

## DISSIMILARIDADE GENÉTICA ENTRE GENÓTIPOS DE AVEIA PRETA

## GENETIC DISSIMILARITY BETWEEN BLACK OAT GENOTYPES

## DISSIMILARIDAD GENÉTICA ENTRE GENOTIPOS DE AVEIA NEGRA

Luis Antônio Klein<sup>1</sup>  
Volmir Sergio Marchioro<sup>2</sup>  
Velci Queiroz de Souza<sup>3</sup>  
Daniela Meira<sup>4</sup>  
Carine Meier<sup>5</sup>

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi estudar a dissimilaridade genética entre 14 populações de aveia preta, oriundas de diferentes locais do estado do Rio Grande do Sul, com base em seis caracteres agronômicos. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com três repetições. Empregou-se a análise de agrupamento pelo método UPGMA e foi confeccionado o dendograma de dissimilaridade genética, indicando três grupos distintos (grupo 1: 4, 14, 1, 8, 3, 5, 2, 6, 11; grupo 2: 9, 12, 7, 13; grupo 3: 10. A formação de grupos distintos indicou a presença de variabilidade genética entre as populações.

**Palavras-chave:** Variabilidade. Caracteres. Melhoramento.

**Abstract:** The objective of this work was to study genetic dissimilarity among 14 black oat populations from different locations in the state of Rio Grande do Sul, based on six agronomics traits. The experiment was conducted in a randomized block with three repetitions. The grouping analysis was performed by the UPGMA method and the genetic dissimilarity dendogram was made, indicating three different groups (group 1: 4, 14, 1, 8, 3, 5, 2, 6, 11, group 2: 9, 12, 7, 13, group 3: 10. The formation of distinct groups indicated the presence of genetic variability among populations.

**Keywords:** Variability. Traits. Breeding.

**Resumen:** El objetivo del trabajo fue estudiar la disimilaridad genética entre 14 poblaciones de avena negra, oriundas de diferentes lugares del estado de Rio Grande do Sul, con base en seis caracteres agronômicos. El experimento fue conducido en bloques al azar con tres repeticiones. Se utilizó el análisis de agrupamiento por el método UPGMA y se confeccionó el dendograma de disimilitud genética, indicando tres grupos distintos (grupo 1: 4, 14, 1, 8, 3, 5, 2, 6, 11, grupo 2: 9, 12, 7, 13, grupo 3: 10. La formación de grupos distintos indicó la presencia de variabilidad genética entre las poblaciones.

**Palabras-clave:** Variabilidad. Caracteres. Mejoramiento.

Envio: 20/04/2019

Revisão: 22/04/2019

Aceite: 05/07/2019

<sup>1</sup> Estudante de graduação em Agronomia. UFSM-Frederico Westphalen, RS. luis.antonio.klein@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor, Doutor. UFSM-Frederico Westphalen, RS. volmir@marchioro.eng.br

<sup>3</sup> Professor, Doutor. UNIPAMPA, RS. velciq@gmail.com

<sup>4</sup> Estudante de Pós-Graduação. UTFPR, PR. danielameira19@hotmail.com

<sup>5</sup> Estudante de Pós-Graduação. UFSM-Frederico Westphalen, RS. meiercarine5@gmail.com

## Introdução

A cultura da aveia preta (*Avena strigosa* L.) é uma importante alternativa de cultivo para o período de outono/inverno, tanto para produção de grãos como para cobertura de solo. É amplamente difundida nos estados do Sul devido sua adaptabilidade ao clima e ao baixo custo da semente. Atualmente, o Rio Grande do Sul detém 265,8 mil ha cultivados de aveia ao ano, sendo a maior parte com aveia preta, o que totaliza 72% da área cultivada no país (Conab, 2018).

