

Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico

Antonio Carlos Baião de Oliveira*, Maria Aparecida Nogueira Sedyama, Marinalva Woods Pedrosa, Neusa Catarina Pinheiro Garcia e Silvana Lages Ribeiro Garcia

Epamig-CTZM, C.P. 216, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: abaiao@ufv.br

RESUMO. Estudou-se a variabilidade genética de 17 cultivares de alface, tipos Lisa, Crespa e Americana, com base em características agronômicas e em procedimentos multivariados, visando selecionar cultivares divergentes e com melhor desempenho em cultivo hidropônico - NFT. Avaliou-se, também, a importância das características para a divergência, pelo descarte seqüencial das variáveis, segundo suas contribuições relativas. O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, na Epamig, Viçosa-MG, no verão de 1999, em blocos casualizados, com 3 repetições. 6 plantas foram colhidas, a 46 dias da semeadura, e avaliadas em 10 características relacionadas à produção. Os dados foram analisados pelos métodos de agrupamento de Tocher, do vizinho mais próximo e da análise de variáveis canônicas. As cultivares Mimosa, Brisa, Regina, Monalisa e OGR são mais indicadas para integrar programas de cruzamentos dirigidos, visando produzir novas cultivares destinadas ao cultivo hidropônico, pois mostraram-se mais divergentes geneticamente, apresentando boas qualidades agronômicas, principalmente a matéria fresca da planta. As características matéria seca de folhas e de caule e matéria fresca de raiz e da planta inteira não alteraram o agrupamento original, podendo ser eliminadas de futuros estudos de divergência genética em alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, variabilidade genética, análise multivariada, agrupamento, características agronômicas.

ABSTRACT. Genetic divergence and discard of variables in lettuce cultivated under hydroponic system. It was studied the genetic variability of 17 lettuce cultivars, types Butter, Crisp and Iceberg, according to agronomic traits and multivariate procedures. It aims to select divergent cultivars with better performance designed to hydroponic system culture. The importance of the traits for divergence was, also, evaluated by the sequential discards of the variables, according its relative contributions. The trial was carry out in greenhouse, Epamig, Viçosa-MG, in summer of 1999, using randomized blocks with three replicates. Six plants were harvested 46 days after the sowing, and evaluated in ten traits related to the yield. The data were analyzed by Tocher, single linkage, and canonical variables grouping methods. The Mimosa, Brisa, Regina, Monalisa and OGR are the most appropriated cultivars to integrate in specific crossings programs for hydroponic culture. They were more genetically divergent and had good agronomic qualities. Some traits did not affect the original grouping, so they could be eliminated in future studies of lettuce genetic divergence.

Key words: *Lactuca sativa*, genetic variability, multivariate analysis, grouping, agronomic traits.

Introdução

A alface é a principal hortaliça folhosa comercializada e consumida pela população brasileira devido, principalmente, à facilidade de aquisição e à produção durante o ano todo. Essa facilidade de produção resulta de inúmeros trabalhos de melhoramento que possibilitaram a introgressão de genes para resistência ao pendoamento precoce, à

tolerância ao calor e ao mosaico da alface, permitindo melhor adaptação da espécie para o cultivo de verão no Brasil (Nagai, 1980).

De acordo com Nagai (1993), a preferência predominante no Brasil, até 1987, era de alface tipo manteiga. A produção de alface do tipo crespa, contudo, vem aumentando, dada a demanda desse tipo nos mercados.

Tradicionalmente, a cultura é adaptada às temperaturas amenas, produzindo melhor nas épocas mais frias do ano, quando o consumo de saladas é menor, daí a importância dos trabalhos de melhoramento e também de novas técnicas de cultivo, visando uma maior eficiência nos plantios de verão. Assim, além da criação de novas cultivares adaptadas ao cultivo de verão, surge também a produção de hortaliças em ambiente protegido, o que constitui um agroecossistema distinto daquele representado pelo cultivo tradicional.

Pelo menos duas características básicas diferenciam o cultivo protegido do tradicional, ou seja, a programação da produção, tanto dentro quanto fora da época normal de cultivo, e a possibilidade de manejar as variáveis que controlam a produção e o rendimento das culturas (Andriolo, 2000).

