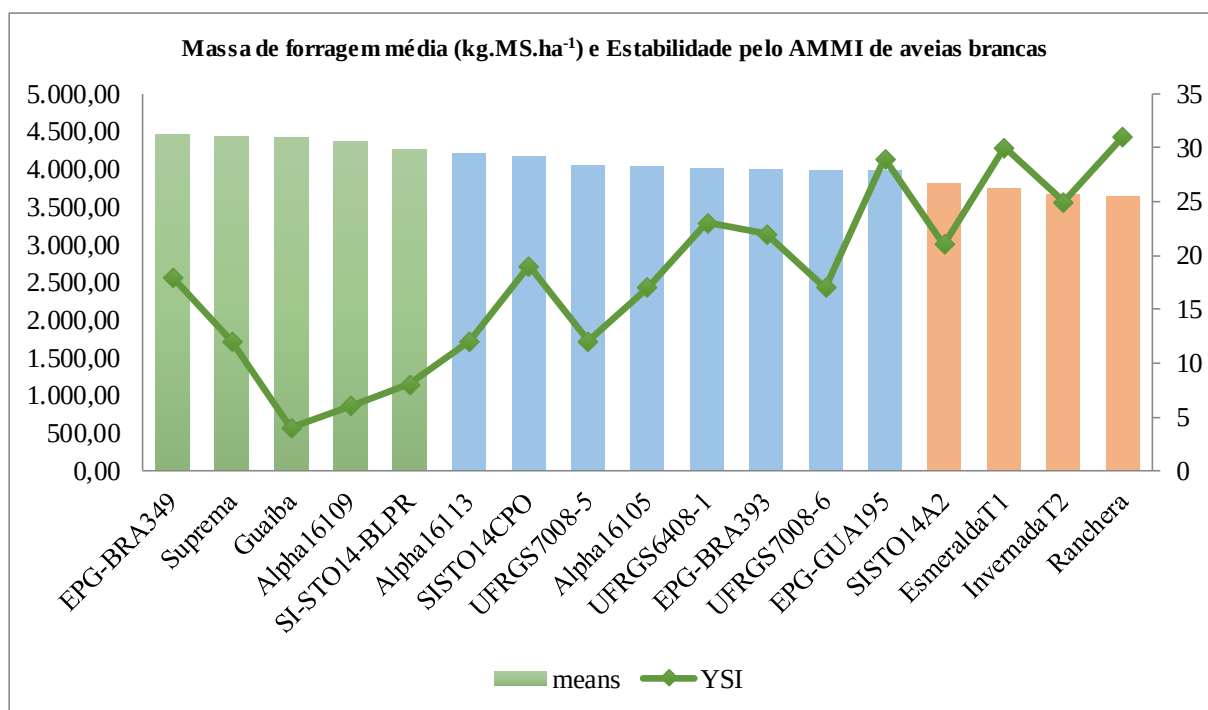


Figura 1. Massa de forragem média geral dos ensaios de aveias brancas forrageiras (ENAF) e estabilidade dos genótipos, em 2024 e 2025.