Muito se avançou no melhoramento da aveia nos últimos anos, permitindo a sua introdução no sistema plantio direto (Cover et al., 2011). Dentre as características alteradas destacam-se duas: 1) precocidade, gerando cultivares com menor número de dias da sementeira ao florescimento, o que permite antecipar a colheita e 2) redução do porte, diminuindo o acamamento, causador de perdas no rendimento de grãos (Federizzi e Pacheco, 2009). Houve um impulso para o desenvolvimento e caracterização de novas cultivares, com incrementos em produtividade, a partir do surgimento da Lei de Proteção de Cultivares (Brasil, 1997), seguindo as regulamentações dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (Brasil, 2011). Apesar disso, ainda há espaço para os programas de melhoramento genético de aveia buscarem cultivares adaptadas a ambientes específicos, mais precoces, de porte de planta mais baixo, boa produtividade de biomassa e de grãos.

O rendimento de grãos de aveia apresenta correlação significativa com os caracteres peso de panícula, estatura de planta, dias da emergência até o florescimento e produção de massa, indicando que são importantes caracteres a serem considerados na seleção de indivíduos (Peltonen e Sainio, 1990). Componentes de rendimento estes com grande importância em que os programas de melhoramento genéticos devem se orientar para aumentar a produtividade das culturas (Silva et al., 2005). Ainda, caracteres de herança quantitativa que envolvem vários genes, como o exemplo da produtividade de grãos, apresentam baixa herdabilidade e dificultam a seleção (Hawerth et al., 2014). Considerando essas características, é preciso avaliar o comportamento dos genitores a serem utilizados no melhoramento genético da aveia preta, e assim definir combinações para hibridação, resultando em eficiência de seleção e ganho genético (Benin et al., 2003; Benin et al., 2005).

O estudo da divergência genética através da descrição dos caracteres morfológicos é muito comum nos programas de melhoramento genético. Guimarães et al. (2007), aponta a

formação de um banco de dados sobre a variabilidade genética através da caracterização morfológica dos materiais. Fato este, importante para planejar combinações a fim de explorar efeitos de heterose, aumento da variabilidade e ganhos com seleção de segregantes superiores cruzando genótipos divergentes dentro de um programa de melhoramento (Bezera Neto et al., 2010). Dessa forma, a avaliação da dissimilaridade genética torna-se uma ferramenta importante para auxiliar na seleção de cultivares, uma vez que permite maior praticidade na identificação de genótipos com as características desejadas, atendendo a necessidade de que o melhoramento seja dinâmico, rápido e economicamente eficiente (Benin et al., 2003).

Cruz (2006) exhibe a metodologia para se estimar medidas de dissimilaridade genética, embasada em variáveis quantitativas e qualitativas, gerando distâncias entre os pares de genótipos. Após a obtenção das distâncias, métodos de agrupamento são empregados, cabendo ao pesquisador escolher algum que melhor represente a população em estudo, visto que não há um número de grupos definido como ideal. O objetivo do agrupamento é separar a fração original estudada em vários subgrupos, de modo que se alcance homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os subgrupos (Bertan et al., 2006). Entre os métodos de agrupamento, o UPMGA é o mais simples para representação de árvores filogenéticas (Cruz e Carneiro, 2003). Este utiliza a média das distâncias entre todos os pares de genótipos para realizar o agrupamento (Cruz e Regazzi, 2001).

Com base nisso, o objetivo do trabalho foi determinar a dissimilaridade genética entre 14 genótipos de aveia preta e identificar a contribuição relativa de cada caractere avaliado para formação da dissimilaridade, a fim de planejar combinações para hibridação.

### **Metodologia**

O experimento foi conduzido na safra de inverno de 2016, na Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen/RS, pelo Laboratório de Melhoramento Genético e Produção de Plantas (LMGPP), localizado nas coordenadas geográficas 27°39'S, 53°42'O e com uma altitude de 490 metros. O clima, de acordo com Alvares et al. (2013), é caracterizado como CFA subtropical úmido, e o solo por sua vez é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Santos et al., 2006).