Nos últimos anos, tem-se observado crescente aumento no número de cultivares de alface oferecido pelas firmas produtoras de sementes. Algumas já adaptadas ao cultivo em ambiente protegido, enquanto para outras não existem recomendações, principalmente, para cultivo hidropônico. No entanto, a ausência de cultivares selecionadas ou melhoradas para o ambiente protegido, aliada à falta de climatização do ambiente de cultivo e, conseqüentemente, a temperaturas elevadas, têm-se constituído em fatores limitantes ao desenvolvimento dessa modalidade de exploração em determinadas regiões.

A seleção de cultivares com base em características individuais é menos vantajosa que aquela baseada em um conjunto de características, principalmente quando o objetivo for produção. Uma das características importante na produção de alface é o número de folhas e o peso da planta, que podem ser afetadas, entre outros fatores, pela cultivar, pelo fotoperíodo e pela temperatura do ambiente de cultivo (Lêdo, 1998).

Quando várias características são avaliadas simultaneamente, as distâncias genéticas relativas podem ser estimadas por procedimentos multivariados, como a distância generalizada de Mahalanobis, as variáveis canônicas, os componentes principais, entre outros, sendo que a escolha do método é função da precisão desejada, da facilidade de análise e da forma de obtenção dos dados. Esses estudos podem ser complementados pelos métodos de agrupamento de Tocher e da dispersão em eixos cartesianos, que empregam matrizes de distâncias genéticas, previamente estimadas. A vantagem dos métodos multivariados está no fato de estes permitirem combinar as múltiplas informações

contidas na unidade experimental, possibilitando a caracterização dos genótipos com base em um complexo de variáveis (Cruz e Regazzi, 1997). Técnicas multivariadas têm sido utilizadas para a quantificação da diversidade genética em diferentes espécies como couve, pimentão, berinjela, batata-doce, pimenta e quiabo (Amaral Jr. et al., 1994; Oliveira et al., 1999; Silva et al., 1999; Oliveira et al., 2000; Rêgo, 2001; Martinello et al., 2003).

Em análises multivariadas, o emprego de um subconjunto, a partir de um grande número de características, não promove mudanças significativas nos resultados. Conseqüentemente, a avaliação de um menor número de variáveis possibilita a economia de tempo, tanto na tomada de dados quanto nas análises computacionais, além de reduzir os custos em análises futuras (Jolliffe, 1972, 1973).

Segundo Beale et al. (1967) e Arunachalam (1981), diversas questões sobre divergência genética têm sido levantadas, como por exemplo, qual seria o critério de escolha das características a serem utilizadas na medida de distância; se realmente todas são necessárias e, se não, quais poderiam ser descartadas; e, ainda, se a distância pode ser ou não afetada com adição ou retirada de variáveis. Esses autores, contudo, relatam que respostas dessas e outras questões não são facilmente obtidas.

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar a divergência genética de 17 cultivares de alface dos tipos Lisa, Crespa e Americana, com base em características agrônomicas, visando à seleção de cultivares divergentes geneticamente, com melhor desempenho para o cultivo protegido em sistema hidropônico (NFT) e para integrar programas de melhoramento; avaliar a eficácia do método de Singh (1981) de descarte de variáveis que compara a contribuição relativa de cada característica na distância total; e avaliar o efeito do descarte no agrupamento dos genótipos.

Material e métodos

O experimento consistiu na avaliação das cultivares Iara, Lorca, Lucy Brown, OGR e Tainá (Americana); Brisa, Itapuã-401, Marisa, Salad Bowl (Mimoso), Vera e Verônica (Crespa); Babá de Verão, Brasil 303, Floresta, Monalisa, Regina 440 e Vitória de Verão (Lisa). Essas foram conduzidas em casa-de-vegetação sob sistema hidropônico NFT, na Epamig-CTZM, em Viçosa, Estado de Minas Gerais, a uma altitude de aproximadamente 690m, latitude 20°45'S e longitude 42°51'W, no período de 11/02/99 até 29/03/1999. Nesse período, as temperaturas médias no interior da casa de vegetação

foram: máxima 36 °C e mínima 19 °C.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 3 repetições, e as parcelas constituídas de 18 plantas espaçadas de 25cm x 25cm. Cada bancada de cultivo, com 6 canais e 310 plantas, era ligada a um reservatório com 600 litros de solução nutritiva.

