

Divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos

Genetic divergence in onion populations based on morphological markers

Rosa Lía Barbieri¹ Daniela Lopes Leite² Eva Choer² Cledimara Sinigaglia³

RESUMO

*Bulbos de 16 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Cebola (*Allium cepa*) da Embrapa Clima Temperado foram avaliados quanto a peso, diâmetro, altura, coloração das túnicas externas, formato, uniformidade e conservação pós-colheita nas condições ambientais de Pelotas - RS, com o objetivo de estimar a divergência genética entre populações de cebola. Os dados obtidos foram submetidos a análises de agrupamento e de componentes principais. Foi evidenciada a presença de variabilidade genética para os caracteres considerados. Os acessos foram divididos em três grupos: o primeiro reuniu 13 acessos incluindo todas as variedades locais e as variedades comerciais com bulbos de coloração marrom; o segundo formado por uma variedade local de bulbos roxos; e o terceiro grupo reunindo as duas variedades comerciais de bulbos brancos. Os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram a cor, o peso e a conservação pós-colheita.*

Palavras-chave: recursos genéticos, melhoramento genético, análise de agrupamento, análise dos componentes principais, *Allium cepa*.

ABSTRACT

Bulbs of 16 accessions from Onion Gene Bank of Embrapa Clima Temperado were evaluated for weight, diameter, length, skin color, shape, uniformity, and post harvest conservation in Pelotas, RS, Brazil. The objective of this work was to estimate genetic divergence in onion populations. The obtained data were submitted to principal component and cluster analysis. There was genetic variability for evaluated traits. Accessions were separated in three clusters. One cluster had 13 populations including all landraces and cultivars with brown skin color; the second cluster had the landrace with violet bulbs; and the third cluster had the two cultivars

with white bulbs. Skin color, weight and post harvest of bulbs showed the highest contribution to divergence among accessions.

Key words: genetic resources, plant breeding, cluster analysis, principal component analysis, *Allium cepa*.

INTRODUÇÃO

A cebola evoluiu a partir de genitores silvestres que ocorrem nas regiões montanhosas da Ásia Central (BREWSTER, 1994). Foi levada para o norte da África provavelmente logo após a domesticação, pois há evidências arqueológicas, relatos na literatura e ilustrações de cultivo no Egito antigo, há aproximadamente 5 mil anos. A partir dali, os romanos disseminaram a planta na Europa, onde se tornou muito popular na Idade Média (VAUGHAN & GEISSLER, 1997). Foi introduzida nas Américas por Cristóvão Colombo (SWAHN, 1997). O germoplasma de cebola difundido desta forma, através das viagens e do comércio internacional, lentamente se tornou adaptado a cada região para o qual foi levado, originando variedades locais ou crioulas. Estas podem ser definidas como populações que apresentam alta capacidade de tolerar estresses bióticos e abióticos resultando em uma grande estabilidade de produção e um nível intermediário de produtividade sob condições de baixa tecnologia agrícola (ZEVEN, 1998).

¹Biólogo, Doutor, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Clima Temperado, CP 403, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: barbieri@cpect.embrapa.br

²Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, CP 403, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: daniela@cpect.embrapa.br e choer@cpect.embrapa.br

³Biólogo, estagiário da Embrapa Clima Temperado, CP 403, 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: cledi@cpect.embrapa.br

No Brasil, o marco inicial do melhoramento genético de cebola é atribuído aos imigrantes açorianos que colonizaram as regiões de Rio Grande e Pelotas no século XVIII (FONTOURA, 1994). As variedades introduzidas por esses colonizadores estiveram expostas à ação da seleção natural e humana, constituindo populações distintas, adaptadas às condições locais do ambiente. Esses fatores garantiram a formação de um valioso banco de genes desta espécie no Sul do Brasil. Esse germoplasma vem sendo utilizado por, praticamente, todos os programas de melhoramento de cebola no Brasil, tanto de instituições públicas de pesquisa como da iniciativa privada (LISBÃO, 1993).