Para a realização do experimento, foram utilizadas 14 populações de aveia preta. As populações foram formadas a partir de coletas de amostras de sementes as quais eram

cultivadas por produtores rurais durante várias gerações, oriundas de diferentes municípios da região norte do estado do Rio Grande do Sul. Cada população recebeu o nome da cidade de origem: 1: Taquaruçu do Sul; 2: Palmeira das Missões 1; 3: Palmeira das Missões 2; 4: Condor; 5: Alto Alegre; 6: Campos Borges; 7: Chapada; 8: Tenente Portela; 9: Boa Vista das Missões; 10: Salvador das Missões; 11: Santa Rosa; 12: Espumoso; 13: Planalto; 14: Ajuricaba.

As populações foram alocadas em parcelas compostas por 6 m<sup>2</sup>, com espaçamento entre linha de 0,17m e densidade de 300 plantas m<sup>2</sup>. A semeadura foi realizada no dia 14 de junho de 2016. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. As adubações de base e em cobertura seguiram a recomendação do manual de adubação e calagem para a cultura da aveia, a partir de análise de solo. O controle de daninhas foi realizado através de capina manual e os manejos fitossanitários foram realizados preventivamente.

Quando as plantas alcançaram a maturação fisiológica os seguintes caracteres fenotípicos foram analisados: altura de planta (AP), medida entre o nível do solo até o ápice da planta, resultado em centímetros; número de afilhos (NA), obtido através da contagem do número de afilhos; comprimento de panícula (CP), medido de uma extremidade a outra da panícula, resultado em centímetros; número de grãos por panícula (NG), obtido pela contagem dos grãos da panícula; massa da panícula (MP), obtida através da pesagem da panícula, resultado em gramas; e massa de grãos da panícula (MGP), obtida através da pesagem dos grãos da panícula, resultado em gramas.

117

#### Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos para o período de 14/06/2016 a 17/10/2016, foram obtidos do portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), provenientes da estação climatológica automática de Frederico Westphalen - RS (A854), localizada aproximadamente 300 m do experimento. Foram utilizadas as temperaturas máximas e mínimas de cada dia durante o período de condução da cultura. Para a precipitação, realizou-se o acúmulo precipitado diário.

#### Análises estatísticas

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de F ( $p < 0,05$ ), através do modelo estatístico:  $Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}$ , sendo  $\mu$  a média geral do ensaio,  $g_i$  o efeito do genótipo  $i$ ,  $b_j$  o efeito do bloco  $j$ ,  $\varepsilon_{ij}$  o erro aleatório. Para comparação das médias, o teste utilizado foi de Scott-Knott, assumindo 5% de probabilidade de erro.

#### Dissimilaridade

Para estudar a diversidade genética das populações, estimou-se a distância generalizada de Mahalanobis. O dendrograma foi elaborado com base no método de agrupamento UPGMA (método de grupo de par não ponderado com médias aritméticas) (Singh, 1981). O corte do dendrograma separa os genótipos em grupos distintos, e para este estudo foi definido pelo método de Mojena (1977):

$$r = \bar{X} + (kDP)$$

Onde:  $X$  é a média das distâncias;  $DP$  é o desvio padrão de distâncias; e  $k$  é uma constante, considerada aqui como  $k = 1,25$  (Milligan e Cooper, 1985). O ajuste foi medido por meio do coeficiente de correlação cofenético.

A análise da contribuição relativa de cada característica foi estimado de acordo com (Singh, 1981).

Todas as análises estatísticas e a construção do dendrograma foram realizadas utilizando o *software* estatístico Genes (Cruz, 2016).