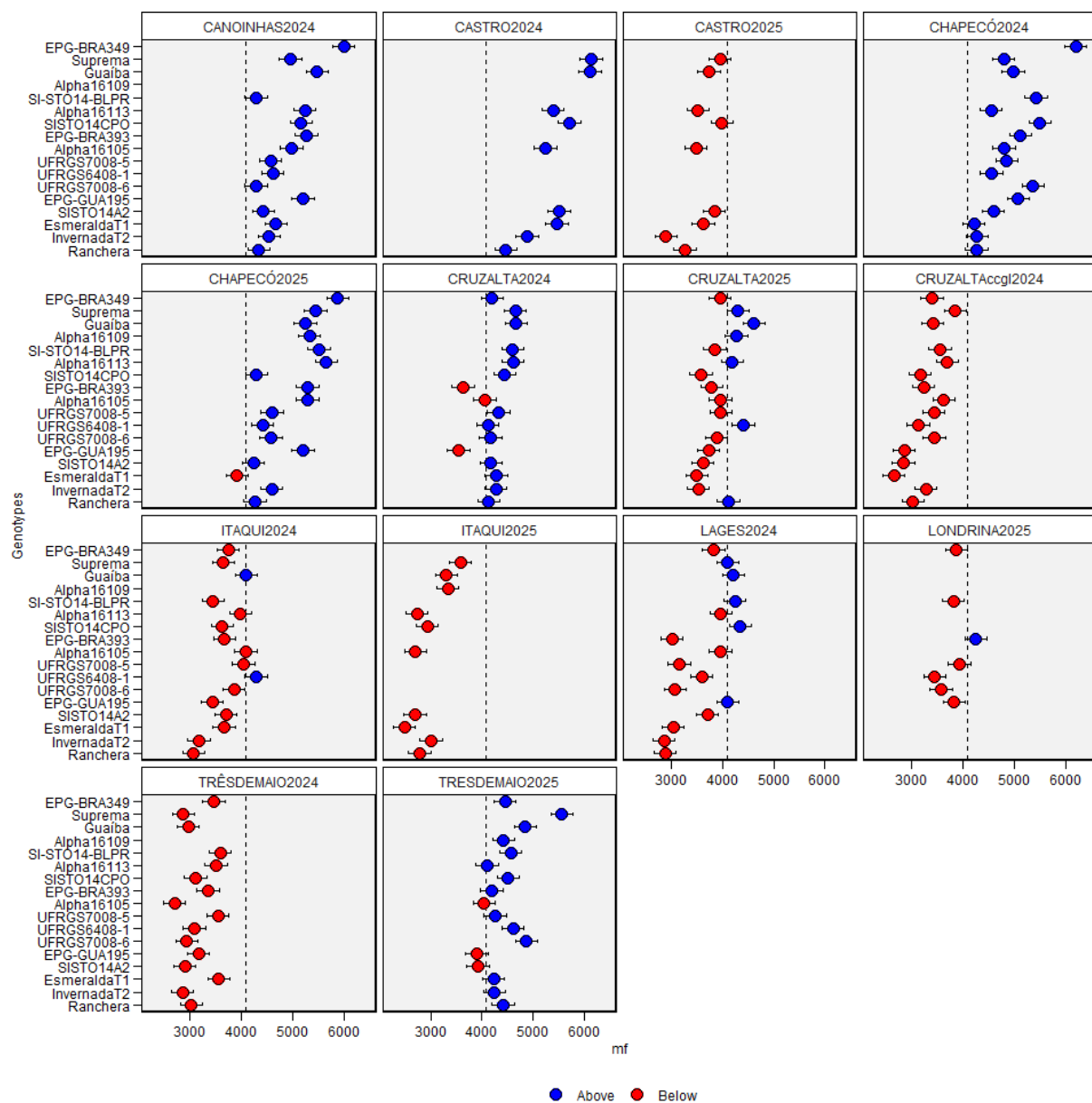


Figura 2. Estimativas BLUP (*Melhor Predição Linear Não Viesada*) para produtividade de genótipos (cultivares e linhagens) de aveias brancas (*Avena sativa*) para forragem em ensaios do ENAF em diferentes anos e ambientes do Sul do Brasil em 2025.

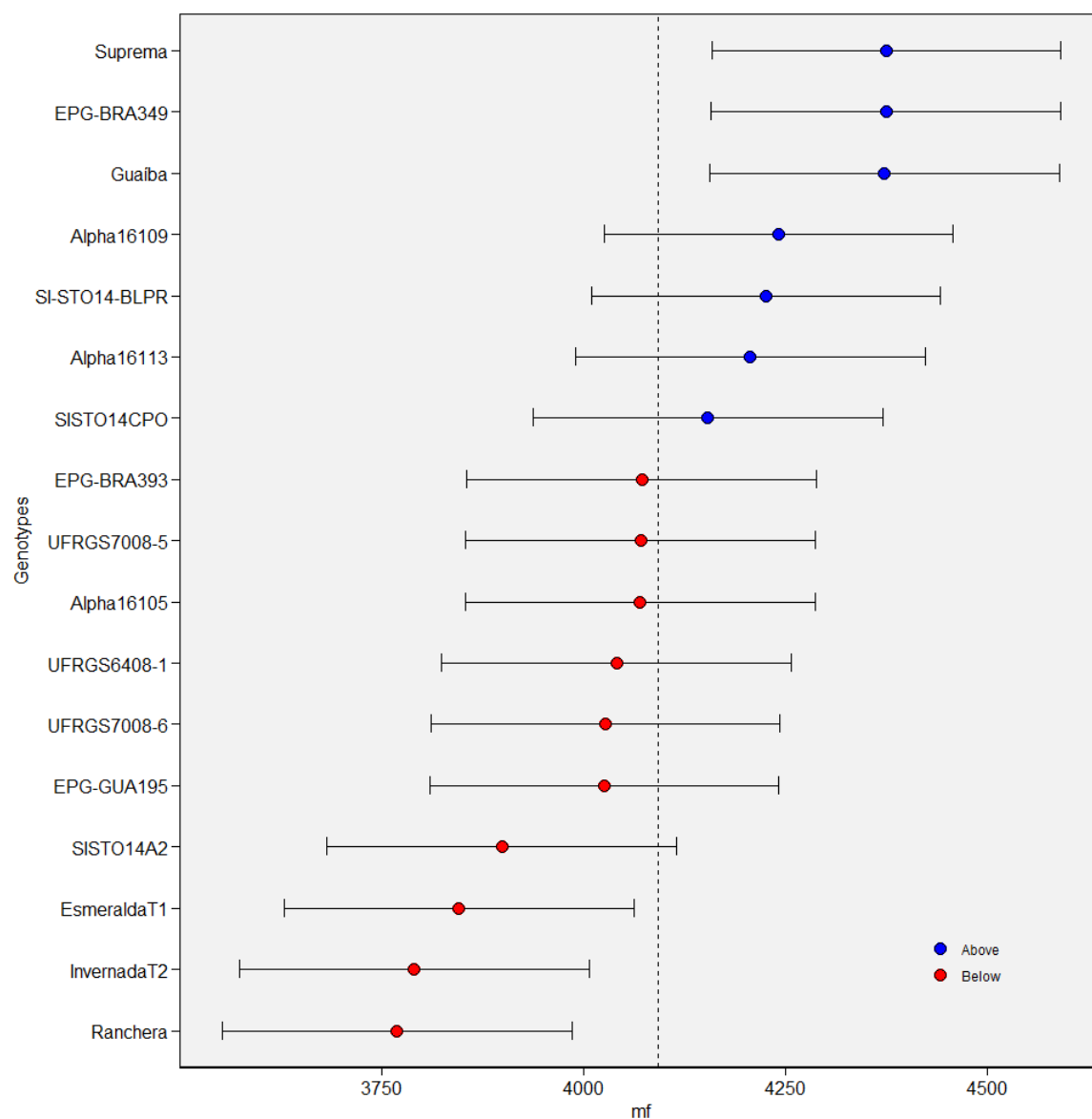


Figura 3. Estimativas BLUP (*Melhor Predição Linear Não Viesada*) para produtividade média de cultivares de aveias brancas (*Avena sativa*) para forragem em ensaios do ENAF em diferentes locais em 2025.