

Avaliação Quantitativa e Qualitativa de Alface Cultivada em Sistema Zeopônico

Introdução

A alface é a mais popular das hortaliças folhosas e seu consumo ocorre principalmente na forma *in natura*. Assim, o aumento da produção dessa hortaliça é necessário devido ao aumento do consumo, a crescente elevação populacional e pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor, bem como a conscientização sobre a importância nutricional das hortaliças (Cortez *et al.*, 2002). A alface é importante na alimentação e saúde humana por ser fonte de vitaminas e sais minerais, além de apresentar baixo valor calórico.

Com a tendência de crescimento do mercado hortícola, novos sistemas de cultivo, em alternativa ao sistema tradicional a campo, como os protegidos (túneis e estufas) e o hidropônico têm sido adotados pelos produtores.

Existe ainda uma nova possibilidade que é o cultivo zeopônico, no qual plantas são cultivadas em substrato artificial composto pelo mineral zeólita misturados a rochas fosfáticas, e que funciona como um sistema de liberação controlada e renovável de nutrientes para as plantas. Este mineral apresenta 3 propriedades principais, que lhes conferem grande interesse para uso na agricultura. São estas: alta capacidade de troca de cátions, alta capacidade de retenção de água livre nos canais, e a alta habilidade na adsorção. Assim, a zeólita pode atuar na melhoria da eficiência do uso de nutrientes através do aumento da disponibilidade de P da rocha fosfática, e na melhora do aproveitamento do N (NH_4^+ e NO_3^-) e redução das perdas por lixiviação dos cátions trocáveis, especialmente K^+ e também como um fertilizante de liberação lenta (Allen *et al.*, 1995; Notario-Del-Pino *et al.*, 1994; Barbarick *et al.*, 1990).

No entanto, não bastam alternativas viáveis para o aumento quantitativo da produção e a manutenção do fornecimento o ano todo, pois o consumidor da hortaliça tem se tornado mais exigente, havendo necessidade de obter-se principalmente produtos de qualidade.

A qualidade final de um produto agrícola é resultado de diversos fatores, entre estes os níveis de fornecimento de nutrientes. A qualidade é a soma de todas características combinadas que produzam uma hortaliça com valor nutritivo, aceitável e desejável como alimento humano. A aparência externa das hortaliças é de grande importância, uma vez que o consumidor somente adquire o produto que parece ser mais atrativo.

A análise sensorial é uma ferramenta adequada para avaliar a qualidade ou aparência externa das hortaliças. Esta técnica é utilizada para medir, analisar, interpretar de forma rápida e criteriosa os atributos físicos e químicos dos alimentos e dos materiais através da percepção pelos cinco sentidos: visão, olfato, tato, audição, e gustação (Matthheis & Fellman, 1999; Meilgaard *et al.*, 1988; Moraes, 1988; Chaves, 1980; Amerine *et al.*, 1965).

A avaliação sensorial baseia-se em técnicas que são fundamentais na percepção psicológica e fisiológica, sendo que o grau de apreciação de um produto alimentício está ligado a um processo subjetivo. O sentido da visão se antecipa na percepção a todas as outras informações e possibilita aquisição de informações sobre aspectos do alimento como estado, tamanho, forma, textura e cor (Dutcosky, 1996).

O uso desta ferramenta possibilita a diferenciação de produtos, no aspecto qualitativo. Isso ocorreu no trabalho de Siomos *et al.* (2001), que apesar de não terem observado influência do tipo de substrato de cultivo sobre a produção de parte aérea de alfaces. Foi possível detectar uma pequena diferenciação com a avaliação da qualidade visual pequena diferenciação.

Rio de Janeiro, RJ
Outubro, 2004

Autores

Alberto C. de Campos Bernardi. Pesquisador
Embrapa Pecuária
Sudeste. Rod. Washington
Luiz, Km 234. Faz.
Canchim Cx.P.339. CEP:
13560-970 São Carlos/SP
alberto@cnpq.embrapa.br

Marta R. Verruma-Bernardi. Professora
Adjunta, Faculdade de
Nutrição, UFF. Niterói, RJ.

Carlos G. Werneck
Estagiário. Convênio
Embrapa Solos/UFRRJ

Patrick G. Haim
Estagiário. Convênio
Embrapa Solos/UFRRJ

Marisa B. de Mello Monte
Pesquisadora, Centro de
Tecnologias Minerais –
CETEM/MCT. Rio de
Janeiro, RJ.