#### Resultados e discussões

A temperatura média durante o ciclo da cultura foi de 17,8°C, sendo observada uma temperatura mínima de 0,7°C e máxima de 33,7°C (Figura 1). Para o cultivo de espécies anuais de inverno, a amplitude térmica é grande, podendo variar de 10 a 30°C (Zhang et al., 2013). Apesar de se desenvolver em uma ampla faixa de temperatura, o cultivo da aveia preta é favorecido por temperaturas mais baixas antes da floração, variando de 15 a 20°C (Locatelli, 2008). Próximo do período de pré e pós-antese, temperaturas do ar muito baixas, favoráveis para a formação de geadas, prejudicam a formação dos grãos (Leonard e Martinelli, 2005). Para temperaturas altas, Asseng et al. (2015) estudando a cultura do trigo, relataram que temperatura superior a 30°C por longos períodos nesse estágio de desenvolvimento, reduzem

a produtividade, pela redução da taxa de enchimento de grãos. A precipitação acumulada registrada foi de 720.8 mm durante o período do experimento e foi suficiente para suprir as necessidades da cultura (Figura 1). Também observa-se que as maiores precipitações ocorreram próximo do final do ciclo, nos meses de setembro e outubro, o que favorece a ocorrência de doenças e perda de qualidade dos grãos.

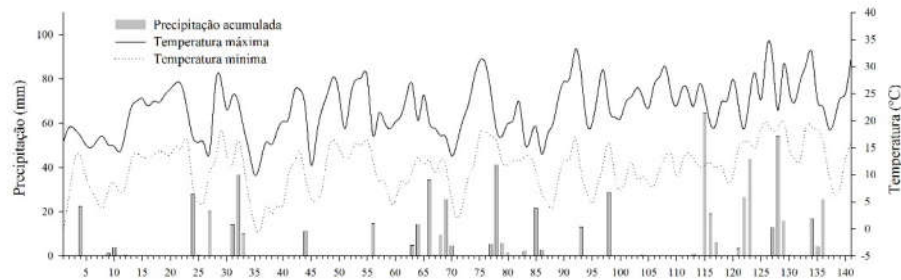


Figura 1. Dados meteorológicos de temperatura máximas, mínimas e de precipitação diária durante o período de cultivo de aveia preta no ano de 2016.

A análise de variância mostrou diferença significativa, assumindo a probabilidade de erro de 5%, para as variáveis AP, NAF e NG (Tabela 1). Isso evidencia a presença de variabilidade genética entre as populações avaliadas, justificando o seu estudo. Para as variáveis CP, MP e MGP, não houve diferença significativa (Tabela 1).

A altura de plantas dos genótipos variou de 118,43 a 132,67 cm. Buerstmayr et al. (2007) estudando 120 genótipos de aveia branca, encontrou uma variação de altura de plantas entre 80 e 140 cm, enquanto que para 108 acessos analisados por Bibi et al. (2012) a altura de plantas de aveia branca ficou entre 66,2 e 175,3 cm, demonstrando maior amplitude. Nos últimos anos, a estatura de planta de aveia sofreu alta pressão de seleção devido a busca por genótipos anões como fonte de genes para baixa estatura, com o objetivo de reduzir o acamamento (Kurek et al., 2002). O acamamento de plantas reduz a produtividade pelo sombreamento de plantas e consequente redução da fotossíntese, além de ocasionar perdas no momento da colheita.

Em relação ao número de afilhos, encontrou-se valores entre 3,73 e 7,97, mostrando-se similar aos resultados obtidos por Nirmalakumari et al. (2013), que verificaram valores

entre 3,3 e 15,67 afilhos por planta. Alto potencial de perfilhamento significa que o material tem capacidade de manter a produtividade de grãos elevada mesmo cultivado em baixa densidade de semeadura (Valério et al. 2009).

O caractere NG apresentou a maior diferença entre os genótipos estudados, variando de 34,77 a 55,07. Slafer et al. (2014) afirmam que o componente do rendimento, número de grãos, age como um mecanismo de regulação da planta em resposta a fatores ambientais ou genéticos, tendo elevada plasticidade.

Tabela 1 - Média de seis variáveis analisadas em 14 genótipos de aveia preta, segundo teste de Scott-Knott. Frederico Westphalen/RS, 2019.

