

EFICIÊNCIA NUTRICIONAL DO NITROGÊNIO EM CULTIVARES DE ALFACE¹

Francisco José da Silva Léo²
Vicente Wagner Dias Casali³
Waldênia de Melo Moura⁴
Paulo Roberto Gomes Pereira³
Cosme Damião Cruz⁵

RESUMO

Avaliou-se a eficiência nutricional do nitrogênio em 17 cultivares de alface, com o objetivo de identificar a dose de nitrogênio e o caráter mais adequado para estudos genéticos, bem como classificá-los em relação à sua eficiência. O experimento foi realizado em casa de vegetação com vasos de polietileno contendo 4,5 dm³ de substrato (uma parte de areia e duas de solo), em que foram utilizadas quatro doses de N (25, 75, 125 e 200 mg N/dm³) no delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Houve variabilidade genética entre os cultivares estudados. As doses de 75 e 125 mg N/dm³ foram as mais indicadas para estudos genéticos. As matérias seca e fresca da parte aérea foram os caracteres mais importantes para discriminar os cultivares quanto à eficiência nutricional do N. 'Vitória de Verão' foi considerado eficiente nas doses 75 e 125 mg N/dm³; 'Nativa', na dose 75 mg N/dm³; e 'Regina de Verão', na dose 125 mg N/dm³. Os cultivares 'Grandes Lagos', 'Maravilha de Verão' e 'Grand Rapids' foram ineficientes com ambas as doses.

Palavras-chaves: *Lactuca sativa*, nutrição mineral, cultivares.

¹ Aceito para publicação em 11.08.1999.

² Embrapa CPAF-Acre, caixa Postal 392. 69901-180 Rio Branco, AC.

³ Departamento de Fitotecnia, UFV. 36571-000 Viçosa, MG.

⁴ EPAMIG, Caixa Postal 216. 36571-000 Viçosa, MG.

⁵ Departamento de Biologia Geral, UFV.

ABSTRACT

NUTRITIONAL EFFICIENCY OF NITROGEN IN LETTUCE

The nutritional efficiency of nitrogen was evaluated in 17 cultivars of lettuce, aiming to identify the nitrogen dose and the most adapted character for genetic studies, as well as to classify them by its efficiency. The experiment was carried out in a greenhouse in polyethylene pots containing 4.5 dm³ of substratum (a part of sand and two of soil), in which four doses of N were used (25, 75, 125 and 200 mg N/dm³) in a randomized complete-block experiment with three replications. There was a genetic variability among the cultivars in the study. The doses of 75 and 125 mg N/dm³ were the most indicated for genetic studies. The dry and fresh matters of the aerial part were the most important characters to discriminate the cultivars as to its nutritional efficiency for N. 'Vitória de Verão' was considered efficient for the 75 and 125 mg N/dm³ doses; 'Nativa', for the 75 mg N/dm³ dose; 'Regina de Verão', for the 125 mg N/dm³ dose. The cultivars 'Grandes Lagos', 'Maravilha de Verão' and 'Grand Rapids' were inefficient for both doses.

Key words: *Lactuca sativa*, mineral nutrition, cultivars.

INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças folhosas, a alface destaca-se pela sua maior aceitação. Assim como a maioria das hortaliças, ela necessita de quantidades relativamente grandes de nutrientes em período de tempo muito curto, sendo, por isso, considerada uma planta exigente em nutrientes. Em razão de as folhas serem o produto comercial, a cultura responde mais ao fornecimento de nitrogênio, que é muito lixiviável e, portanto, requer manejo especial (8).

O uso excessivo da adubação nitrogenada na agricultura pode ocasionar problemas de contaminação das águas subterrâneas e dos alimentos pelo nitrato. Ingerido, o nitrato é reduzido a nitrito no trato digestivo, que, entrando na corrente sanguínea, pode oxidar íons ferrosos da hemoglobina, convertendo-a em metaemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio aos tecidos para a respiração normal das células, causando a chamada metaemoglobinemia (5, 22). O nitrito também pode reagir no estômago com aminas secundárias, formando as nitrosaminas, as quais têm se mostrado cancerígenas e mutagênicas (9, 12). Uma das formas de reduzir a contaminação do meio ambiente, devido ao uso de adubos nitrogenados, é o desenvolvimento de cultivares com maior eficiência nutricional, que acumule menos nitrato e sejam adaptados ao cultivo com baixa disponibilidade de nitrogênio (3, 21).

Existem numerosas evidências de variação entre e dentro das espécies hortícolas na absorção, na translocação, no acúmulo e no uso do nitrogênio relatadas em tomate (11), brássicas (10), batata (16) e alface (1).

14, 15, 19), indicando ser possível a obtenção de genótipos de alface que apresentem maior eficiência nutricional.

O objetivo deste trabalho foi identificar o nível de nitrogênio e o caráter mais adequado para estudos genéticos relacionados à eficiência nutricional do nitrogênio, bem como classificar os cultivares de alface em relação à sua eficiência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 15 de outubro (data da sementeira) a 14 de dezembro de 1995 (data da última colheita). Foram avaliados 17 cultivares de alface, que receberam quatro doses de nitrogênio, e cultivados em vasos de polietileno rígido de 5 dm³, preenchidos com 4,5 dm³ de substrato, constituído da mistura de uma parte de areia lavada e duas de solo classificado como Latossolo variação Una (LU), coletado na UFV, à profundidade de 20 a 50 cm. O solo e a areia foram secos ao ar, passados em peneira com malha de 4 mm, misturados e homogeneizados.

Foi realizada a correção do pH com a aplicação de carbonatos de cálcio e magnésio, na proporção estequiométrica de 4:1, com base nas recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (4). Na adubação mineral foram adicionados, em mg/dm³, 500 P, 150 K, 40 S, 2 B, 1 Cu, 2 Zn e 0,3 Mo, fornecidos na combinação das seguintes fontes P.A.: K₂SO₄, ZnSO₄.7H₂O, CuSO₄.5H₂O, H₃BO₃ e (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O. Os vasos foram mantidos na capacidade de campo, com a adição de água desionizada durante 15 dias, à temperatura ambiente, em casa de vegetação.

Os cultivares avaliados foram: 'Babá de Verão', 'Brasil 48', 'Grand Rapids Nacional', 'Regina de Verão' e 'Verônica', da Empresa Agroceres; 'Mimosa', 'Rainha de Maio' e 'Repolhuda Todo Ano', da Feltrin; 'Boston Branca', 'Grandes Lagos', 'Quatro Estações' e 'Vitória de Verão', da Pak; 'Aurélia', 'Black Seeded Simpson', 'Maravilha de Verão' e 'Sem Rival', da Top Seed; e 'Nativa BGH 2429', do Banco de Germoplasma de Hortaliças da UFV. As doses de nitrogênio utilizadas foram: 25, 75, 125 e 200 mg N/dm³. O nitrogênio foi todo aplicado em cobertura, parcelado em duas vezes, a primeira um dia após o transplante e a segunda 20 dias após a primeira, utilizando-se como fonte o NH₄NO₃.

A produção de mudas foi realizada em bandejas de isopor de 288 "células", utilizando-se o substrato comercial formado por resíduos vegetais e vermiculita expandida ("Plantimax"). Aos 23 dias após a sementeira, as mudas foram transplantadas para os vasos com a raiz nua. Durante a condução do ensaio, a umidade do solo foi mantida próxima dos

85% da capacidade de campo, com base no peso dos vasos, determinado a cada cinco dias. A colheita foi realizada aos 59 e 60 dias após a semeadura. As plantas foram colhidas, cortando-se o caule na região do coleto, rente ao solo, e imediatamente pesadas para determinação do peso da matéria fresca da parte aérea. O sistema radicular foi retirado com auxílio de jato d'água dirigido sobre o substrato. Em seguida, as plantas e as raízes foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa com ventilação forçada a 65°C, até o peso constante, para determinação da matéria seca da parte aérea e da raiz.

Para a determinação do N na matéria seca da parte aérea, ela foi moída em moinho do tipo "Wiley", com passagem em peneira de 20 "mesh". Para a determinação do teor de N-orgânico, as amostras foram mineralizadas por via úmida em ácido sulfúrico concentrado e o teor foi dosado, usando-se o reagente de Nessler, com leitura em espectrofotômetro (7). O N-inorgânico (nitrato) foi determinado, usando-se tubos de ensaio em banho-maria, à temperatura de 45°C, por uma hora. Após o resfriamento dos tubos, o extrato foi obtido pela adição de carvão ativado, seguido de agitação e filtração lenta. O teor de nitrato no extrato foi determinado, segundo a metodologia descrita por Cataldo et al. (2), com leitura em espectrofotômetro.

Foram avaliadas as seguintes características e índices de eficiência: peso da matéria fresca da parte aérea (MFPA); peso da matéria seca da parte aérea (MSPA); peso da matéria seca da raiz (MSR); relação raiz/parte aérea (RRPA); área foliar, em cm² por planta (AF); conteúdo de nitrogênio na parte aérea (CNPA), em mg N; concentração de nitrato na parte aérea (CNIPA), em mg NO₃⁻ por kg de matéria fresca; eficiência de utilização (EU): (g de matéria seca da parte aérea)²/mg de N na parte aérea; eficiência de absorção (EAB): mg de N na parte aérea/g de matéria seca da raiz; e eficiência de enraizamento (EE): (g de matéria seca da raiz)²/mg de N na parte aérea. A área foliar (AF) foi determinada com base no comprimento (C) e na largura (L) médios de duas folhas situadas na região mediana da planta, por meio da fórmula $AF = [(C \times L)/2 \times FC \times NF]$, em que FC é o fator de correção e NF, o número de folhas maiores que 4 cm de comprimento. Utilizou-se o fator de correção de 0,68, por apresentar as melhores aproximações da área real estimada (15).

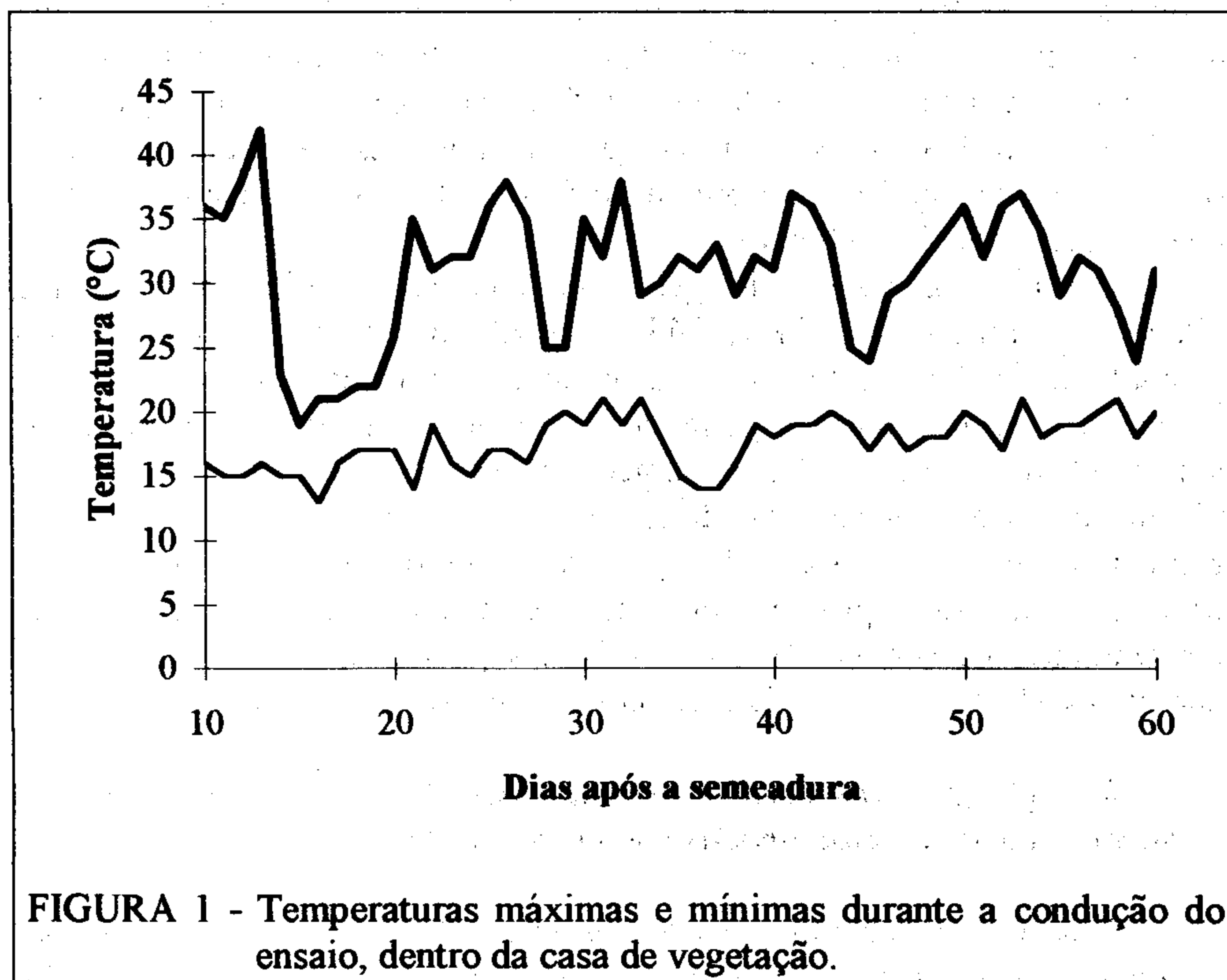
As análises estatísticas foram realizadas para cada dose de nitrogênio, considerando o delineamento experimental de blocos casualizados com três repetições, envolvendo 17 cultivares e quatro níveis de nitrogênio. Cada unidade experimental foi constituída de um vaso com uma planta.

Foram estimados, em cada dose: valor da estatística F; componente de variação fenotípico ($\hat{\sigma}_f^2$), dado pela razão QMG/r; componente

quadrático que expressa a variabilidade genotípica entre as médias de genótipos ($\hat{\phi}_g$), dado pela expressão $(QMG-QMR)/r$; coeficiente de variação experimental (CV_e), dado pela expressão $100\sqrt{QMR}/\hat{m}$; coeficiente de variação genotípico (CV_g), dado pela expressão $100\sqrt{\hat{\phi}_g}/\hat{m}$; razão CV_g/CV_e ; e coeficiente de determinação genotípico (H^2), dado pela razão $\hat{\phi}_g/\hat{\sigma}_f^2$, em que QMG = quadrado médio de genótipos; QMR = quadrado médio do resíduo; r = número de repetições; e \hat{m} = média geral da característica avaliada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi realizado no período de outubro a dezembro, no qual ocorreram temperaturas elevadas (Figura 1); por conseguinte, a maior ou menor adaptação dos cultivares a alta temperatura pode ter influenciado seu comportamento.



A temperatura é o fator ambiental mais importante no desenvolvimento da alface. Em alta temperatura, a planta é estimulada ao pendoamento precocemente, encurtando o período vegetativo, com menor

produção de folhas (18). Segundo Zatarin (23), o pendoamento precoce pode ser considerado o fator primário no comportamento diferencial das alfaces nas épocas mais quentes. Assim, as plantas eficientes, selecionadas, serão mais adaptadas ao cultivo em temperaturas semelhantes às registradas no período em que o experimento foi realizado.

Identificação da dose mais adequada para estudos genéticos da eficiência nutricional do nitrogênio

A maioria dos caracteres avaliados apresentou diferenças significativas ($P \leq 0,05$) nas quatro doses de nitrogênio, indicando a existência de variabilidade genotípica entre os cultivares (Quadro 1). Na dose 25 mg N/dm³, apenas o caráter CNPA não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$), o mesmo acontecendo com AF e EE na dose 75 mg N/dm³. A RRPA e EAB não apresentaram diferenças significativas na dose 200 mg N/dm³.

Houve grande variação das estimativas dos coeficientes de variação experimental (CVe) e genética (CVg), da relação CVg/CVe, do coeficiente de determinação genotípico (H^2) e da estatística F, em função das doses de nitrogênio e dos caracteres (Quadro 1). Constatou-se que a MFPA, seguida de CNPA e MSPA, apresentou, em geral, as menores estimativas de CVe, ou seja, maior precisão experimental, indicando terem esses caracteres sido menos afetados pelo ambiente.

Dentre as doses de nitrogênio adicionadas ao solo, na de 25 mg N/dm³ os caracteres MFPA, MSPA e EU apresentaram as menores estimativas de CVg/CVe, H^2 e valor de F, mostrando que essa dose é inadequada para estudos genéticos, devido à menor expressão da variabilidade genotípica desses caracteres. Na dose de 200 mg N/dm³, as plantas apresentaram sintomas de toxidez, devido ao excesso de nitrogênio fornecido. As doses 75 e 125 mg N/dm³ mostraram-se adequadas para estudos genéticos, apresentando altas estimativas dos coeficientes de determinação genotípicos (H^2) e relação CVg/CVe superior à unidade nos caracteres MFPA, MSPA e EU, refletindo em situação favorável à seleção.

Identificação dos caracteres mais importantes para detecção das variações genéticas relacionadas à eficiência nutricional

Uma vez constatado que as doses 75 e 125 mg N/dm³ foram as mais adequadas para estudos genéticos, procedeu-se à identificação dos caracteres que foram avaliados com maior precisão e manifestação da variabilidade genotípica. Dentre os caracteres avaliados, a produção de matérias fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA, respectivamente) apresentou as maiores estimativas da relação CVg/CVe, do coeficiente de

determinação genotípico (H^2) e do valor da estatística F, sendo, portanto, os caracteres que melhor discriminaram as variações entre os cultivares (Quadro 1).

QUADRO 1 - Coeficiente de variação experimental (CVe), coeficiente de variação genético (CVg), relação CVg/CVe, coeficiente de determinação genotípico (H^2) e estatística F dos caracteres matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), relação raiz/parte aérea (RRPA), área foliar (AF), conteúdo de nitrogênio na parte aérea (CNPA), concentração de nitrato na parte aérea (CNIPA), eficiência de utilização (EU), eficiência de absorção (EAB) e eficiência de enraizamento (EE) avaliados em 17 cultivares de alface submetidos a quatro doses de nitrogênio

Caracteres	Doses (mg N/dm ³)			
	25	75	125	200
	-----CVe-----			
MFPA	7,45	9,63	14,48	14,33
MSPA	13,17	15,82	17,12	16,64
MSR	23,34	34,08	24,99	31,26
RRPA	19,87	22,28	22,08	29,67
AF	21,41	27,51	23,90	21,48
CNPA	9,63	10,33	14,30	16,00
CNIPA	28,12	28,19	23,43	18,48
EU	27,21	28,33	25,50	22,24
EAB	31,24	30,80	26,25	37,57
EE	43,51	72,36	49,98	64,01
	-----CVg-----			
MFPA	6,89	14,15	23,06	24,15
MSPA	14,57	21,42	25,46	25,21
MSR	24,75	25,86	34,13	38,74
RRPA	13,92	13,22	15,89	12,79
AF	17,34	3,21	15,03	18,61
CNPA	4,31	6,06	16,98	22,13
CNIPA	34,70	29,46	26,61	22,89

Continua...

QUADRO 1 – Continuação.

EU	27,58	36,17	35,01	30,15
EAB	29,86	27,28	28,12	20,39
EE	47,59	38,73	55,82	59,35
-----CVg/CVe-----				
MFPA	0,92	1,47	1,59	1,68
MSPA	1,11	1,35	1,49	1,51
MSR	1,06	0,76	1,37	1,24
RRPA	0,70	0,59	0,72	0,43
AF	0,81	0,12	0,63	0,87
CNPA	0,45	0,59	1,19	1,38
CNIPA	1,23	1,04	1,14	1,24
EU	1,01	1,28	1,37	1,36
EAB	0,96	0,89	1,07	0,54
EE	1,09	0,54	1,12	0,93
-----H ² -----				
MFPA	71,92	86,62	88,39	89,49
MSPA	78,59	84,61	86,91	87,32
MSR	77,13	63,32	84,83	82,16
RRPA	59,56	51,36	60,82	35,80
AF	66,32	3,93	54,27	69,25
CNPA	37,51	50,77	80,89	85,15
CNIPA	82,04	76,61	79,47	82,15
EU	75,50	83,03	84,97	84,65
EAB	73,27	70,18	77,49	46,91
EE	78,20	46,22	78,91	72,06
-----F-----				
MFPA	3,56**	7,47**	8,61**	9,52**
MSPA	4,67**	6,50**	7,64**	7,88**
MSR	4,37**	2,73**	6,59**	5,61**
RRPA	2,47*	2,06*	2,55*	1,56ns
AF	2,97**	1,04ns	2,19*	3,25**
CNPA	1,60ns	2,03*	5,23**	6,74**
CNIPA	5,57**	4,28**	4,87**	5,60**
EU	4,08**	5,89**	6,65**	6,51**
EAB	3,74**	3,35**	4,44**	1,88ns
EE	4,59**	1,86**	4,74**	3,58**

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

ns não-significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Como a MSPA apresentou correlação genotípica com a eficiência de utilização (EU) superior à obtida pela MFPA, optou-se por utilizar a MSPA para classificar os cultivares em relação à eficiência nutricional, já que a MSPA possibilitou maior precisão e manifestação da variabilidade genotípica, quando comparada com a EU. A existência de correlação genotípica negativa entre a CNIPA e a MSPA (-0,68 e -0,92 nas doses 75 e 125 mg N/dm³, respectivamente) e MFPA (-0,84 e -0,89 nas doses 75 e 125 mg N/dm³, respectivamente) indica que os cultivares que apresentam maiores produções de MSPA e MFPA tendem a acumular menos nitrato, o que é desejável. Esta correlação negativa também foi relatada por Reinink et al. (14), sendo sua magnitude muito influenciada pelo ambiente (12, 13).

Discriminação dos cultivares em relação à eficiência nutricional

A classificação dos cultivares quanto à eficiência nutricional foi feita com base na produção de matéria seca da parte aérea (MSPA). Os cultivares foram qualificados em três categorias (eficientes, eficiência moderada e ineficientes), utilizando-se o teste de Scott-Knott (Quadro 3).

Na dose 75 mg N/dm³, os eficientes foram 'Vitória de Verão' e 'Nativa' e os ineficientes, 'Grandes Lagos', 'Maravilha', 'Grand Rapids', 'Quatro Estações' e 'Sem Rival', sendo os demais classificados como de eficiência moderada (Quadro 3). Na dose 125 mg N/dm³, 'Regina de Verão' e 'Vitória de Verão' foram considerados eficientes, enquanto 'Grandes Lagos', 'Maravilha de Verão', 'Grand Rapids' e 'Sem Rival', ineficientes, sendo os demais qualificados como de eficiência moderada.

O 'Vitória de Verão' foi considerado eficiente em ambas as doses, e 'Grandes Lagos', 'Maravilha de Verão' e 'Grand Rapids', classificados como ineficientes. A adaptação ao cultivo em alta temperatura é um fator que pode ter influenciado a classificação dos cultivares quanto à eficiência nutricional, já que 'Vitória de Verão' e 'Regina de Verão' apresentaram boa resistência ao pendoamento precoce, enquanto 'Grandes Lagos' e 'Grand Rapids', considerados como ineficientes, apresentaram pendoamento excessivo. Dessa forma, a identificação de cultivares ineficientes deve ser feita com cautela, já que em outras condições ambientais eles podem mostrar-se eficientes, devido à influência da temperatura no crescimento das plantas (18, 23).

As médias de CNIPA foram consideradas baixas, não comprometendo a qualidade do produto. O cultivar 'Grand Rapids' apresentou a maior média, 1.698 mg NO₃⁻/kg de matéria fresca na dose 125 mg N/dm³, ficando abaixo dos valores máximos permitidos na Europa, de 3.500 a 4.500 mg NO₃⁻/kg de matéria fresca (20).

QUADRO 3 - Médias de matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSR), relação raiz/parte aérea (RRPA), área foliar (AF), conteúdo de nitrogênio na parte aérea (CNPA), concentração de nitrato na parte aérea (CNIPA), eficiência de utilização (EU), eficiência de absorção (EAB) e eficiência de enraizamento (EE) avaliadas em 17 cultivares de alface nas doses 75 e 125 mg N/dm³

Cultivares	Dose 75 mg N/dm ³			Dose 125 mg N/dm ³		
	MSPA (g/planta)	CNIPA ²	EU ³	MSPA (g/planta)	CNIPA ²	EU ³
Babá de Verão	10,1 b (EM) ¹	530 b	0,293 b	9,2 b (EM)	763 d	0,178 c
Brasil 48	8,7 b (EM)	669 b	0,228 c	9,0 b (EM)	1061 c	0,186 c
Grand Rapids	6,3 c (I)	1062 a	0,135 d	5,9 d (I)	1698 a	0,104 c
Regina de Verão	10,2 b (EM)	471 b	0,300 b	13,1 a (E)	549 d	0,310 a
Verônica	8,3 b (EM)	1064 a	0,205 c	10,5 b (EM)	963 c	0,225 b
Mimosa	9,8 b (EM)	401 b	0,301 b	7,1 c (EM)	1349 b	0,133 c
Rainha de Maio	9,0 b (EM)	752 b	0,248 b	8,2 c (EM)	842 c	0,177 c
Repolhuda	9,6 b (EM)	855 a	0,268 b	9,1 b (EM)	729 d	0,201 b
Boston Branca	8,4 b (EM)	473 b	0,234 c	7,9 c (EM)	970 c	0,161 c
Grandes Lagos	4,6 c (I)	1159 a	0,086 d	4,0 d (I)	1275 b	0,074 c
Quatro Estações	7,4 c (I)	549 b	0,172 c	9,3 b (EM)	736 d	0,212 b
Vitória de Verão	12,6 a (E)	472 b	0,472 a	12,1 a (E)	536 d	0,327 a
Aurélia	9,6 b (EM)	577 b	0,259 b	7,9 c (EM)	1104 c	0,157 c
Simpson	10,1 b (EM)	747 b	0,285 b	9,6 b (EM)	1056 c	0,219 b
Maravilha	5,7 c (I)	1061 a	0,104 d	5,7 d (I)	1065 c	0,100 c
Sem Rival	7,9 c (I)	773 b	0,212 c	6,5 d (I)	883 c	0,127 c
Nativa	11,8 a (E)	955 a	0,409 a	10,8 b (EM)	986 c	0,267 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (17), a 5% de probabilidade.

¹ (E) eficiente, (EM) eficiência moderada e (I) ineficiente.

² mg NO₃/kg de matéria fresca da parte aérea.

³ (MSPA)²/CNPA.

REFERÊNCIAS

1. BLOM ZANDSTRA, M. & EENINK, A.H. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111:908-11, 1986.
2. CATALDO, D.A.; HAARON, M.; SCHRADER, L.E. & YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitrification of salicylic acid. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 6:71-90, 1975.
3. CLARK, R.B. & DUNCAN, R.R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. *Field Crops Research*, 27:219-40, 1991.
4. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª. Aproximação. Lavras, 1989. 176p.
5. COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W. & SOUZA, E.C.A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: Ferreira, M.E.; Castelhane, P.D. & Cruz, M.C.P. (eds.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba, Potafos, 1993. p. 85-140.
6. FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C. & LIMA, M. Diferenças entre linhagens de milho cultivadas em solução nutritiva quanto à absorção e utilização de nitrogênio. *Bragantia*, 44:599-618, 1985.
7. JACKSON, M.L. Nitrogen determinations for soil and plant tissue. In: Jackson, M.L. (ed.). *Soil chemical analyses*. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1958. p.183-204.
8. KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: Ferreira, M.E., Castelhane, P.D. & Cruz, M.C.P. (eds.). *Nutrição e adubação de hortaliças*. Piracicaba, Potafos, 1993. p.141-8.
9. MAYNARD, D.N.; BARKER, A.V.; MINOTTI, P.L. & PECK, N.H. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.*, 28:71-118, 1976.
10. MORONI, J.S.; STRINGAM, G.R. & THIAGARAJAH, M.R. In search of nitrogen-uptake efficiency and nitrogen-utilization efficiency of *Brassica napus* L. rapeseed germplasm. In: *International Symposium: Genetic and Molecular Biology of Plant Nutrition*, 5, California, 1994. p.93.
11. O'SULLIVAN, J.; GABELMAN, W.H. & GERLOF, G.C. Variation in efficiency of nitrogen utilization in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown under nitrogen stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99:543-7, 1974.
12. REININK, K. Relationship between effects of seasonal change on nitrate and dry matter content in lettuce. *Scientia Horticulturae*, 53:35-44, 1993.
13. REININK, K. Genetics of nitrate accumulation in lettuce. Wageningen, Netherlands, Agricultural University, 1993.96p. (Ph.D. thesis).
14. REININK, K.; GROENWOLD, R. & BOOTSMAN, A. Genotypical differences in nitrate content in *Lactuca sativa* L. and related species and correlation with dry matter content. *Euphytica*, 36:11-8, 1987.
15. RODRIGUES, E.T. Seleção de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) para cultivo composto orgânico. Viçosa, UFV, 1995. 163p. (Tese de doutorado).
16. SATTELMACHER, B.; KLOTZ, F. & MARSCHNER, H. Influence of the nitrate level on root growth and morphology of two potato varieties differing in nutrition. *Plant Soil*, 123:131-7, 1990.
17. SCOTT, A.J. & KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. *Biometrics*, 30:507-12, 1974.
18. SILVA, A.C.F.; REBELO, J.A. & MULLER, J.J.V. Produção de sementes de alface em pequena escala. *Agrop. Catarinense*, 8(1):41-4, 1995.
19. SUBRAMANYA, R.; VEST, G. & HONMA, S. Inheritance of nitrate accumulation in lettuce. *HortScience*, 15:525-6, 1980.
20. VAN DER BOON, J.; STEENHUIZEN, J.W. & STEINGROVER, E.G. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by nitrogen and chloride concentration,

- $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. J. Hort. Sci., 65:309-21, 1990.
21. VOSE, P.B. Screening techniques for plant nutrient efficiency: Philosophy and methods. In: El Bassam, N. (ed.). Genetic aspects of mineral nutrition. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1990. p.283-9.
 22. WRIGHT, M.J. & DAVISON, K.L. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. Adv. Agron., 16:197-274, 1964.
 23. ZATARIN, M. Comportamento de progênies de alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes épocas do ano. Piracicaba, ESALQ, 1995. 90p. (Tese de mestrado).