A semeadura foi feita em espuma fenólica, previamente lavada e irrigada com água até a completa emergência das plântulas. Em seguida, as mudas passaram a receber a solução nutritiva, proposta por Furlani (1998), para hortaliças de folhas, utilizando-se (em mg/L): 174 de N-NO₃; 24 de N-NH₄; 183 de K; 142 de Ca; 38 de Mg; 39 de P; 52 de S-SO₄; 0,25 de B; 0,02 de Cu; 2,0 de Fe; 0,39 de Mn; 0,06 de Mo e 0,06 de Zn. A fonte de ferro utilizada foi o Tenso-Fe (6% de Fe), na proporção de 35g/1000L de solução. As mudas foram transplantadas, com 19 dias, para canais de tubos de PVC de 100mm, cortados longitudinalmente ao meio e cobertos com tiras de isopor perfuradas. Em cada orifício, com 5,0cm de diâmetro, foi cultivada uma planta. Fez-se o monitoramento diário da solução nutritiva, para reposição do volume de água e de nutrientes, quando necessário, mantendo-se a condutividade elétrica em 1,6mS/cm a 1,8mS/cm e o pH entre 5,5 e 6,5. A circulação da solução nutritiva era realizada durante 20 minutos, com intervalos de 10 minutos, das 6h às 18h e duas circulações de 20 minutos, às 22h e às 2h.

Aos 46 dias da semeadura, foram colhidas, pela manhã, as 6 plantas centrais de cada parcela, sendo avaliados: o peso de matéria fresca da planta inteira (PFPL); o número de folhas maior que 5,0cm (NFO); o comprimento do caule (CC); o peso de matéria fresca de folhas (PFF), de caule (PFC) e de raiz (PFR), e o peso de matéria seca de folhas (PSF), de caule (PSC), de raiz (PSR) e da planta inteira (PSPL). A matéria seca foi obtida após a secagem em estufa, com circulação de ar, a 65°C, até atingir peso constante.

A análise de variância individual foi realizada para cada característica, com o propósito de verificar a existência de variação genética entre as cultivares. O teste Tukey foi empregado para a comparação das médias dentro dos grupos estabelecidos pela análise de divergência. As médias referentes ao número de folhas por planta foram transformadas em raiz quadrada. As análises genético-estatísticas foram executadas com o uso do aplicativo computacional Genes (Cruz, 2001).

A diversidade genética entre cultivares foi avaliada por meio do método de agrupamento de Tocher, citado por Rao (1952), tendo como medida de dissimilaridade a distância de Mahalanobis. A seguir, foram realizados sucessivos agrupamentos, com o propósito de descartar as características irrelevantes para o agrupamento, levando-se em consideração a contribuição relativa de cada característica para a divergência genética, segundo o método proposto por Singh (1981).

O método hierárquico do vizinho mais próximo e a análise de variáveis canônicas também foram utilizados no estudo da diversidade genética entre as cultivares de alface, com o propósito de melhor ilustrar essa divergência e verificar a concordância dos resultados obtidos por essas diferentes metodologias de análise, possibilitando interpretação mais fidedigna aos resultados.

Resultados e discussão

Pelos resultados obtidos das análises de variância individuais e do teste F, pode-se constatar diferenças significativas entre as cultivares ($p < 0,01$), em todas as características avaliadas, com exceção do peso de matéria seca de plantas (PSPL), que não diferiu estatisticamente (Tabela 1). Essas verificações são indicativas da existência de variabilidade genética entre as cultivares, o que possibilitou o emprego de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre os genótipos avaliados.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e estimativas do coeficiente de variação experimental (CVe), da razão entre os coeficientes de variação genético e experimental, do coeficiente de determinação genotípico (H^2) das características número de folhas (NFO) e comprimento do caule (CC); peso da matéria fresca de folha (PFF), de caule (PFC), de raiz (PFR) e da planta (PFPL); e peso da matéria seca de folha (PSF), de caule (PSC), de raiz (PSR) e da planta (PSPL); de 17 cultivares de alface produzidas em sistema hidropônico, no verão. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

F.V.	G.L.	Quadrados médios									
		NFO	CC	PFF	PFC	PFR	PFPL	PSF	PSC	PSR	PSPL
Blocos	2	7,0798	0,4177	843,1562	2,1131	137,3854	412,8587	3,3536	0,0128	0,4629	1,9845
Cultivares	16	179,1083**	17,7044**	4479,9231**	144,0957**	150,9691**	2794,3839**	1,8492**	0,2450**	0,0986**	1,5632ns
Resíduo	32	2,1903	0,3036	335,7393	7,9696	50,7964	520,0612	0,6260	0,0090	0,1202	0,8592
CVe (%)	-	5,89	7,70	7,47	13,98	15,88	7,28	7,82	10,82	7,99	7,49
CVg/CVe	-	5,19	4,37	2,03	2,39	0,81	1,20	0,81	2,96	1,55	0,52
H ² (%)	-	98,87	98,29	92,51	94,47	66,35	81,39	66,15	96,34	87,82	45,04

** e ns significativo a 1% de probabilidade e não-significativo pelo teste F, respectivamente.

De modo geral, os coeficientes de variação experimental foram relativamente baixos, apresentando valores próximos ou inferiores a 10,0% para a maioria das características de produção, retratando reduzida sensibilidade em relação às variações experimentais não-controláveis. Apenas o peso de matéria fresca de caule (PFC) e de raiz (PFR) revelou coeficientes de variação médios, 13,98% e 15,88%, respectivamente. Neste caso, estes valores podem ser explicados por se tratar de características notadamente discrepantes entre as cultivares avaliadas. Tais fatos resultaram em elevadas somas dos quadrados de resíduos, produzindo elevação das variâncias residuais e, por conseguinte, do coeficiente de variação experimental. Além do que, em sistema hidropônico - NFT, as raízes comumente se unem umas às outras, dificultando a distinção do volume de raízes de cada planta.

A razão entre os coeficientes de variação genético e experimental foi maior que a unidade para 7 das 10 características avaliadas (Tabela 1). Essas mesmas características exibiram valores elevados para o coeficiente de determinação genotípica, indicando que a maior parte da variação observada é de natureza genética. Essas constatações refletem uma situação bastante favorável à seleção de características de importância agrônômica, como número de folhas (NFO) e peso de matéria fresca de folhas (PFF). As características PFR, PSF e PSPF apresentaram as menores estimativas da razão CV_g/CV_e e do coeficiente de determinação genotípica, mostrando que, na estrutura experimental adotada, houve menor expressão da variabilidade genotípica para essas características.

Constatada a existência de variabilidade genética entre os genótipos, procedeu-se ao estudo da divergência pelos métodos propostos. O método de agrupamento de Tocher reuniu as 17 cultivares em três grupos (Tabela 2). As cultivares do tipo Americana e Crespa foram classificadas no grupo I, enquanto aquelas do tipo Lisa formaram o grupo II. A cultivar Mimosa, apesar de classificada como Crespa pela empresa produtora de sementes, formou um grupo isolado, o grupo III. Essa cultivar apresentou atributos próprios, como maior comprimento do caule e peso da matéria fresca da planta inteira mais elevado do que as demais cultivares do grupo crespa, proporcionando a sua inclusão em um grupo à parte. Esse mesmo tipo de agrupamento foi constatado quando se empregou o método de agrupamento hierárquico do vizinho mais próximo, verificando-se pequenas variações de posições das cultivares dentro dos grupos (Figura 1).

Ao analisar a dispersão gráfica dos escores, das duas

primeiras variáveis canônicas, observa-se concordância com os agrupamentos anteriores (Figura 2). As duas primeiras variáveis canônicas explicaram 89,09% da variação total, possibilitando boa confiabilidade dos resultados no plano bi-dimensional. A cultivar mais divergente foi a Mimosa, as mais semelhantes foram as do tipo Americana Lara e Lorca, OGR e Tainá (Figura 2). Esse tipo de informação é extremamente útil no estabelecimento dos cruzamentos a serem realizados, visando à obtenção de novas cultivares, principalmente destinadas ao sistema de cultivo hidropônico, nos períodos de temperaturas mais elevadas do ano.

Tabela 2. Agrupamento de 17 cultivares de alface, produzidas em sistema hidropônico, no verão, tendo como base características de produção, a distância generalizada de Mahalanobis e o método de otimização de Tocher. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

Grupos	Cultivares
I	Lara, Lorca, Lucy Brown, Tainá, OGR, Vera, Itapuã, Verônica, Marisa, Brisa
II	Brasil 303, Floresta, Regina, Vitória de verão, Monalisa, Babá de verão
III	Mimosa

Na primeira análise de agrupamento pelo método de Tocher, utilizando todas as características, a contribuição relativa das mesmas, segundo o método de Singh (1981), foi de 50,2% (NFO), 17,8% (PFF), 12,7% (CC), 7,9% (PFC), 3,6% (PSR), 3,1% (PSC), 1,6% (PFPL), 1,3% (PSPL), 1,05% (PFR) e 0,7% (PSF). Observou-se que, mesmo sem efeito significativo pelo teste F, o PSPL apresentou contribuição relativa para divergência maior que PFR e PSF. Ao ser descartada a característica PSF, de menor contribuição relativa, o segundo agrupamento permaneceu totalmente inalterado (Tabela 3), demonstrando que essa característica não é relevante para a divergência, nessa situação, provavelmente em função do aspecto redundância, visto que PSF está indiretamente representado por PFF, pois apresentaram elevado valor de correlação genotípica (Tabela 4).

As características foram sendo descartadas, de acordo com suas contribuições relativas, até que o agrupamento original fosse alterado. Até o quinto agrupamento, quando tinham sido eliminadas as características PSF, PFR, PSPL e PSC, apenas pequenas variações na ordem das cultivares, dentro dos grupos, foram observadas, em relação ao agrupamento original (Tabela 3). Apenas no sexto agrupamento, quando foi descartada também a característica PFC, é que foi observada alteração significativa nos agrupamentos. A cultivar Brisa, que pertencia ao grupo I, foi deslocada para o grupo II. Esta cultivar destacou-se entre aquelas do tipo crespa, por apresentar maior número de folhas por planta superior a 5,0cm, em sistema de cultivo hidropônico.

Tabela 3. Agrupamento sucessivo de 17 cultivares de alface, produzidas em sistema hidropônico, no verão, conforme suas contribuições relativas, tendo como base o método de Tocher e a distância generalizada de Mahalanobis. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

Agrupamento	Grupos	Cultivares	Características Descartadas (Contribuição Relativa - %)
1	I	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 7, 8, 6	NENHUMA
	II	13, 14, 17, 16, 15, 12	
	III	9	
2	I	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 7, 8, 6	PSF (0,71)
	II	13, 14, 17, 16, 15, 12	
	III	9	
3	I	1, 2, 3, 5, 4, 10, 11, 7, 8, 6	PSF (0,71) e PFR (1,05)
	II	13, 14, 16, 17, 15, 12	
	III	9	
4	I	1, 2, 3, 5, 4, 10, 11, 7, 8, 6	PSF (0,71), PFR (1,05) e PFL (0,64)
	II	13, 14, 16, 17, 15, 12	
	III	9	
5	I	1, 2, 3, 5, 4, 10, 7, 11, 8, 6	PSF (0,71), PFR (1,05), PFPL (0,64) e PSC (2,47)
	II	13, 14, 16, 17, 15, 12	
	III	9	
6	I	1, 2, 3, 5, 4, 10, 7, 11, 8	PSF (0,71), PFR (1,05), PFPL (0,64), PSC (2,47) e PFC (2,55)
	II	13, 14, 12, 17, 16, 15, 6	
	III	9	

Cultivares: 1=Iara, 2=Lorca, 3=Lucy Brown, 4=OGR, 5=Tainá, 6=Brisa, 7=Itapuá, 8=Marisa, 9=Mimosa, 10=Vera, 11=Verônica, 12=Babá de verão, 13=Brasil 303, 14=Floresta, 15=Monalisa, 16=Regina e 17=Vitória de verão; **Características:** PSF=peso de matéria seca de folhas; PFR=peso de matéria fresca de raiz; PFPL=peso de matéria fresca da planta inteira; PSC=peso de matéria seca de caule e PFC=peso de matéria fresca de caule.

As características descartadas que não alteram a formação original dos grupos apresentaram elevados índices de correlações genotípicas (Tabela 4) com outras variáveis avaliadas neste estudo (PFR e PSR=0,69; PFR e CC=0,71; PFPL e PSPL=0,91; e PSC e PFC=0,98), demonstrando que seria redundante tomar essas medidas em futuros trabalhos de divergência genética em alface, nas condições ambientais testadas. Ênfase deve ser dada, principalmente, àquelas características agrônomicas de maior importância para a cultura e que sejam relevantes para o estudo da divergência genética, como, por exemplo, NFO, CC, PFF, PSR e PSPL. Pela economia de tempo e de energia elétrica, as características PSF e PSPL podem ser substituídas, nos estudos de divergência, por PFF e PFPL,

respectivamente, devido à alta correlação genotípica verificada entre elas (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de correlação genotípica entre 10 caracteres agrônomicos avaliados em 17 cultivares de alface sob cultivo hidropônico, em condições de verão. Viçosa, Epamig, 1999.

Características*	CC	PFF	PFC	PFR	PFPL	PSF	PSC	PSR	PSPL
NFO	0,43	-0,50	0,77	0,40	-0,36	-0,57	0,84	0,38	-0,13
CC		-0,52	0,82	0,71	-0,34	-0,52	0,73	0,39	-0,13
PFF			-0,70	-0,75	0,97	0,97	-0,73	-0,32	0,75
PFC				0,56	-0,52	-0,86	0,98	0,29	-0,46
PFR					-0,58	-0,70	0,60	0,69	-0,34
PFPL						0,98	-0,55	-0,18	0,91
PSF							-0,81	-0,11	0,81
PSC								0,34	-0,37
PSR									0,40

***Características:** NFO=número de folhas; CC=comprimento de caule; PFF=peso da matéria fresca de folha; PFC=peso da matéria fresca de caule; PFR=peso da matéria fresca de raiz; PFPL=peso da matéria fresca da planta; PSF=peso de matéria seca de folhas; PSC=peso de matéria seca de caule; PSR=peso de matéria seca de raiz e PSPL=peso de matéria seca da planta.

Na comparação das médias dentro do grupo I, a cultivar Brisa (crespa) destacou-se quanto ao número de folhas, apresentando média superior às demais para essa característica (Tabela 5). De modo geral, as cultivares do tipo Americana (Iara, Lorca, Lucy Brown, OGR e Tainá) destacaram-se quanto ao peso da matéria fresca de folhas, ao peso da matéria fresca da planta inteira e ao peso da matéria seca de folhas, além de apresentarem o menor comprimento do caule.

Dentro do grupo II, que incluiu as cultivares do tipo Lisa, o destaque foi a cultivar Regina, que apresentou o maior número de folhas e o mesmo desempenho, em relação às outras cultivares, quanto às características de relevada importância agrônômica, como peso de folhas frescas e peso da planta inteira (Tabela 6).

A cultivar Mimosa, que formou isoladamente o grupo III (Tabela 2), destacou-se quanto ao peso de matéria fresca da planta, mas apresentou menor tolerância ao calor, verificada pelo maior comprimento do caule (14,2cm).

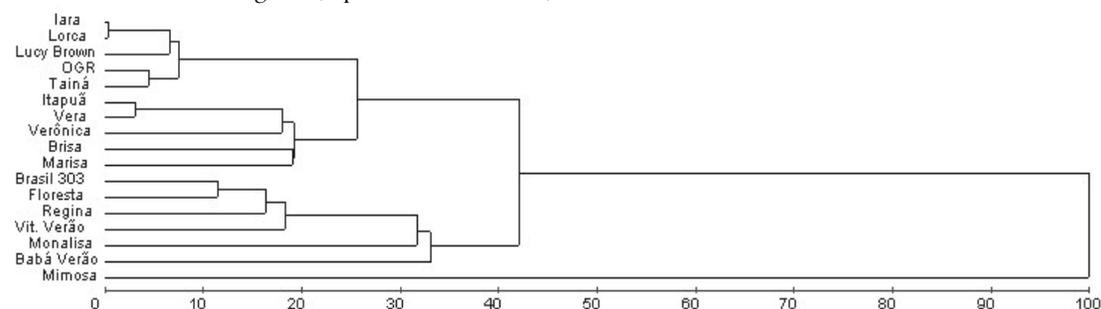


Figura 1. Dendrograma ilustrativo do padrão de similaridade entre 17 cultivares de alface produzidas em sistema hidropônico, no verão, obtido pelo método do vizinho mais próximo, com base na distância de Mahalanobis. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

Tabela 5. Médias dentro do grupo I, estabelecido pelo método de agrupamento de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis, de 10 características avaliadas em alface cultivada em sistema hidropônico, no verão. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

Cultivar ¹	RNFO ²	CC (cm)	PFF (g/planta)	PFC (g/planta)	PFR (g/planta)	PFPL (g/planta)	PSF (g/planta)	PSC (g/planta)	PSR (g/planta)	PSPL (g/planta)
1	4,6 bc	5,2 cd	295,0 a	13,9 bc	46,1 ab	354,7 a	11,3 a	0,62 bc	1,37 a	13,3 a
2	4,5 bc	5,4 cd	292,8 a	14,4 bc	43,9 abc	353,2 a	11,3 a	0,65 bc	1,41 a	13,4 a
3	4,3 cde	4,7 d	303,3 a	13,3 bc	34,4 bc	351,9 a	10,9 ab	0,56 bc	1,32 a	12,8 a
4	4,1 e	4,4 d	312,8 a	10,0 c	30,0 c	357,8 a	11,5 a	0,45 c	1,17 a	13,1 a
5	4,1 e	4,2 d	297,8 a	9,4 c	42,2 abc	339,4 ab	10,8 ab	0,43 c	1,24 a	12,4 a
6	5,1 a	7,6 ab	218,3 b	23,9 a	50,0 a	298,9 bc	9,8 ab	1,11 a	1,27 a	12,2 a
7	4,3 cde	6,4 bc	202,2 b	16,1 bc	50,0 a	281,9 c	9,1 b	0,72 b	1,24 a	11,1 a
8	4,6 bc	6,8 bc	210,6 b	18,3 ab	41,1 abc	272,5 c	9,0 b	0,72 b	1,32 a	11,0 a
10	4,2 de	6,5 bc	215,0 b	15,0 bc	41,7 abc	273,1 c	9,7 ab	0,65 bc	1,28 a	11,7 a
11	4,4 bcd	8,6 a	238,3 b	23,9 a	47,8 ab	315,8 abc	10,0 ab	0,98 a	1,46 a	12,4 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ¹Cultivares: 1=Iara, 2=Lorca, 3=Lucy Brown, 4=OGR, 5=Tainá, 6=Brisa, 7=Itapuá, 8=Marisa, 10=Vera e 11=Verônica; ²Características: RNFO=raiz quadrada do número de folhas; CC=comprimento de caule; PFF=peso da matéria fresca de folha; PFC=peso da matéria fresca de caule; PFR=peso da matéria fresca de raiz; PFPL=peso da matéria fresca da planta; PSF=peso de matéria seca de folhas; PSC=peso de matéria seca de caule; PSR=peso de matéria seca de raiz e PSPL=peso de matéria seca da planta.

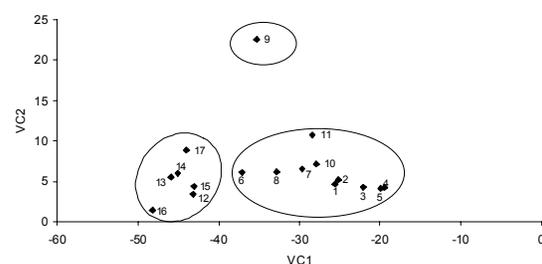


Figura 2. Dispersão gráfica dos escores de 17 cultivares de alface produzidas em sistema hidropônico, no verão, em relação às duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2). Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999. **Cultivares:** 1=Iara, 2=Lorca, 3=Lucy Brown, 4=OGR, 5=Tainá, 6=Brisa, 7=Itapuá, 8=Marisa, 9=Mimosa, 10=Vera, 11=Verônica, 12=Babá de verão, 13=Brasil 303, 14=Floresta, 15=Monalisa, 16=Regina, 17=Vitória de verão.

Tabela 6. Médias dentro do grupo II, estabelecido pelo método de agrupamento de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis, de dez características avaliadas em alface cultivada em sistema hidropônico, no verão. Viçosa, Epamig, Estado de Minas Gerais, 1999.

Cultivar ¹	RNFO ²	CC	PFF	PFC	PFR	PFPL	PSF	PSC	PSR	PSPL
12	5,5 c	7,9 bc	213,9 a	30,0 a	37,2 b	285,6 a	9,2 a	1,3 a	1,1 d	11,6 a
13	6,0 ab	7,9 bc	228,9 a	23,3 ab	40,6 ab	295,3 a	9,9 a	1,1 a	1,5 b	12,5 a
14	5,9 abc	8,4 b	231,1 a	23,3 ab	45,0 ab	301,7 a	9,6 a	1,1 a	1,2 cd	11,9 a
15	5,6 bc	6,6 c	200,0 a	21,7 b	54,4 a	275,0 a	9,9 a	1,1 a	1,8 a	12,8 a
16	6,3 a	6,8 bc	233,9 a	26,7 ab	51,7 ab	325,8 a	9,9 a	1,2 a	1,5 b	12,6 a
17	5,8 bc	10,1 a	241,7 a	31,1 a	50,0 ab	316,1 a	9,6 a	1,2 a	1,4 bc	12,2 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ¹Cultivares: 12=Babá de verão, 13=Brasil 303, 14=Floresta, 15=Monalisa, 16=Regina e 17=Vitória de verão; ²Características: RNFO=raiz quadrada do número de folhas; CC=comprimento de caule; PFF=peso da matéria fresca de folha; PFC=peso da matéria fresca de caule; PFR=peso da matéria fresca de raiz; PFPL=peso da matéria fresca da planta; PSF=peso de matéria seca de folhas; PSC=peso de matéria seca de caule; PSR=peso de matéria seca de raiz e PSPL=peso de matéria seca da planta.

Em alface, o peso da planta juntamente com o número de folhas por planta são importantes características de produção, e o comprimento do caule pode ser utilizado para indicar a tolerância ao calor. Caules mais longos implicam cultivares mais sensíveis ao calor e vice-versa. Essas características

seriam, então, as mais indicadas na seleção da cultivar para determinada região, que, juntamente com a preferência do mercado consumidor, determina a cultivar utilizada. Acredita-se que, para melhor concorrência de mercado para alface hidropônica, a embalagem deve conter peso superior a 300g, ainda que, para isso, seja necessário embalar juntas duas plantas. Nesse sentido, as cultivares Iara, Lorca, Lucy Brown, ORG e Tainá (Americana) e Verônica (Crespa), do grupo I, e Regina e Vitória de verão (Lisa), do grupo II, seriam as mais indicadas para o cultivo hidropônico de verão, nas condições avaliadas.

Conclusão

Com base na análise de divergência, pode-se concluir que existe considerável variabilidade genética entre as cultivares avaliadas, sendo que a cultivar Mimosa possui características únicas, como peso de matéria fresca da planta e comprimento do caule, que a separa das demais;

Considerando-se tanto a distância entre as cultivares quanto o desempenho *per se* das mesmas, as mais indicadas para integrar futuros programas de melhoramento, com vista a produzir novas cultivares destinadas, principalmente, ao cultivo hidropônico, são: Brisa (crespa) e OGR (americana) do grupo I, Regina (lisa) do grupo II e Mimosa (crespa) do grupo III.

O método de Singh (1981) foi eficiente em apontar as variáveis passíveis de descarte. Portanto, a utilização dessa técnica pode ser um bom procedimento antes de se efetuar os estudos de divergência genética em alface.

Referências

AMARAL Jr., A. T. *et al.* Dissimilaridade genética de descritores botânico-agronômicos e isozimáticos em

- clones de couve-comum. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 12, n.2, p.113-117, 1994.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18, p.26-33, 2000.
- ARUNACHALAM, V. Genetic distance in plant breeding. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, New Delhi, v. 41, p.226-236, 1981.
- BEALE, E. M. L. *et al.* The discarding of the variables in multivariate analysis. *Biometrika*, Cambridge, v. 54, p.357-365, 1967.
- CRUZ, C. D. *Programa genes*: versão Windows. Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 1997.
- FURLANI, P. R. *Instrução para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia - NFT*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. (Boletim Técnico, 168).
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis; I Artificial data. *Appl. Stat.*, London, v. 22, p.160-173, 1972.
- JOLLIFFE, I. T. Discarding variables in a principal component analysis; II Real data. *Applied Statistics*, London, v. 22, p.21-31, 1973.
- LÊDO, F. J. S. *Diversidade genética e análise dialélica da eficiência nutricional para nitrogênio em alface (Lactuca sativa L.)*. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- MARTINELLO, G. E. *et al.* Diversidade genética em quiabeiro baseada em marcadores RAPD. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n.1, p.20-25, 2003.
- NAGAI, H. Obtenção de novos cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) resistentes ao mosaico e ao calor. II - Brasil 303 e 311. *Revista de Olericultura*, Santa Maria, v.18, p.14-21, 1980.
- NAGAI, H. Alface tipo manteiga. In: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P. (Ed.). *O melhoramento de plantas no instituto agrônomo*. Campinas: IAC, 1993. p.204-221.
- OLIVEIRA, A. C. B. *et al.* Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n.4, p.895-900, 2000.
- OLIVEIRA, V. R. *et al.* Avaliação da diversidade genética em pimentão através de análise multivariada. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n.1, p.19-24. 1999.
- RAO, C. R. *Advanced statistical methods in biometric research*. New York: John Wiley & Sons, 1952.
- RÊGO, E. R. *Diversidade, herança e capacidade combinatória em pimenta (Capsicum baccatum)*. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- SILVA, D. J. H. *et al.* Relação entre divergência genética de acessos de berinjela e desempenho de seus híbridos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 17, n.2, p.129-133, 1999.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian J. Genet. Plant Breed.*, New Delhi, v. 41, p.237-245, 1981.

Received on June 05, 2003.

Accepted on November 20, 2003.