Tratamentos	Variáveis					
	AP	NAF	CP	NG	MP	MGP
1	124.23 d	4.77 b	24.13 a	51.17 b	0.86 a	0.63 a
2	121.53 e	3.73 b	23.86 a	46.73 d	0.72 a	0.52 a
3	123.57 d	5.53 b	24.56 a	44.33 e	0.72 a	0.51 a
4	120.93 e	5.30 b	24.21 a	53.63 a	0.84 a	0.60 a
5	130.77 b	3.77 b	25.58 a	49.00 c	0.88 a	0.64 a
6	118.43 f	3.70 b	22.69 a	41.73 f	0.67 a	0.52 a
7	123.10 d	5.30 b	24.86 a	37.33 h	0.60 a	0.32 a
8	123.93 d	3.80 b	24.68 a	55.07 a	0.88 a	0.62 a
9	132.67 a	6.63 a	23.89 a	42.97 f	0.75 a	0.49 a
10	127.20 c	7.97 a	24.12 a	50.23 c	0.81 a	0.49 a
11	122.97 d	4.13 b	22.59 a	34.77 i	0.57 a	0.39 a
12	132.67 a	4.67 b	24.50 a	48.93 c	0.82 a	0.53 a
13	127.03 c	4.10 b	24.26 a	39.20 g	0.66 a	0.34 a
14	122.43 d	4.67 b	23.88 a	52.27 b	0.77 a	0.53 a
CV(%)	5.94	44.00	4.82	15.32	36.63	23.29

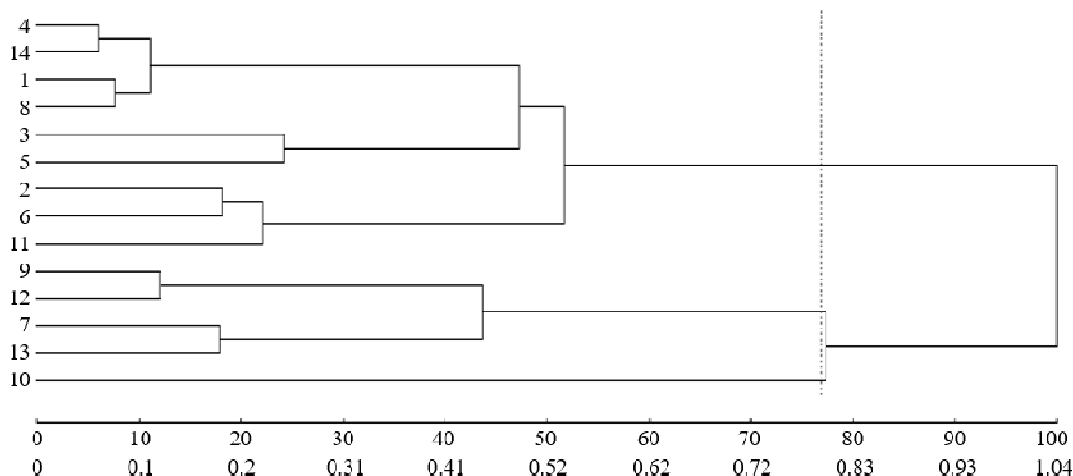
As médias seguidas pela mesma letra na coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. AP: altura de planta (cm); NAF: número de afilhos; CP: comprimento da panícula (cm); NG: número de grãos por panícula; MP: massa da panícula (g); MGP: massa de grãos da panícula (g).

Os resultados indicaram a presença de variabilidade entre as populações, chegando a formação de três grupos distintos, onde as populações estudadas são similares no grupo e divergentes entre grupos. Os grupos formados foram os seguintes: (Grupo 1: 4, 14, 1, 8, 3, 5, 2, 6, 11; Grupo 2: 9, 12, 7, 13; Grupo 3: 10) (Figura 2). Benin et al. (2002) em estudos,

destacam a importância da magnitude da dissimilaridade na escolha dos genitores para novas hibridações, sendo que quanto mais distantes os grupos, mais promissores para cruzamentos.