O objetivo deste trabalho foi avaliar e relacionar os aspectos quantitativos (produção e teores foliares de nutrientes), e os qualitativos (aparência) de alfaces cultivadas em substratos com zeólitas enriquecidas com NPK, bem como verificar avaliar as frequências de compra e de consumo, e os fatores de escolha na aquisição da alface por um grupo específico de consumidores.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Solos em vasos de 3 kg com substrato inerte de areia lavada. A zeólita utilizada foi coletada na Bacia do Parnaíba, no Estado do Maranhão, que representa o principal depósito de zeólita natural do País com potencial de aproveitamento econômico (Rezende & Angélica, 1999). O material coletado foi concentrado, e obteve-se um material com 84% de zeólita estilbita, e com uma capacidade de troca de cátions de 250 cmol_c kg⁻¹. A este material concentrado (Z) foi acidificado e adicionado apatita (ZP), adicionado KNO₃ (ZNK) e KH₂PO₄ (ZPK).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 3 repetições. Utilizou-se 11 tratamentos: Z20, Z40, ZP20, ZP40, ZP80, ZP160, ZNK40, ZNK80, ZPK20, ZPK40, e a testemunha (sem adição de zeólita). A descrição deles está na Tabela 1. A testemunha recebeu todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas através de uma solução nutritiva. As exigências nutricionais da alface foram estabelecidas com base na bibliografia disponível (Katayama, 1990; e Garcia *et al.*, 1988b). Todos os tratamentos receberam as mesmas quantidades de Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn. Quando a zeólita utilizada não possuía um dos macronutrientes, N, P ou K, este era adicionado na forma de solução nutritiva, na mesma dose fornecida à

testemunha. Cultivou-se a alface (*Lactuca sativa* L. var. Regina), transplantado-as para os vasos com os respectivos tratamentos 30 dias após a germinação, irrigando-as diariamente. Ao final de 30 dias de cultivo, no ponto de colheita das alfaces, as plantas foram avaliadas quantitativa e qualitativamente. A Figura 1 mostra o aspecto das alfaces obtidas com os 11 tratamentos utilizados.

As avaliações da qualidade foram realizadas através da análise sensorial da aparência. Inicialmente, para uma avaliação do público de provadores, aplicou-se um questionário em um grupo de 56 consumidores. Este público entrevistado foi composto por funcionários e estagiários da Embrapa Solos. Foram avaliadas as frequências de compra e consumo, e os fatores que interferem na escolha na aquisição da alface, em função do sexo e da faixa etária. As opções apresentadas para as frequências de compra e consumo foram: 1 por mês, 1 a cada 15 dias, 1 por semana, 2 por semana, 3 por semana, todos os dias. Para avaliar os fatores que interferem na opção de compra dos consumidores apresentou-se as opções: ausência de lesões, cor, tamanho, preço, e variedade. Solicitou-se que os consumidores estabelecessem uma escala, na qual o menor valor indicava a opção preferencial, e o maior valor a de menor importância.

Do público inicial de 56 entrevistados, foram selecionadas 53 provadores não treinados para realizarem os testes da análise sensorial. Assim, aplicou-se o teste de ordenação para os atributos de cor, tamanho e presença de lesões, e também de um teste de ordenação de preferência de compra.

Neste teste os provadores deram notas de 1 a 11, desse modo o tratamento que apresentasse cor mais intensa, maior tamanho, menos lesões e fosse o preferido para ser comprado, receberia as menores notas. A Figura 2 ilustra o momento da avaliação realizadas pelos provadores não treinados.

Tabela 1. Tratamentos utilizados em função dos nutrientes adicionados à zeólita e dose por vaso.