A divergência genética é de grande importância para o melhoramento, pois, adequadamente explorada, pode reduzir a vulnerabilidade da cultura a doenças e, ao mesmo tempo, acelerar o progresso genético para determinados caracteres (CUI et al., 2001). Quanto mais divergentes forem os genitores, maior a variabilidade resultante na população segregante, e maior a probabilidade de reagrupar os alelos em novas combinações favoráveis. Diferentes técnicas de análise multivariada têm sido usadas para estimar a divergência genética (BENIN et al., 2003), incluindo análises de componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

O objetivo deste trabalho foi estimar a divergência genética entre populações de cebola com base em marcadores morfológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dezesseis acessos integrantes do banco ativo de germoplasma de cebola da Embrapa Clima Temperado, incluindo variedades locais e comerciais (Tabela 1), foram avaliados quanto a sete caracteres morfológicos. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Cascata, município de Pelotas, RS, no período de abril de 2001 a junho de 2002.

As populações foram semeadas em 18 de abril, recebendo adubação de base com N-P-K na fórmula 05-30-10 (70g m⁻²) e com esterco de galinha (2kg m⁻²), e adubação de cobertura com sulfato de amônio (30g m⁻²). As plântulas foram transplantadas em 20 de julho, em um experimento com blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, contendo 88 plantas por parcela, com um espaçamento de 10cm entre plantas e 23cm entre linhas. No transplante, foi adotada a mesma adubação da semeadura. As adubações de cobertura foram realizadas em 21 de agosto e 21 de setembro, sendo feitas três aplicações foliares de cálcio e boro.

Após a colheita, realizada no início de dezembro, foram avaliados 20 bulbos de cada parcela, totalizando 80 bulbos por acesso. Os caracteres avaliados foram o peso, o diâmetro, a altura, a

Tabela 1 - Populações de cebola avaliadas, categoria, origem e local de produção das sementes. Pelotas, RS. 2002.

População	Categoria	Origem das sementes	Local
Aurora 1*	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Aurora 2*	variedade comercial	Embrapa Clima Temperado	Pelotas, RS
Baia Periforme Precoce 1	variedade local	Marina Evangelho da Rosa***	Rio Grande, RS
Baia Periforme Precoce 2	variedade local	Elemar Helling***	Rio Grande, RS
Beta Cristal	variedade comercial	Embrapa Hortaliças	Brasília, DF
Cascata	variedade comercial	Embrapa Clima Temperado	Pelotas, RS
Crioula	variedade local	Denir Horst***	Ituporanga, SC
Crioula Alto Vale	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Crioula Local	variedade local	Lauro Schaffer***	Ituporanga, SC
Crioula Mercosul	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Crioula Roxa	variedade local	Delvino Schaffer***	Ituporanga, SC
Diamante	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Madrugada	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Petrolina	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Primavera 1**	variedade comercial	Hortec	Bagé, RS
Primavera 2**	variedade comercial	Embrapa Clima Temperado	Pelotas, RS

* Aurora 1 e Aurora 2 representam acessos diferentes da mesma variedade, cuja semente foi multiplicada por instituições diferentes.

** Primavera 1 e Primavera 2 representam acessos diferentes da mesma variedade, cuja semente foi multiplicada por instituições diferentes.

*** agricultores.

coloração das túnicas externas, o formato, a uniformidade e a conservação pós-colheita dos bulbos sob as condições ambientais de Pelotas. O diâmetro de bulbo foi medido em centímetros, na região mais larga da secção de cada bulbo, com o auxílio de um paquímetro. A altura de bulbo, também em centímetros, foi considerada na secção longitudinal de cada bulbo, a partir da região de nascimento das raízes até o ponto de saída das folhas. A coloração das túnicas externas e o formato de bulbo foram classificados de acordo com os descritores recomendados pelo IPGRI (2001). A uniformidade foi estimada através da observação do formato e do tamanho de bulbo nas amostras de cada acesso, considerando as seguintes classes: uniforme, variável e altamente variável, de acordo com a sugestão do IPGRI (2001). Para avaliar a conservação pós-colheita, os bulbos foram armazenados à temperatura ambiente durante seis meses, desde a colheita, em dezembro de 2001, até junho de 2002. A avaliação procedeu de acordo com a porcentagem de cebolas apodrecidas durante o período de armazenamento, conforme o seguinte critério: boa (até 35% de cebolas apodrecidas aos seis meses após a colheita), regular (entre 35% e 65% de cebolas apodrecidas aos seis meses após a colheita) e ruim (mais de 65% de cebolas apodrecidas aos seis meses após a colheita). Para os dados qualitativos (coloração das túnicas externas, formato, uniformidade e conservação pós-colheita), foram atribuídas notas seguindo metodologia proposta pelo IPGRI (2001).

Foi realizada a análise de variância das médias de cada parcela para os caracteres quantitativos (peso, diâmetro e altura de bulbos), depois comparadas através do teste de Duncan. Todos os caracteres foram submetidos à análise de componentes principais, estimando a contribuição relativa de cada caráter para a divergência entre os acessos, com auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2001). Utilizando o programa NTSYS (ROHLF, 1989), foi gerado o dendrograma de divergência genética com base na distância euclidiana, adotando o método UPGMA para o agrupamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância mostrou diferenças significativas entre as populações para os caracteres quantitativos, ou seja, peso, diâmetro e altura dos bulbos (Tabela 2). O peso médio variou de 26,75 a 96g; o diâmetro médio foi desde 3,13 até 5,10cm e a altura média de bulbos ficou entre 3,35 e 6,63cm (Tabela 3). Para os caracteres qualitativos, também

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os caracteres peso, diâmetro e altura dos bulbos de 16 populações de cebola. Pelotas, RS. 2002.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		peso	diâmetro	altura
População	15	1312,72*	0,99*	1,91*
Bloco	3	846,96*	0,56*	0,46*
Erro	45	71,47	0,04	0,07

*diferem significativamente, $\alpha=0,001$

houve variabilidade (Tabela 4). Foram observadas cinco diferentes cores de túnicas externas e três formatos de bulbo distintos. Houve variação entre as populações no que se refere à uniformidade e à conservação pós-colheita de bulbos. As diferenças observadas evidenciam a existência de variabilidade genética no germoplasma brasileiro de cebola.

A análise dos componentes principais mostrou que os caracteres que mais contribuíram para a divergência entre os acessos foram a cor das túnicas externas (37%), com populações apresentando bulbos brancos, marrom-claros, marrons, marrom-escuros e roxos; o peso de bulbo (21%), e a conservação pós-colheita (19%). Os demais caracteres (diâmetro, altura, uniformidade e formato de bulbos) contribuíram em conjunto com 23%. Deste modo, os três primeiros componentes principais explicaram 77% da variação. Em estudo similares, RODRIGUES (2001) e CHOER & SILVA (2000) mostraram que os quatro primeiros componentes explicaram 70% e 76,6% da variação total, respectivamente, entre acessos de feijão e de abóbora. Os valores encontrados estão próximos do que CRUZ & REGAZZI (1997) recomendam, que é em torno de 80%.

Os 16 acessos foram separados em três grupos (Figura 1): o primeiro deles reunindo 13 populações, incluindo todas as variedades crioulas e comerciais com bulbos de coloração marrom, o segundo grupo formado pela variedade local denominada de Crioula Roxa, com bulbos roxos, e o terceiro grupo reunindo as variedades comerciais Diamante e Beta Cristal, ambas apresentando bulbos brancos, altamente desuniformes e péssima conservação pós-colheita. As populações do primeiro grupo são todas derivadas do germoplasma trazido pelos imigrantes açorianos, uma vez que as variedades locais ainda são mantidas pelos agricultores, e as variedades comerciais enquadradas neste grupo são derivadas de seleção massal a partir

Tabela 3 - Médias de peso, diâmetro e altura de 16 populações do banco ativo de germoplasma de cebola da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 2002.

População	Peso (g)	Diâmetro (cm)	Altura (cm)
Aurora 1	91,00 ab ¹	4,43 de	6,63 a
Aurora 2	86,00 ab	4,58 cd	6,00 b
Baia Periforme Precoce 1	55,75 f	3,83 g	4,88 h
Baia Periforme Precoce 2	65,75 def	4,15 ef	5,28 defgh
Beta Cristal	26,75 g	3,13 h	3,35 i
Cascata	90,25 ab	4,88 abc	5,30 defgh
Crioula	84,5 abc	4,68 bcd	5,50 cdef
Crioula Alto Vale	86,00 ab	4,73 bcd	5,60 bcde
Crioula Local	96,00 a	5,10 a	5,33 defg
Crioula Mercosul	82,75 abc	4,63 bcd	5,53 cdef
Crioula Roxa	87,75 ab	4,75 bcd	5,65 bcd
Diamante	60,25 ef	4,05 fg	5,10 fgh
Madrugada	68,50 def	4,18 ef	5,20 efgh
Petrolina	95,50 a	4,95 ab	5,88 bc
Primavera 1	78,25 bcd	4,80 abc	4,95 gh
Primavera 2	72,00 cde	4,55 cd	4,95 gh
Coefficiente de variação (%)	11,00	4,68	5,07

¹ médias na coluna seguidas pelas mesmas letras não diferem pelo teste de Duncan ($\alpha = 0,05$)

desse germoplasma (COSTA et al., 2002). A cultivar Diamante se originou da seleção de mutantes de bulbos brancos surgidos em população de baia periforme (uma variedade local) enquanto que a Beta Cristal tem uma origem completamente diferente. Foi desenvolvida por meio de vários de ciclos de seleção com base em famílias meio irmãs e ciclos de seleção

massal em população originada do cruzamento envolvendo as variedades comerciais de cebola branca Dehydrator#2, Dehydrator#5, Dehydrator#8, Primero e White Creole, todas desenvolvidas por instituições estrangeiras.

Para programas de melhoramento genético que visam ao desenvolvimento de variedades de cebola para consumo *in natura*, sugere-se a realização de cruzamentos entre as populações do primeiro grupo, que reúne os acessos com melhor conservação pós-colheita. Além disso, o consumidor brasileiro prefere cebolas que apresentam bulbos com formato globular e coloração marrom-escuro (LEITE et al., 2002), características encontradas neste grupo. Uma sugestão seria aliar a coloração e a conservação pós-colheita da variedade Cascata com o formato globular da Primavera. No entanto, se o objetivo do programa for desenvolver variedades para conserva, é interessante que sejam realizados cruzamentos entre as populações do terceiro grupo, e delas com as dos demais grupos, uma vez que, neste caso, o consumidor prefere cebolas brancas, e não há necessidade de uma longa conservação pós-colheita dos bulbos.

CONCLUSÕES

Os caracteres morfológicos avaliados são suficientes para diferenciar as populações de cebola estudadas. Os caracteres que mais contribuem para a divergência entre os acessos são a cor da casca, o peso e a conservação pós-colheita dos bulbos.

Tabela 4 - Coloração, formato, uniformidade e conservação pós-colheita de bulbos de 16 populações do banco ativo de germoplasma de cebola da Embrapa Clima Temperado. Pelotas, RS. 2002.

População	Coloração	Formato	Uniformidade	Conservação
Aurora 1	marrom claro	alongado	uniforme	boa
Aurora 2	marrom claro	alongado	variável	boa
Baia Periforme Precoce 1	marrom claro	alongado	variável	regular
Baia Periforme Precoce 2	marrom claro	alongado	variável	boa
Beta Cristal	branco	alongado	altamente variável	ruim
Cascata	marrom escuro	periforme	variável	boa
Crioula	marrom escuro	alongado	variável	boa
Crioula Alto Vale	marrom	alongado	variável	regular
Crioula Local	marrom escuro	globular	variável	regular
Crioula Mercosul	marrom escuro	alongado	variável	regular
Crioula Roxa	roxo	alongado	uniforme	regular
Diamante	branco	alongado	altamente variável	ruim
Madrugada	marrom claro	alongado	variável	boa
Petrolina	marrom claro	alongado	variável	regular
Primavera 1	marrom claro	globular	uniforme	boa
Primavera 2	marrom claro	globular	uniforme	regular

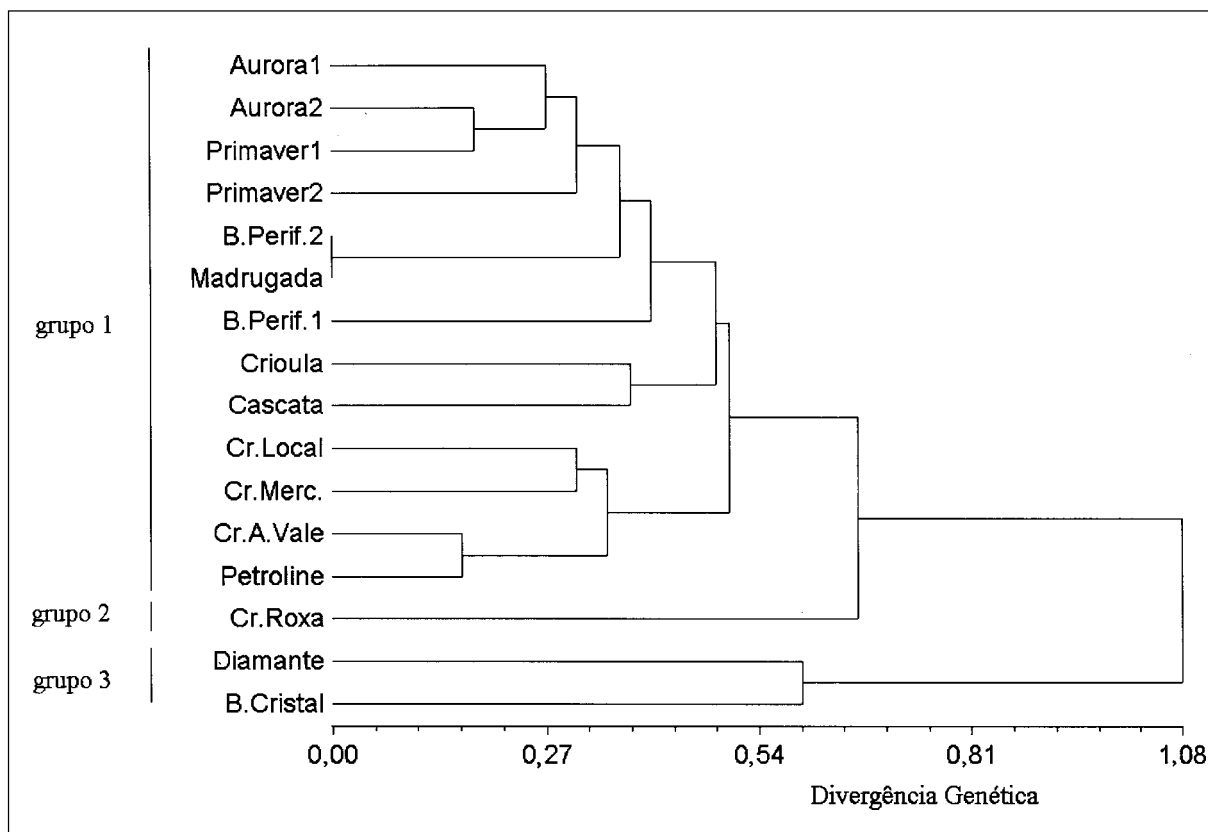


Figura 1 - Dendrograma da divergência genética entre populações de cebola, baseado em sete caracteres morfológicos, estimado por distância euclidiana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENIN, G. et al. Comparações entre medidas de dissimilaridade e estatísticas multivariadas como critérios no direcionamento de hibridações em aveia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, p.657-662, 2003.

BREWSTER, J.L. **Onions and other vegetable alliums**. Wallingford : CAB International, 1994. 236p.

CHOER, E.; SILVA, J.B. Avaliação da divergência genética entre acessos de *Cucurbita* spp. através de análise multivariada. *Agropecuária de Clima Temperado*, Pelotas, v.3, p.213-219, 2000.

COSTA, N.D. et al. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.23, n.128, p.20-27, 2002.

CRUZ, C.D. **Programa GENES**. Versão Windows. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 648p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.

CUI, Z. et al. Phenotypic diversity of modern Chinese and North American soybean cultivars. *Crop Science*, Saint Paul, v.41, p.1954-1967, 2001.

FONTOURA, L.F.M. **As relações de produção e a produção do espaço agrário em São José do Norte**. 1994. 126f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Curso de Pós-graduação em Sociologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

IPGRI, ECP/GR, AVRDC. **Descriptors for Allium (Allium spp.)**. Rome : International Plant Genetic Resources Institute, European Cooperative for Crop Genetic Resources Networks (ECP/GR); Taiwan : Asian Vegetable Research and Development Center, 2001. 43p.

LEITE, D. et al. Programa de melhoramento genético de cebola na Embrapa Clima Temperado. In: JORNADA CIENTÍFICA DE CEBOLA DO MERCOSUL, 5., 2002, Pelotas, RS. **Resumos...** Pelotas : Embrapa Clima temperado, 2002. p.72-73.

LISBÃO, R.S. Cebola. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas : Instituto Agrônomo, 1993. 524p.

RODRIGUES, L.S. **Caracterização e divergência genética de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2001. 92f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

ROHLF, F.J. **NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system**. Versão 1.5. New York : Exeter software, 1989. 236p.

SWAHN, J.O. **The lore of spices – their history, nature and uses around the world**. New York : Barnes & Noble, 1997. 208p.

VAUGHAN, J.G.; GEISSLER, C.A. **The new Oxford book of food plants**. New York : Oxford University, 1997. 239p.

ZEVEN, A.C. Landraces: a review of definitions and classifications. **Euphytica**, Wageningen, v.104, p.127-139, 1998.