

VARIABILIDADE GENÉTICA E PRODUTIVIDADE DE LINHAGENS DE AVEIA PRETA EM DOIS SISTEMAS DE USO

Tatiane Conceição Moreira da Silva¹, Josiane Cristina Assis Aliança², Djalma Cesar Clock³, Ana Vitoria Karpinski Ongaratto⁴, Isabelle Caroline Stefanczak Orlovski⁵, Bruno Guilherme Ribeiro⁶, Fernanda Freire Maia⁷

Introdução

No Brasil e em regiões temperadas, a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) é uma cultura de inverno estratégica para alimentação animal, cobertura do solo e sustentabilidade dos sistemas produtivos (Dochwat et al., 2020). O desenvolvimento e o lançamento de cultivares geneticamente superiores, com maior tolerância ao frio, elevado teor de matéria seca e melhor qualidade nutricional, favorecem maior estabilidade produtiva e melhor desempenho em sistemas de pastejo, feno, silagem, integração lavoura-pecuária e manejo conservacionista (Feliceti et al., 2023; Carvalho et al., 2014).

Com esse intuito, a avaliação das estimativas dos parâmetros genéticos constitui etapa fundamental nos programas de melhoramento de aveia preta, especialmente quando o objetivo é selecionar linhagens superiores para lançamento como cultivares comerciais. Esses parâmetros permitem quantificar a variabilidade genética disponível, estimar o potencial de ganho com a seleção e compreender o grau de controle genético das características de interesse (Silva, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética e a produtividade de linhagens de aveia preta em dois sistemas de uso, forrageiro e de cobertura do solo, visando identificar genótipos superiores e subsidiar estratégias de seleção e recomendação específica para cada finalidade.

Material e métodos

Foram avaliados 9 genótipos de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). Sendo as linhagens: Alpha 2102, Alpha 2103, IDR19-L27, IDR19-61PGMIX, Alpha 2112; e as cultivares: IPR Cabocla, IDR 18 GUA CP, IAPAR 61 (Testemunha) e Alpha 1719.

Os dados foram retirados do Ensaio Nacional de Aveias Forrageiras (ENAF) e de Aveias para Cobertura do Solo (ENAC) da Comissão Brasileira de Pesquisa em Aveia (CBPA), desenvolvidos no Polo de Pesquisa e Inovação do IDR-Paraná, da cidade de Ponta Grossa (PR) da safra de inverno de 2025.

Os ensaios foram conduzidos em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por seis linhas de quatro metros. A densidade de semeadura adotada foi de 350 sementes aptas por metro quadrado. Os tratamentos culturais foram realizados conforme as recomendações técnicas vigentes para a cultura da aveia (COMISSÃO, 2021).

¹ Eng.^a Agr.^a, Estudante de Doutorado em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa, PR. E-mail: tatianemoreirac@gmail.com

² Eng.^a Agr.^a, Dra., Pesquisadora, IDR-Paraná, Ponta Grossa, PR. E-mail: josiane@idr.pr.gov.br

³ Eng. Agr., IDR-Paraná, Ponta Grossa, PR. E-mail: djalmaclack@gmail.com

⁴ Discente do curso de Agronomia, UniCesumar. E-mail: anavitoriaongaratto@gmail.com

⁵ Zootecnista, Estudante de Mestrado em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa, PR. E-mail: istefanczak@gmail.com

⁶ Discente de Agronomia, Faculdade UniCesumar, Ponta Grossa, PR. E-mail: Brunoguiribeiro@gmail.com

⁷ Discente de Agronomia, Faculdade Unopar e Anhanguera, Ponta Grossa, PR. E-mail: fernandafreiremaia20@gmail.com

O que diferencia os ensaios de forragem e de cobertura do solo é, fundamentalmente, o manejo de cortes adotado em cada sistema experimental. No ENAF são realizados cortes sucessivos das parcelas até o estágio de emborrachamento, sendo também contabilizado o número total de cortes efetuados ao longo do ciclo vegetativo. Por sua vez, no ENAC procede-se a um único corte, realizado quando aproximadamente 50% das parcelas atingem o florescimento pleno.

Para a determinação da produtividade de matéria seca em ambos os ensaios, seguindo o que é determinado pela Comissão (2021), realizou-se a pesagem total da matéria verde, retirada das 4 linhas centrais de cada parcela. Em seguida, uma amostra de 100 gramas foi submetida à secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 60 °C por 72 horas, visando determinar o teor de matéria seca (MS%). A partir desses dados, foi calculada e estimada a produtividade de matéria seca por hectare (kg ha⁻¹).

Com base nos dados obtidos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), a estimativa dos parâmetros genéticos e o teste de médias de *Scott Knott*, utilizando o software GENES (Cruz, 2013).

Resultados e discussão

A partir dos resultados encontrados na análise de variância (Tabela 1), testou-se a homogeneidade dos erros para os dois sistemas de uso (forragem e cobertura do solo), assumindo que o conjunto de dados segue uma distribuição normal para a variável estudada. Logo, considerou-se os experimentos homogêneos (PIMENTEL GOMES, 2009).

Os resultados da análise da variância comprovaram a existência de variação significativa a 1% de probabilidade entre os genótipos avaliados, indicando a existência de variabilidade genética em ambos os ensaios. No ENAC, o quadrado médio dos tratamentos (7841519,28) foi superior ao do resíduo (2208699,50), confirmando que parte expressiva da variação observada se deve às diferenças entre genótipos. Situação semelhante foi observada no ENAF, em que o quadrado médio dos tratamentos (839086,82) também superou amplamente o do resíduo (28809,47), reforçando a consistência das diferenças genéticas detectadas.

Observa-se, ainda na Tabela 1, que o coeficiente de variação (CV%) foi de 38,68% no ENAC e 13,29% no ENAF. O valor mais elevado no ENAC indica maior variabilidade experimental, possivelmente relacionada à maior influência de fatores ambientais sobre a produção de fitomassa destinada à cobertura do solo. Em contrapartida, o CV% obtido no ENAF é classificado como baixo a moderado (Pimentel Gomes, 2009), evidenciando maior precisão experimental e maior confiabilidade das estimativas obtidas.

A avaliação das estimativas dos parâmetros genéticos está disposta na Tabela 2, onde observa-se que a variância fenotípica (σ^2_F) foi superior no ENAC (1960379,82) em comparação ao ENAF (209771,70), refletindo maior amplitude de variação observada entre os genótipos no ensaio de cobertura. Entretanto, ao decompor essa variância, verifica-se que a variância genética (σ^2_G) representou a maior proporção da variabilidade total em ambos os ensaios, especialmente no ENAF (202569,33), no qual a variância ambiental ($\sigma^2_e = 7202,36$) foi relativamente baixa.

A herdabilidade (h^2) apresentou valores elevados nos dois ensaios, segundo Rocha *et al.*, (2018), sendo 71,83% no ENAC e 96,56% no ENAF. Estes valores indicam forte controle genético da produtividade de matéria seca, sobretudo no ENAF. Esses resultados sugerem que a seleção direta para essa característica tende a ser altamente eficiente, principalmente no ensaio forrageiro, onde a maior parte da variação fenotípica é atribuída a diferenças genéticas entre os materiais avaliados.

O coeficiente de variação genético (CV_G) foi semelhante nos dois ensaios (38,93% no ENAC e 35,26% no ENAF), evidenciando variabilidade genética expressiva e favorável ao melhoramento.

O quociente $\hat{b}$ (CV_G/CV_e) foi inferior a 1 no ENAC (0,79), indicando que a variabilidade ambiental se aproxima da genética, enquanto no ENAF o valor de 2,65 revela predominância da variabilidade genética sobre a ambiental, condição altamente favorável à seleção.

A acurácia (r_{gg}) foi elevada em ambos os ensaios, atingindo 84,75% no ENAC e 98,27% no ENAF, o que confirma alta confiabilidade das estimativas e segurança na recomendação dos genótipos superiores. Em conjunto, os resultados indicam que a produtividade de matéria seca apresenta elevado potencial de ganho genético, especialmente no ENAF, onde as condições experimentais permitiram maior expressão do componente genético e maior eficiência do processo seletivo.

A análise da produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}) por meio do teste de agrupamento de médias de *Scott Knott* (Tabela 3), conduzida na safra de 2025 em Ponta Grossa (PR), evidenciou diferenças significativas entre os genótipos avaliados tanto no ENAC quanto no ENAF, demonstrando variabilidade genética expressiva e comportamento diferencial conforme o sistema de avaliação (Tabela 3).

No ENAC, os genótipos Alpha 2102 ($8139,05 \text{ kg ha}^{-1}$), IPR Cabocla ($7283,27 \text{ kg ha}^{-1}$) e Alpha 2103 ($6870,10 \text{ kg ha}^{-1}$) compuseram o grupo superior (“a”), destacando-se estatisticamente dos demais quanto à produção de matéria seca. Esses resultados indicam elevado potencial desses materiais para uso em sistemas de cobertura do solo, nos quais a elevada produção de fitomassa é desejável para proteção superficial, ciclagem de nutrientes e melhoria das propriedades físicas do solo (Moser et al., 2023).

No ENAF, observou-se maior estratificação dos genótipos, com formação de quatro grupos distintos. IDR1961PGMIX ($1797,13 \text{ kg ha}^{-1}$), Alpha 2112 ($1776,99 \text{ kg ha}^{-1}$) e Alpha 2103 ($1690,59 \text{ kg ha}^{-1}$) constituíram o grupo superior (“a”), indicando melhor desempenho para produção de forragem. Em contraste, Alpha 2102, que apresentou a maior produtividade no ENAC, foi classificado no grupo inferior (“d”) no ENAF ($552,86 \text{ kg ha}^{-1}$), evidenciando interação genótipo $\times$ ambiente e comportamento produtivo distinto conforme a finalidade de uso. Essa diferença reforça a importância da avaliação específica para cada sistema de cultivo e objetivo agrônomo.

A tabela 3 mostra que os genótipos foram submetidos a cinco cortes forrageiros, o que representa condição experimental exigente e altamente representativa de sistemas de pastejo ou produção intensiva de forragem. O número de cortes constitui variável agronomicamente relevante, pois está diretamente associado à capacidade de rebrota, persistência vegetativa e manutenção do vigor produtivo ao longo do ciclo.

Nesse contexto, destaca-se a linhagem IDR1961PGMIX, que, além de suportar os cinco cortes, apresentou a maior produtividade acumulada de matéria seca ($1.797,13 \text{ kg ha}^{-1}$), integrando o grupo estatisticamente superior (“a”). Esse desempenho indica elevada capacidade de rebrota e eficiente recuperação após cada simulação de pastejo, características fundamentais para sistemas forrageiros intensivos.

De forma semelhante, Alpha 2112 ($1.776,99 \text{ kg ha}^{-1}$) e Alpha 2103 ($1.690,59 \text{ kg ha}^{-1}$) também integraram o grupo superior, demonstrando bom desempenho produtivo sob regime de cortes sucessivos.

Conclusão

Existe variabilidade genética significativa entre os genótipos de aveia preta avaliados, tanto no sistema forrageiro quanto no sistema de cobertura do solo, confirmando a existência de variabilidade passível de exploração em programas de melhoramento.

Os elevados valores de herdabilidade e acurácia, especialmente no ensaio forrageiro (ENAF), indicam forte controle genético da produtividade de matéria seca e alta confiabilidade das estimativas obtidas, evidenciando que a seleção direta para essa característica tende a proporcionar ganhos genéticos expressivos. No ensaio de cobertura do solo (ENAC), embora a

influência ambiental tenha sido mais pronunciada, também foram observados parâmetros genéticos favoráveis, demonstrando potencial para avanço seletivo.

Observou-se comportamento diferencial dos genótipos conforme o sistema de manejo, evidenciando interação genótipo × ambiente e reforçando a importância da recomendação específica para cada finalidade. Para cobertura do solo, destacaram-se as linhagens Alpha 2102, e Alpha 2103, enquanto no sistema forrageiro, sob cortes sucessivos, os genótipos IDR19-61PGMIX, Alpha 2112 e Alpha 2103 apresentaram superior desempenho produtivo.

Referências Bibliográficas

- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 6. ed. Viçosa: UFV, 2013.
- CARVALHO, I. R. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de aveia em diferentes ambientes. *Revista Ceres*, v. 61, n. 3, p. 363–370, 2014.
- 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 (RS), 190 p., 2021.
- CRUZ, C. D. **GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics**. ta Sci. 2013.
- DOCHWAT, A.; NEUMANN, M.; HORST, E. H.; LEÃO, G. F. M. Produção e qualidade da forragem de aveia-preta submetida a diferentes manejos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 41, n. 3, p. 1115-1126, 2020.
- FELICETI, M. L. et al. Genetic improvement of black oats: a scientometric review. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 45, e60016, 2023.
- HALLAUER, A. R.; CARENA, M. J.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative Genetics in Maize Breeding**. 3. ed. New York: Springer, 2010.
- MOSER, G. et al. **Mixture of winter cover crops improves soil physical properties under no-tillage system in a subtropical environment**. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 238, p. 105726, 2023. DOI: 10.1016/j.still.2023.105726.
- PIMENTEL, A. J. B. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos e predição de valor genético aditivo de trigo utilizando modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 882-890, 2014.
- ROCHA, M. R. **Parâmetros genéticos, métodos de condução de população segregante e estratégias de seleção de genótipos de soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 138p., 2018.
- SILVA, T. C. M. **Seleção de linhas puras dentro da cultivar de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) IAPAR 61**. 2023. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2023.

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância do Ensaio Nacional de Aveias para Cobertura do Solo (ENAC) e do Ensaio Nacional de Aveias Forrageiras (ENAF) na safra de 2025 na cidade de Ponta Grossa (PR).

FV	Quadrado médio (QM)		
	GL	ENAC	ENAF
Blocos	3	3958577,83	68317,10
Tratamentos	8	7841519,28**	839086,82**
Resíduo	24	2208699,50	28809,47
Total	35	14008796,61	936213,39
C.V. (%)		38,68	13,29

Fonte: os autores.

Tabela 2. Estimativas da variância fenotípica (σ^2_F), variância ambiental (σ^2_e), variância genética (σ^2_G), herdabilidade (h^2), coeficiente de variação genético (CV_G), coeficiente de variação ambiental (CV_e), quociente $\hat{b}$ (CV_G/CV_e) e acurácia ($r_{gg'}$) para a característica produtividade de matéria seca (Kg ha⁻¹) avaliadas no Ensaio Nacional de Aveia forrageira (ENAF) e no Ensaio Nacional de Aveia Para Cobertura do Solo (ENAC) em Ponta Grossa, 2025.

Parâmetros Genéticos	ENAC	ENAF
σ^2_F	1960379,82	209771,70
σ^2_e	552174,87	7202,36
σ^2_G	1408204,94	202569,33
h^2	71,83	96,56
CV_G	38,93	35,26
CV_e	38,68	13,29
$\hat{b}$	0,79	2,65
$r_{gg'}$	84,75	98,27

Fonte: os autores.

Tabela 3. Teste de médias de *Scott Knott* para a característica produtividade de matéria seca (Kg ha⁻¹) no Ensaio Nacional de Aveias para Cobertura do Solo e no Ensaio Nacional de Aveias Forrageiras, na safra de 2025 na cidade de Ponta Grossa (PR).

Genótipos	ENAC	Genótipos	ENAF	Nº de cortes forrageiros
Alpha 2102	8139.05 ^a	IDR19-61PGMIX	1797.135 ^a	5
IPR Cabocla	7283.275 ^a	Alpha 2112	1776.995 ^a	5
Alpha 2103	6870.1 ^a	Alpha 2103	1690.595 ^a	5
IDR19-L27	5981.075 ^b	IDR 18 GUA CP	1457.9525 ^b	5
IDR 18 GUA CP	5839.275 ^b	IPR Cabocla	1298.6325 ^b	5
IAPAR 61	5660.05 ^b	Alpha 1719	1279.1675 ^b	5
IDR19-61PGMIX	4934.2 ^b	IAPAR 61	873.065 ^c	5
Alpha 1719	4099.975 ^b	IDR19-L27	761.4175 ^c	5
Alpha 2112	4006.975 ^c	Alpha 2102	552.8625 ^d	5

Fonte: os autores.