Tratamentos	Zeólita	Concentração* (mg kg ⁻¹)			Dose (g por vaso)
		N (N-NO ₃)	P	K	
Z 20	zeólita concentrada	0,1	30	3,9	20
Z 40	zeólita concentrada	0,1	30	3,9	40
ZP 20	zeólita + H ₃ PO ₄ + apatita	0,2	7130	3,9	20
ZP 40	zeólita + H ₃ PO ₄ + apatita	0,2	7130	3,9	40
ZP 80	zeólita + H ₃ PO ₄ + apatita	0,2	7130	3,9	80
ZP 160	zeólita + H ₃ PO ₄ + apatita	0,2	7130	3,9	160
ZNK 40	zeólita + KNO ₃	93796	17	15210	40
ZNK 80	zeólita + KNO ₃	93796	17	15210	80
ZPK 20	zeólita + KH ₂ PO ₄	0,1	11289	41925	20
ZPK 40	zeólita + KH ₂ PO ₄	0,1	11289	41925	40
Testemunha	-	-	-	-	-

* Extraídos em pasta de saturação (Embrapa, 1997).

Em seguida foram realizadas avaliações quantitativas da produção e dos teores foliares dos macronutrientes N, P e K. As plantas foram então colhidas e pesadas, e em seguida o material foi seco em estufa. Foram realizadas determinações, na matéria seca, dos teores totais de N, no extrato da digestão sulfúrica e determinado pelo método semi-micro Kjeldhal. E também de P e K, no extrato da digestão nitro-perclórica, e determinados por espectrometria de plasma induzido (ICP-OES) e fotometria de chama, respectivamente.

A interpretação dos resultados dos atributos (cor, tamanho, presença de lesões, e preferência de compra) foi realizada através do teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Newel & MacFarlane apresentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994). Os resultados de produção e teores foliares foram analisados estatisticamente através da análise de variância e teste de Tukey (5%). Estabeleceu-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), entre as médias de produção e teores foliares e a somatória das notas dos atributos.



Fig. 1. Aspecto das alfaces obtidas com os 11 tratamentos utilizados, Z20 (A), Z40 (B), ZP20 (C), ZP40 (D), ZP80 (E), ZP160 (F), ZNK40 (G), ZNK80 (H), ZPK20 (I), ZPK40 (J), testemunha (K).



Figura 2. Registro do momento da avaliação realizadas pelos provedores não treinados.

Resultados e Discussão

Avaliação quantitativa (produção e diagnose foliar)

Os resultados na Tabela 2 mostram as médias da produção (peso úmido das plantas) e teores foliares de N, P e K de alfaces cultivadas em substrato com zeólitas. Os melhores tratamentos foram ZP40 e ZP20, seguidos de ZP80 e ZPK 20. Estes valores representam aumentos de 56, 46, 39 e 30%, respectivamente, em relação ao tratamento testemunha, que recebeu todos os nutrientes de forma balanceada através de solução nutritiva. Os resultados indicam o potencial de utilização da zeólita acidificada e em mistura com apatita para o cultivo desta hortaliça. Os demais tratamentos (ZPK40, ZP160, Z20, ZNK80, Z40 e ZNK40) mesmo apresentando rendimentos inferiores mostraram também potencial para utilização pois foram equivalentes estatisticamente à testemunha. Estes resultados estão em concordância com os de Allen *et al.* (1995) que concluíram que uma mistura adequada da zeólita clinoptilolita e rocha fosfática da Carolina do Norte foi eficiente para suprir N, P, K e Ca para o cultivo intensivo de trigo (*Triticum aestivum* cv. Coker). Barbarick *et al.* (1990) também verificaram que a combinação de zeólita e rocha fosfática pode ser um eficiente fornecedor de fósforo para as plantas, desde que outros elementos essenciais não sejam limitantes.

A análise de tecidos vegetais é uma medida direta da disponibilidade de nutrientes no substrato de cultivo, pois os resultados correspondem à quantidade de nutriente absorvida pelas plantas. Desta forma, o teor de nutrientes nos tecidos vegetais reflete sua real disponibilidade, pois existe uma relação entre o fornecimento de um nutriente pelo substrato de cultivo ou por um fertilizante e a concentração na folha, e uma relação entre essa concentração e a produção da cultura. Tal técnica pode estar sujeita a algumas limitações tais como épocas de amostragem, interpretação, contaminação da amostra, deficiências e excessos de nutrientes. Apesar disso, é uma das melhores ferramentas disponíveis para avaliar o estado nutricional de plantas e para orientar programas de adubação, em conjunto com os resultados da análise de solo (Malavolta *et al.* 1997).

Na Tabela 2 também são apresentados os resultados da análise de tecidos foliares da alface dos teores dos macronutrientes N, P e K. