

**Variabilidade Fenotípica
entre Cultivares Brasileiras,
Americanas e Canadenses
de Aveia Branca**





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-918X

Maio, 2006

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 165

Variabilidade Fenotípica entre Cultivares Brasileiras, Americanas e Canadenses de Aveia Branca

Eduardo Alano Vieira
Fernando Irajá Félix de Carvalho
Marília Santos Silva
Josefino de Freitas Fialho

Planaltina, DF
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *José de Ribamar N. dos Anjos*

Secretária-Executiva: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Rosângela Lacerda de Castro

Capa: *Jussara Flores de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2006): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação na publicação.

Embrapa Cerrados.

V299 Variabilidade fenotípica entre cultivares brasileiras, americanas e canadenses de aveia branca / Eduardo Alano Vieira ... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2006.

18 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 165)

1. Melhoramento genético vegetal. 2. Aveia. 3. Fenótipo. I. Vieira, Eduardo Alano. II. Série.

631.52 - CDD 21

© Embrapa 2006

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 6 |
| Introdução | 7 |
| Material e Métodos | 8 |
| Resultados e Discussão | 10 |
| Conclusões | 16 |
| Referências | 16 |

Variabilidade Fenotípica entre Cultivares Brasileiras, Americanas e Canadenses de Aveia Branca

Eduardo Alano Vieira¹

Fernando Irajá Félix de Carvalho²

Marília Santos Silva³

Josefino de Freitas Fialho⁴

Resumo – A variabilidade genética em programas de melhoramento pode ser incrementada pela introdução de germoplasma. Entretanto, é necessário que se conheça a distância genética entre esses e os genótipos locais, para que se maximizem as chances de êxito. O trabalho objetivou estimar a distância genética entre 15 cultivares de aveia branca, das quais 11 são estrangeiras (10 americanas e 1 canadense) e 4, brasileiras. O experimento foi conduzido em 2004 na área experimental da UFPEL. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições. Os dados aferidos foram submetidos à análise de variância e foi estimada a matriz de distâncias de Mahalanobis entre os genótipos. A partir da matriz de distâncias foi construído um dendrograma, que permitiu a divisão das cultivares em três grupos: (I) cultivares brasileiras UPFA 22, URS 21 e UPFA 20; (II) cultivar UPF 18 e (III) todos os genótipos estrangeiros. Os genótipos estrangeiros diferenciaram-se dos brasileiros principalmente em função de evidenciarem elevada estatura e um ciclo longo. Os genótipos estrangeiros avaliados apresentam grandes problemas de adaptação às condições brasileiras de cultivo e, dessa forma, são necessários novos estudos a fim de avaliar a possibilidade da utilização dessas constituições genéticas em futuros cruzamentos artificiais.

Termos para indexação: melhoramento genético, variabilidade genética, introdução de cultivares.

¹ Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Cerrados, vieiraea@cpac.embrapa.br

² Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Pelotas, carvalho@ufpel.tche.br

³ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, marilia@cpac.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, josefino@cpac.embrapa.br.

Phenotypical Variability among Brazilian, American and Canadian White Oat Cultivars

Abstract - *The genetic in a breeding program can be increased through the introduction of exotic constitutions. However it is necessary to know the genetic distance among them and the local genotypes, to maximize the chances of success. The objective of this work was to estimate the genetic distance among 15 white oat cultivars, being 11 foreign (10 american and 1 canadian) and 4 brazilian cultivars. The experiment was conducted in the winter season of 2004 at the UFPEl experimental area. The experimental design was random blocks with three replications. The data were subjected to variance analysis and it was estimated the distance matrix of Mahalanobis. Based on the distance matrix among all individuals, a dendrogram was built. The studied cultivars were divided in three groups: group (I) brazilian cultivars UPFA 20, UPFA 22 and URS 21; group ((II) cultivar UPF 18 and group III) by all foreign genotypes. The foreign genotypes differentiate from brazilian mainly as, a function oh high plant stature and longer cycle. The foreign genotypes evaluated present large problems of adaptation to the brazilian cultivating conditions and therefore, new studies are necessary to properly evaluate the possibility of using these genetic constitutions in future artificial crosses.*

Index terms: plant breeding, genetic variability, cultivar introduction.

Introdução

O processo de melhoramento genético está fundamentado na seleção de genótipos superiores em populações segregantes, que normalmente são obtidas por cruzamento artificial entre genótipos contrastantes. O progresso genético é dependente da quantidade de variabilidade genética presente na população segregante e da qualidade dos genes herdados dos genitores ([ALLARD, 1999](#)). Assim, é necessária a presença de variabilidade genética livre para que a seleção seja efetiva e também que essa variabilidade seja constituída preferencialmente por genes de elevada qualidade, caso contrário, o ganho genético não será o almejado. O que evidencia um dos principais desafios dos programas de melhoramento genético, que é a incorporação de variabilidade genética nas populações segregantes, sem ou com o mínimo possível de genes indesejáveis.

A estimativa das distâncias genéticas é importante por informar a respeito do grau de relacionamento entre os genótipos que constituem o germoplasma dos programas de melhoramento e, assim, auxiliar de forma direta na escolha dos genitores a serem empregados em cruzamentos artificiais. A seleção de genitores distantes gera a perspectiva de se obter uma população base, com ampla variabilidade genética e elevada frequência de indivíduos transgressivos, uma vez que a heterose e a capacidade específica de combinação entre genitores dependem da existência de dominância no controle do caráter e da presença de diferenças genéticas entre os genótipos ([FALCONER; MACKAY, 1996](#)). Todavia, para que tal expectativa seja confirmada, é necessário que os genitores associem média elevada e variabilidade para os caracteres que estão sendo melhorados. Confirmada a expectativa da presença de variabilidade, é esperado que indivíduos com médias superiores para o caráter de interesse apresentem genes distintos controlando-o, sendo possível, então, por meio de hibridação artificial, recombinar tais genes em uma nova constituição genética, superior a ambos os genitores (genótipo transgressivo).

A variabilidade genética em um programa de melhoramento pode ser incrementada pela introdução de constituições genéticas exóticas. Mas é necessário que se conheça o grau de divergência genética entre essas constituições e os genótipos locais, para que se maximizem as chances de êxito. Em aveia (*Avena sativa* L.), a distância genética entre genótipos vem sendo determinada por meio de marcadores moleculares ([LI et al., 2000](#); [FU et al., 2003](#); [FU et al., 2004](#); [VIEIRA et al., 2005](#)), coeficiente de parentesco ([VIEIRA](#)

[et al., 2005](#)) e caracteres fenotípicos, em associação com técnicas multivariadas ([KUREK, et al., 2002](#); [BENIN et al., 2003a,b](#); [MARCHIORO, et al., 2003](#)). A utilização de caracteres fenotípicos na estimativa da distância genética permite a estimativa do grau de divergência e o desempenho por si só das constituições genéticas, com base nos caracteres alvo da seleção artificial.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estimar a distância genética entre 15 cultivares de aveia (*Avena sativa* L.), das quais 11 são estrangeiras e 4, brasileiras, por meio da utilização de 11 caracteres fenotípicos.

Material e Métodos

As 15 cultivares de aveia utilizadas neste trabalho, seus países de origem, ano de lançamento e entidade que as desenvolveu estão incluídos na [Tabela 1](#). Tais cultivares foram selecionadas em razão da importância que apresentam em seus países de origem. Para a mensuração dos caracteres morfológicos, foi conduzido um experimento no ano agrícola de 2004, na área experimental do Centro de Genômica e Fitomelhoramento da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas (CGF/FAEM/UFPel), no Município de Capão do Leão, o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O município está situado a 31° 52' 00" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste, a uma altitude de 13,24 m.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos casualizados com três repetições, sendo as parcelas compostas por cinco fileiras de 5 m, espaçadas de 0,20 m. A área útil da parcela foi constituída pelos quatro metros centrais das três fileiras internas. Os tratos culturais, assim como o controle de pragas e moléstias, foram realizados de acordo com as Indicações Técnicas para a Cultura da Aveia ([COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2003](#)).

Foram avaliados 11 caracteres morfológicos: (i) dias da emergência ao florescimento, número de dias decorridos entre a emergência e que 50 % das plantas evidenciassem a panícula principal completamente expandida (DEF); (ii) dias da emergência à maturação, número de dias entre a emergência das plantas e a colheita dos grãos (DEM); (iii) dias do florescimento à maturação, número de dias decorridos entre o florescimento e a colheita dos grãos (DFM); (iv) estatura de planta, medida em centímetros da base da planta na superfície do solo ao ápice da panícula (EP); (v) número de afilhos férteis por metro (AFM); (vi) rendimento de grãos em kg ha⁻¹ (RG); (vii) peso do hectolitro em kg hL⁻¹ (PH); (viii) peso de mil grãos (PMG); e, por meio da avaliação de 20 plantas, por

parcela, foram estimados: (ix) peso da panícula principal em gramas (PPP); (x) número de grãos da panícula principal (NGPP); (xi) peso de grãos da panícula principal em gramas (PGPP).

Os dados dos caracteres avaliados foram submetidos à análise de variância, segundo o delineamento em blocos ao acaso com três repetições e, posteriormente, as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Scott e Knott ([SCOTT; KNOTT, 1974](#)), a 5 % de probabilidade de erro. Depois, foi estimada a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) entre todos os pares de genótipos, a partir das médias padronizadas, por meio do programa computacional Genes ([CRUZ, 2001](#)). Com base na matriz de distância genética, foi construído um dendrograma utilizando o método de agrupamento da distância média (UPGMA). O ajuste entre a matriz de distâncias e o dendrograma foi estimado pelo coeficiente de correlação cofenética (r) ([SOKAL; ROHLF, 1962](#)), por meio do programa computacional NTSYS pc 2.1 ([ROHLF, 2000](#)).

Tabela 1. Cultivares de aveia avaliadas, países de origem, anos de lançamento em escala comercial e entidades que as desenvolveram.

| Cultivar | País de origem | Ano de lançamento | Entidade |
|------------|----------------|-------------------|--|
| UPFA 22 | Brasil | 2002 | Universidade de Passo Fundo |
| URS 21 | Brasil | 2000 | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| UPFA 20 | Brasil | 2001 | Universidade de Passo Fundo |
| UPF 18 | Brasil | 1999 | Universidade de Passo Fundo |
| Hi-Fi | EUA | 2001 | Universidade de North Dakota |
| Rodeo | EUA | 1996 | Universidade de Illinois |
| Starter | EUA | 1986 | Universidade de Minnesota |
| Richard | EUA | 2000 | Universidade de Minnesota |
| Portage | EUA | 1960 | Universidade de Wisconsin |
| Milton | EUA | 1994 | Universidade de Minnesota |
| Belle | EUA | 1995 | Universidade de Wisconsin |
| Leonard | EUA | 2002 | Universidade de Minnesota |
| Sesqui | EUA | 2001 | Universidade de Minnesota |
| Vista | EUA | 1999 | Universidade de Wisconsin |
| Assiniboia | Canadá | 1995 | Centro de Agricultura do Canadá (Winnipeg) |

Em seguida, foi definido o ideótipo (genótipo ideal proposto pelo melhorista), com base nas maiores médias, dentre as cultivares avaliadas, para os caracteres DFM, AFM, RG, PH, PMG, PPP, NGPP e PGPM e, por meio das menores médias, para os caracteres DEF, FEM e EP. Posteriormente, foram estimadas as distâncias de Mahalanobis (D^2), a partir de dados padronizados, entre todos os 15 genótipos trabalhados, e o ideótipo, com o auxílio do programa computacional Genes ([CRUZ, 2001](#)). Dessa forma, as constituições genéticas foram classificadas de acordo com a distância que apresentaram em relação ao ideótipo, ou seja, de acordo com o índice de seleção da distância ao ideótipo. Foram consideradas como as melhores cultivares aquelas que apresentaram as menores distâncias em relação ao ideótipo.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância evidenciaram a existência de diferenças genéticas entre os genótipos, uma vez que foram detectadas variações significativas ($P < 0,01$) para todos os caracteres aferidos ([Tabela 2](#)). Os resultados evidenciaram também a existência de uma ampla variação para a maioria dos caracteres, como pode ser observado por meio da comparação entre as maiores e as menores médias de cada um dos caracteres (Tabelas 2). Ainda na Tabela 2, é possível observar que os coeficientes de variação foram baixos, variando de 1,07 % a 12,88 %, revelando, assim, a elevada precisão experimental do trabalho.

Entre os caracteres avaliados, o que apresentou o maior número de classes distintas, no teste de comparação de médias, foi a estatura de planta (EP) com sete classes. As médias de EP dos genótipos variaram de 146 cm, para a cultivar canadense Assiniboia, a 90 cm, para a cultivar brasileira UPFA 22. Para esse caráter, foi observado que as cultivares estrangeiras evidenciaram médias superiores às brasileiras (Tabela 2), o que sugere que tais cultivares poderiam apresentar dificuldades em relação ao acamamento.

Quanto aos caracteres relacionados ao ciclo da planta (DEF, DEM e DFM), foi detectado que os genótipos estrangeiros expressaram um período maior tanto da emergência ao florescimento quanto da emergência à maturação, em relação aos genótipos brasileiros (Tabela 2), sendo que a cultivar nacional que mais se aproximou das médias dos estrangeiros foi a UPF 18. Entretanto, os genótipos estrangeiros e a cultivar brasileira UPF 18 evidenciaram um período reduzido entre o florescimento e a maturação.

Tabela 2. Comparação de médias e resumo das análises de variância univariada dos caracteres: dias da emergência ao florescimento (DEF), dias da emergência à maturação (DEM), dias do florescimento à maturação, estatura de planta (EP), número de afilhos férteis por metro (AFM), rendimento de grãos (RG), peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG), peso da panícula principal (PPP), número de grãos da panícula principal (NGPP) e peso de grãos da panícula principal (PGPP) em 15 cultivares de aveia.

| Genótipos | Caracteres | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| | DEF (dias) | DEM (dias) | DFM (dias) | EP (cm) | AFM (unidades) | RG (kg ha ⁻¹) | PH (kg hL ⁻¹) | PMG (g) | PPP (g) | NGPP (unidades) | PGPP (g) |
| Robo | 109,33 [#] | 135,33 [#] | 26,00 [#] | 140,00 [#] | 63,00 [#] | 2594,33 [#] | 32,33 [#] | 25,00 [#] | 3,04 [#] | 94,53 [#] | 2,3 [#] |
| Vista | 115,67 [#] | 144,67 [#] | 29,00 [#] | 145,00 [#] | 49,00 [#] | 2016,67 [#] | 28,67 [#] | 24,12 [#] | 2,50 [#] | 81,27 [#] | 1,95 [#] |
| UPFA 22 | 64,33 [#] | 107,33 [#] | 43,00 [#] | 90,00 [#] | 85,00 [#] | 2285,33 [#] | 42,00 [#] | 35,83 [#] | 2,19 [#] | 51,13 [#] | 1,84 [#] |
| Asinilônia | 116,33 [#] | 143,00 [#] | 26,67 [#] | 146,67 [#] | 41,33 [#] | 1681,33 [#] | 26,33 [#] | 24,96 [#] | 3,53 [#] | 101,53 [#] | 2,53 [#] |
| Portage | 110,67 [#] | 139,00 [#] | 28,33 [#] | 135,00 [#] | 52,67 [#] | 1439,00 [#] | 27,67 [#] | 27,11 [#] | 2,51 [#] | 71,60 [#] | 1,94 [#] |
| Leonard | 115,67 [#] | 138,33 [#] | 22,67 [#] | 135,00 [#] | 49,67 [#] | 1717,67 [#] | 24,00 [#] | 25,30 [#] | 2,72 [#] | 81,47 [#] | 2,06 [#] |
| Starter | 109,00 [#] | 135,00 [#] | 26,00 [#] | 124,00 [#] | 51,00 [#] | 2261,00 [#] | 33,67 [#] | 27,42 [#] | 2,77 [#] | 84,07 [#] | 2,30 [#] |
| URS 21 | 77,67 [#] | 115,33 [#] | 37,67 [#] | 110,00 [#] | 93,33 [#] | 2940,67 [#] | 42,33 [#] | 34,00 [#] | 2,28 [#] | 57,13 [#] | 1,94 [#] |
| Isle | 115,33 [#] | 143,33 [#] | 28,00 [#] | 130,00 [#] | 62,00 [#] | 1472,00 [#] | 30,33 [#] | 21,33 [#] | 2,20 [#] | 79,00 [#] | 1,67 [#] |
| Richard | 109,33 [#] | 140,00 [#] | 30,67 [#] | 135,00 [#] | 50,00 [#] | 2881,00 [#] | 32,33 [#] | 25,73 [#] | 3,02 [#] | 94,60 [#] | 2,42 [#] |
| UPF 18 | 96,33 [#] | 110,67 [#] | 14,33 [#] | 115,00 [#] | 84,67 [#] | 3735,33 [#] | 39,67 [#] | 39,92 [#] | 3,53 [#] | 74,53 [#] | 2,99 [#] |
| Milton | 115,00 [#] | 140,33 [#] | 25,33 [#] | 123,33 [#] | 62,33 [#] | 3020,33 [#] | 35,33 [#] | 28,53 [#] | 2,92 [#] | 83,00 [#] | 2,37 [#] |
| HHI | 105,00 [#] | 135,33 [#] | 30,33 [#] | 136,67 [#] | 59,33 [#] | 2848,00 [#] | 32,67 [#] | 26,73 [#] | 2,64 [#] | 76,60 [#] | 2,04 [#] |
| UPFA 20 | 78,67 [#] | 115,33 [#] | 36,67 [#] | 98,33 [#] | 53,33 [#] | 3416,33 [#] | 39,67 [#] | 48,23 [#] | 3,14 [#] | 56,60 [#] | 2,72 [#] |
| Sesqui | 115,33 [#] | 137,33 [#] | 22,00 [#] | 130,00 [#] | 50,33 [#] | 1263,00 [#] | 31,33 [#] | 24,63 [#] | 2,57 [#] | 75,87 [#] | 1,89 [#] |
| Itaipu | 64,33 | 107,33 | 43,00 | 90,00 | 93,33 | 3735,33 | 42,33 | 48,23 | 3,53 | 101,53 | 2,99 |
| EV (E) | | | | | | | | | | | |
| QM _{Genótipos} (14) | 834,50 [*] | 495,26 [*] | 144,08 [*] | 818,87 [*] | 709,09 [*] | 114712,06 [*] | 95,51 [*] | 156,38 [*] | 0,54 [*] | 612,76 [*] | 0,40 [*] |
| QM _{Resíduo} (28) | 1,23 | 6,45 | 7,13 | 17,37 | 18,13 | 1754946,23 | 6,54 | 5,43 | 0,11 | 93,06 | 0,08 |
| CV (%) | 1,07 | 1,93 | 9,39 | 3,30 | 7,04 | 11,15 | 7,74 | 7,96 | 11,96 | 12,44 | 12,88 |

[#]Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente em 5 % de significância pelo teste de separação de médias de Scott e Knott.

^{*}Significativo em 1 % de probabilidade de erro pelo teste F.

Os programas brasileiros de melhoramento genético de aveia buscam constituições genéticas com reduzido ciclo (DEF e DEM), uma vez que a aveia é cultivada na estação fria, antes das principais culturas de verão (como a soja). Assim, é necessário que a aveia apresente um ciclo reduzido para não retardar a semeadura das culturas de verão ([BARBOSA-NETO et al., 2000](#)). Entretanto, é preciso que as cultivares de aveia apresentem um período relativamente longo entre o florescimento e a maturação (DFM), a fim de que seja oportunizado um maior período de enchimento de grãos e, por consequência, seja obtido um maior RG ([BENIN et al., 2003a](#)). Nesse sentido, as cultivares estrangeiras apresentaram grande desvantagem em relação às brasileiras, já que revelaram um maior ciclo (DEF e DEM) e um período curto entre o florescimento e a maturação (DFM). O maior ciclo dos genótipos estrangeiros pode ser explicado pelo fato de eles serem cultivados durante o verão nos seus países de origem (Canadá e EUA), o que faz com que necessitem de um fotoperíodo mais longo para florescerem, em relação aos genótipos adaptados às condições brasileiras, ou que apresentem resposta facultativa para a exigência em frio com combinação de genes de vernalização (*Vrn*) e de resposta ao fotoperíodo (*Ppd*)¹.

Quanto aos caracteres relacionados ao RG: (i) as cultivares brasileiras evidenciaram PH e PMG superiores aos genótipos estrangeiros; (ii) praticamente não houve uma estratificação entre as cultivares de acordo com a origem para os caracteres PPP e PGPP e (iii) os genótipos estrangeiros e o brasileiro UPF 18 evidenciaram um maior NGPP (Tabela 2). Os seja, as cultivares estrangeiras tenderam a expressar um elevado NGPP; entretanto, esses grãos apresentaram peso inferior aos grãos das cultivares brasileiras, o que pode ser decorrência do curto período que estes apresentam entre o florescimento e a maturação (período curto de enchimento dos grãos). [Benin et al. \(2005\)](#) já haviam relatado a ocorrência em aveia de uma correlação negativa entre NGPP e PMG. Em relação ao caráter RG, que é o mais importante em um programa de melhoramento, os genótipos que evidenciaram as maiores médias foram os brasileiros UPF 18 e UPFA 20. Contudo, alguns genótipos estrangeiros (Milton, Richard, Hi-Fi e Rodeo) também apresentaram um RG considerado elevado e situaram-se, no teste de comparação de médias, com a segunda média mais elevada, juntamente com a da cultivar brasileira URS 21 ([Tabela 2](#)).

¹ Comunicação pessoal de Fernando Irajá Félix de Carvalho ao autor.

A distância de Mahalanobis (D^2) estimada com base nos 11 caracteres morfológicos aferidos revelou como constituições genéticas mais similares Richard e Rodeo e, como mais distantes, Assiniboia e UPFA 22. O dendrograma gerado permitiu a partição dos genótipos em três grupos: grupo 1 - formado pelas cultivares brasileiras UPFA 22, URS 21 e UPFA 20; grupo 2 - constituído pela cultivar brasileira UPF 18 e o grupo 3 - representado por todas as cultivares estrangeiras (Fig. 1). O coeficiente de correlação cofenética do dendrograma ($r = 0,88$) evidenciou um excelente ajuste entre a representação gráfica das distâncias e a sua matriz original ([SOKAL; ROHLF, 1962](#)), o que dá suporte às inferências realizadas pela análise visual da Fig. 1.

As cultivares estrangeiras tiveram uma pequena distância genética ([Fig. 1](#)), entretanto tal resultado não pode ser encarado como um indicativo seguro de que a base genética de tais constituições genéticas realmente seja estreita, uma vez que essa pequena distância pode ser decorrência do fato de as cultivares terem sido selecionadas fora do País e, portanto, não estarem adaptadas às condições de cultivo do Brasil, o que não permitiu a elas expressarem todo o seu potencial genético e, assim, evidenciarem uma maior divergência. No entanto, alguns trabalhos vêm sugerindo que as cultivares brasileiras possuem uma variabilidade genética superior à das estrangeiras, visto que, após a análise de 96 cultivares canadenses de aveia, com marcadores AFLP, [Fu et al. \(2004\)](#) relataram um nível de polimorfismo de 42,8 %, valor inferior ao detectado por [Vieira et al. \(2005\)](#), após análise de 11 cultivares brasileiras de aveia, com marcadores AFLP (77 % de polimorfismo).

A cultivar nacional UPF 18 revelou uma distância genética maior em relação ao grupo formado pelas demais cultivares brasileiras do que em relação ao grupo das cultivares estrangeiras (Fig. 1). Tal resultado pode ser explicado pelo fato da UPF 18 ter, assim como a maioria das cultivares estrangeiras, elevado DEF, EP e NGPP e reduzido DFM ([Tabela 2](#)).

Germoplasma exótico pode ser incorporado em um programa de melhoramento genético basicamente de três maneiras: (i) por simples introdução de cultivares; (ii) por introgressão de caracteres específicos (genes) do germoplasma exótico nas constituições genéticas adaptadas ao local, o que normalmente é realizado por retrocruzamentos sucessivos; (iii) por incorporação de constituições genéticas, o que é utilizado quando se objetiva aumentar a base genética das populações de melhoramento; contudo, tal estratégia requer um esforço maior

por parte do melhorista, uma vez que envolve a realização de um grande número de cruzamentos entre genótipos adaptados e não adaptados, bem como a seleção da população resultante por um grande número de gerações (para reduzir a frequência de genes não adaptados) no local alvo do programa de melhoramento (FAO, 1996).

Os resultados obtidos evidenciaram que nenhuma das cultivares exóticas avaliadas apresenta potencial para ser introduzida e prontamente cultivada no Brasil, já que as estrangeiras apresentam sérios problemas de adaptação ao ambiente brasileiro de cultivo, elevados DEF, DEM e EP e reduzidos DFM, AFM e PH (Tabela 2), o que inviabiliza a simples adoção de tais cultivares. Esse cenário pode ser verificado pela análise do índice de seleção da distância ao ideótipo, em que claramente nenhuma cultivar estrangeira aproximou-se do ideótipo proposto no trabalho (Tabela 3). A cultivar estrangeira que mais se aproximou do ideótipo (Hi-Fi) revelou uma distância mais de dez vezes superior à evidenciada pelo genótipo brasileiro que mais se aproximou do ideótipo UPFA 22.

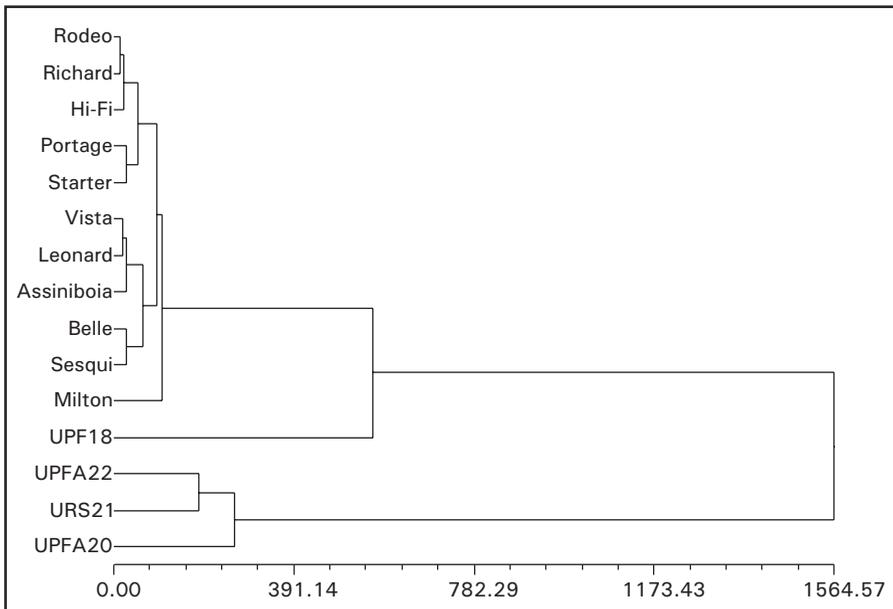


Fig. 1. Dendrograma resultante da análise de 15 cultivares de aveia, obtido pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância de Mahalanobis (com base em 11 caracteres fenotípicos) como medida de distância genética. O valor do coeficiente de correlação cofenética (r) é de 0,88.

Tabela 3. Índice de seleção da distância ao ideótipo (IDI) das 15 cultivares de aveia avaliadas.

| Cultivar | IDI | Ranking |
|------------|---------|-----------------|
| UPFA 22 | 169,97 | 1 ^o |
| URS 21 | 305,60 | 2 ^o |
| UPFA 20 | 673,71 | 3 ^o |
| UPF 18 | 1162,75 | 4 ^o |
| Hi-Fi | 1924,57 | 5 ^o |
| Rodeo | 2252,13 | 6 ^o |
| Starter | 2267,04 | 7 ^o |
| Richard | 2322,86 | 8 ^o |
| Portage | 2561,32 | 9 ^o |
| Milton | 2731,92 | 10 ^o |
| Belle | 2884,16 | 11 ^o |
| Leonard | 2991,80 | 12 ^o |
| Sesqui | 3000,70 | 13 ^o |
| Vista | 3069,11 | 14 ^o |
| Assiniboia | 3242,19 | 15 ^o |

Em relação à possibilidade da introgressão de genes das cultivares estrangeiras avaliadas no germoplasma brasileiro, os resultados obtidos não permitem que sejam realizadas inferências a esse respeito, porque, para isso, os genótipos precisariam ser avaliados em estudos direcionados a tal propósito, como: resistência a pragas e moléstias, tolerância ao alumínio tóxico, tolerância ao manganês tóxico, resistência ao acamamento. Entretanto, cabe ressaltar que, como a aveia branca (*Avena sativa* L.) é uma espécie hexaplóide, provavelmente sejam enfrentados problemas adicionais para a introgressão de genes, em função de eles apresentarem segregação complexa.

Para que tais genótipos sejam utilizados nos programas brasileiros de melhoramento, faz-se necessário um trabalho mais demorado de incorporação deles ao germoplasma nacional. Isso envolve a recombinação de algumas dessas cultivares com cultivares brasileiras e a manutenção de grandes populações segregantes a campo, a fim de possibilitar a seleção de constituições genéticas superiores, bem como sucessivos ciclos de seleção e recombinação, para eliminar os caracteres indesejados e permitir a incorporação de novos genes ao germoplasma nacional. Para tal propósito, algumas constituições genéticas

merecem destaque, como Rodeo, Richard, Milton e Hi-Fi, que evidenciaram o maior potencial de RG dentre as cultivares exóticas, sendo que destaque especial deve ser dado às cultivares americanas Milton e Hi-Fi. A primeira, além de se destacar pelo RG, também evidenciou elevado PH, e a segunda evidenciou elevado RG e, dentre os genótipos estrangeiros, foi a que mais se aproximou ao ideótipo idealizado ([Tabelas 2 e 3](#)).