Uma vez que há baixa variabilidade genética dentro das populações, a introdução de novos acessos para melhorar a base genética é uma das necessidades para o programa de melhoramento, bem como a realização de hibridação. Cruzamentos entre genótipos elites com características que se completam, é o ideal para se obter progênies com variabilidade genética capaz superar os progenitores e obter sucesso no melhoramento (Rasmusson e Phillips, 1997). Portanto, cruzamentos dentro do mesmo grupo não são interessantes no sentido de que irá gerar variabilidade restrita, e a não exploração da diversidade presente, acaba dificultando a obtenção de segregantes desejáveis e diminuindo os ganhos de seleção.

O coeficiente de correlação cofenética para a população estudada foi de 0,73. Sokal e Rohlf (1962) definiram que para uma adequada representação gráfica do dendograma, é preciso que o valor do coeficiente seja superior a 0,7.



121

Figura 2 – Dendrograma de dissimilaridade genética de 14 populações de aveia preta, baseado em 6 caracteres fenotípicos e gerado a partir da distância generalizada de Mahalanobis no método UPMGA. Valor da correlação cofenética (r): 0.73.

A contribuição relativa dos caracteres, segundo método de Singh (1981), variou de 8,44% (altura de planta) a 34,51% (massa de grãos da panícula). Em segundo e terceiro, número de grãos e número de afilhos contribuíram com 18,71% e 17,09%, respectivamente. Os valores são próximos aos encontrados por Santos et al. (2017), estudando duas épocas de semeadura



de aveia branca, onde CP contribuiu 8,15% e 13,36%, e um pouco superiores para AP 11,3% e 13,45%.

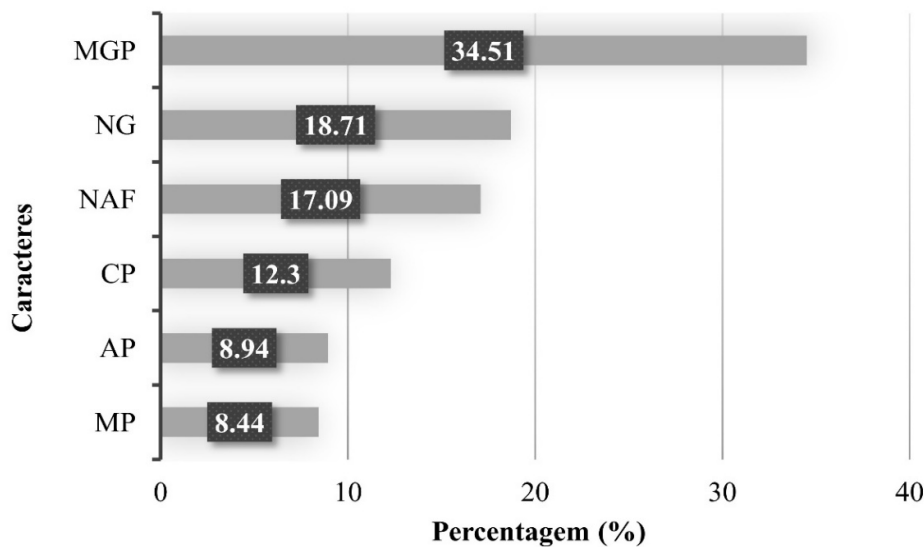


Figura 3 - Contribuição relativa dos caracteres altura de planta (AP), número de afilhos (NAF), comprimento da panícula (CP), número de grãos, massa da panícula (MP) e massa de grãos da panícula (MGP) para dissimilaridade genética de 14 populações de aveia preta, determinada pelo método de Singh (1981).

### Conclusão

As populações estudadas apresentam variabilidade genética, sendo constatado pela formação de três grupos distintos. Cruzamentos entre os genótipos dos grupos mais distantes são promissores para aumento da variabilidade. Nesse sentido, algumas das possíveis melhores combinações seriam as seguintes: 4 x 10, 14 x 10, 1 x 10, 8 x 10, 3 x 10, 5 x 10, 2 x 10, 6 x 10 e 11 x 10.