Conclusões

Em função da distância genética, os genótipos estudados podem ser divididos em três grupos: um formado pelas cultivares brasileiras UPFA 22, URS 21 e UPFA 20; outro, pela cultivar brasileira UPF 18 e o último representado por todas as cultivares estrangeiras. Os resultados evidenciaram também que os genótipos estrangeiros apresentam grandes problemas de adaptação às condições brasileiras de cultivo e que são necessários novos estudos a fim de avaliar de forma mais correta a possibilidade da utilização dessas constituições genéticas em futuros cruzamentos artificiais.

Referências

ALLARD, R.W. **Principies of plant breeding**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 254 p.

BARBOSA-NETO, J. F.; MATIELLO, R. R.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, J. M. S.; PEGORARO, D. G.; SCHNEIDER, F.; SORDI, M. E. B.; VACARO, E. Progresso genético no melhoramento da aveia-branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1605-1612, 2000.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; ASSMANN, I. C.; FLOSS, E. L.; LORENCETTI, C. M. V. S.; SILVA, J. G. Implicações do ambiente sobre o rendimento de grãos em aveia e suas influências sobre estimativas de parâmetros genéticos. **Revista Brasileira de Agrobiologia**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 207-214, 2003a.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; KUREK, A. J.; SILVA, J. A. G.; CRUZ, P. J.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 657-662, 2003b.

BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; HARTWIG, I.; SCHMIDT, D. A. M.; VIEIRA, E. A.; VALÉRIO, I. P.; SILVA, J. A. G. Estimativas de correlações genotípicas e de ambiente em gerações com elevada frequência de heterozigotos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 524-530, 2005.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. Passo Fundo, 2003. 87 p.

CRUZ, C. D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

FALCONER, D. S.; MACKAY, T. F. **Introduction to quantitative genetics**. 4. ed. Londres: Longman, 1996. 464 p.

FAO. **The state of the world's plant genetic resources for food and agricultural**. Rome, 1996. 336 p.

FU, Y. B.; PETERSON, G. W.; SCOLES, G.; ROSSNAGEL, B.; SCHOEN, D. J.; RICHARDS, K. W. Allelic diversity changes in 96 Canadian oat cultivars released from 1886 to 2001. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 1989-1995, 2003.

FU, Y. B.; KIBITE, S.; RICHARDS, K. W. Amplified fragment length polymorphism analysis of 96 Canadian oat cultivars released between 1886 and 2001. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, v. 84, n. 1, p. 23-30, 2004.

KUREK, A. J.; CARVALHO, F. I. F.; CRUZ, P. J.; LORENCETTI, C.; CARGNIN, A.; SIMIONI, D. Variabilidade em genótipos fixos de aveia branca estimada através de caracteres morfológicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 13-17, 2002.

LI, C. D.; ROSSNAGEL, B. G.; SCOLES, G. J. The development of oat microsatellite markers and their use in identifying relationships among *Avena* species and oat cultivars. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 101, p. 1259-1268, 2000.

MARCHIORO, V. S.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; CRUZ, P. J.; LORENCETTI, C.; BENIN, G.; SILVA, J. A. G.; SCHMIDT, D. A. M. Dissimilaridade genética entre genótipos de aveia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 285-294, 2003.

ROHLF, F. J. **NTSYS-pc**: numerical taxon-omy and multivariate analysis system, version 2.1. New York: Exeter Software, 2000. 38 p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, Berlin, v. 11, n. 1, p. 30-40, 1962.

VIEIRA, E. A.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; ZIMMER, P. D.; SILVA, J. A. G.; MARTINS, A. F.; BERTAN, I.; SILVA, G. O.; SCHIMIDT, D. A. M. Comparação entre medidas de distância genealógica, morfológica e molecular em aveia (*Avena sativa*) em experimentos com e sem a aplicação de fungicida. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 51-60, 2005.