Os caracteres MGP e NG apresentaram a maior contribuição para formação da dissimilaridade genética entre os acessos avaliados.

## Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

ASSENS, S.; EWERT, F.; MARTRE, P.; RÖTTER, R.P.; B. LOBELL, D.; CAMMARANO, D.; A. KIMBALL, B.; OTTMAN, M.; W. WALL, G.; WHITE, J.; REYNOLDS, M.; D. ALDERMAN, P.; PRASAD, P.V.V.; AGGARWAL, P.K.; ANOTHAI, J.; BASSO, B.; BIERNATH, C.; CHALLINOR, A.; DE SANCTIS, G.; ZHU, Y. Rising temperatures reduce global wheat production. **Nature Climate Change**, v.5, n., p.143-147, 2015.

BENIN, G.; CARVALHO, F.I.F.; ASMANN, I.C.; CIGOLINI, J.; Cruz, P.J.; MARCHIORO, V.S.; LORENCETTI, C.; Silva, J.A.G. Identificação da dissimilaridade genética entre genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) do grupo preto. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.8, p.179-1984, 2002.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A. J.; SILVA, J. A. G.; CARGNIN, A.; SIMIONI, D. Estimativas de correlações e coeficientes de trilha como critérios de seleção para rendimento de grãos em aveia. **Revista Brasileira Agrociência**, v.9, n.1, p.09-16, 2003.

BENIN, G.; HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; BERTAN, I.; SILVA, J. A. G.; VALÉRIO, I. P.; RIBEIRO, G. Repeatability estimates of genetic, phenotypic and environmental correlations in oats with and without fungicide application. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.183-190, 2005.

BERTAN, I.; CARVALHO, F.I.F. de; OLIVEIRA, A.C. de; VIEIRA, E.A.; HARTWIG, I.; SILVA, J.A.G. da; SHIMIDT, D.A.M.; VALÉRIO, I.P.; BUSATO, C.C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 03, p. 279-286, 2006.

BEZERRA NETO, F. V.; LEAL, N. R.; GONÇALVES, L. S. A.; FILHO, L. de M. R.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do. Descritores quantitativos na estimativa da divergência genética entre genótipos de mamoneira utilizando análises multivariadas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 294-299, 2010.

BIBI, A.; SHAHZAD, A.N.; SADAQUAT, H.A.; TAHIR, M.H.N.; FATIMA, B. Genetic characterization and inheritance studies of oats (*Avena sativa* L.) for green fodder yield. **International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences**, v.1, p.450-460, 2012.

BRASIL. Lei no 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a Lei de Proteção de Cultivares. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9456.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9456.htm) >. Acesso em: 15 mai. 2019.

BRASIL. Proteção de Cultivares no Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: Mapa**, 2011. p. 206.

BUERSTMAYR , H.; KRENN, N.; STEPHAN, U.; GRAUSGRUBER, H.; ZECHNER, E. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under Central European growing conditions. **Field Crops Research**, v.101, p.343-351, 2007.

CONAB. Portal de Informações Agropecuárias. Brasília, 2019. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/item/download/24634\\_cbbabf67674b5faaa606632a7e5ed8fc](https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras/item/download/24634_cbbabf67674b5faaa606632a7e5ed8fc) > Acesso em: 10 mai. 2019.

COVER, C.; FEDERIZZI, L.C.; PACHECO, M.T. Caracterização fenotípica e genotípica de caracteres agronômicos em uma população de linhagens recombinantes de aveia (*Avena sativa* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.4, p. 573-579, 2011.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. **Viçosa, UFV**, 2001. 390p.

CRUZ C. D; CARNEIRO P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. **Viçosa: UFV**, v.2, p.585, 2003.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. **Viçosa: UFV**, 2006. 586 p.

CRUZ, C. D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 38, p. 547-552, 2016.

FEDERIZZI, L.C.; PACHECO, M.P. Programa de melhoramento genético de aveia da UFRGS: 35 anos de história. In: **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia**, 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: UFRGS, p.202-205, 2009.

GUIMARÃES, W. N. R.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, E. F.; FERRAZ, G. M. G.; OLIVEIRA, F. J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 37- 45, 2007.

HAWERROTH, M.C.; BARBIERI, R.L.; SILVA, J.A.G.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. Importância e dinâmica de caracteres na aveia produtora de grãos. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**. p.56, 2014.

KUREK, A.J; CARVALHO, F.I.F de; CRUZ, P; LORENCETTI, C; CARGNIN, A; SIMIONI, D. Variabilidade em genótipos fixos de aveia branca estimada através de caracteres morfológicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, p.13-17, 2002.

LEONARD K.J., MARTINELLI J.A. Virulence of oat crown rust in Brazil and Uruguay. **Plant Disease**, n.89, p.802-808, 2005.

LOCATELLI, A. B.; FEDERIZZI, L. C.; MILACH, S. C. K.; MCELROY E. R. Flowering time in oat: Genotype characterization for photoperiod and vernalization response. **Field Crops Research**, Wageningen, v. 106, n. 3, p. 242-247, 2008.

MILLIGAN, G.; COOPER, M. An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set. **Psychometrika**, Springer-Verlag, v.50, n. 2, p. 159-179, 1985.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules; an evaluation. **Computer Journal**, London, v. 20 n. 359-363, 1977.

NIRMALAKUMARI, A.; SELLAMMAL, R.; THAMOTHARAN, G.; EZHILARASI, T.; RAVIKESAVAN, R. Trait association and path analysis for grain yield in oat in the western zone of Tamil Nadu. **International Journal of Agricultural Science and Research**, v.3, p.309-316, 2013.

PELTONEN - SAINIO, P. Morphological and physiological characters behind high-yielding ability of oats (*Avena sativa*), and their implications for breeding. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.25, p.247-252, 1990.

RASMUSSEN, D.C; PHILLIPS, R.L. Plant breeding progress and genetic diversity from de novo variation and elevated epistasis. **Crop Science**, Madison, v.37, n.2, p.303-310, 1997.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. Sistema brasileiro de classificação de solos. **Embrapa**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.

SANTOS, J.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; LÂNGARO, N. C.; BRAMMER, S. P. Instability of the expression of morphological and phenological descriptors to environmental variation in white oat. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 683-698, mar./abr. 2017.

SILVA, S.A.; CARVALHO, F.I.F de; NEDEL, J.L.; CRUZ, P.J.; SILVA, J.A.G. da; CAETANO, V.R.; HARTWIG, I.; SOUZA, C. da S. Análise de trilha para os componentes de rendimento de grãos em trigo. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.191-196, 2005.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v.41, p.237-245,1980.

SLAFER, G. A.; SAVIN, R.; SADRAS, V.O. Coarse and fine regulation of wheat yield components in response to genotype and environment. **Field Crops Research**, v.157, p.71-83, 2014.

SOKAL, R.R.; ROHLF, J.F. The comparison of dendrograms by objective methods. **Official News Bulletin of the International Association for Plant**, Kansas, v. 11, n.2, p. 33-40, 1962.

VALÉRIO, I. P.; CARVALHO, F.I.C.; OLIVEIRA, A.C. de; BENIN, G.; MAIA, L.C.; SILVA, J.A.G.; SCHIMIDT, D.M.; SILVEIRA, G. da. Fatores relacionados à produção e desenvolvimento de afilhos em trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, supl. 1, p. 1207-1218, 2009.

ZHANG, H.-X.; R. MCGILL, C.; IRVING, L.; KEMP, P.; ZHOU, D. A Modified Thermal Time Model to Predict Germination Rate of Ryegrass and Tall Fescue at Constant Temperatures. **Crop Science**, v.53, n., p.240, 2013.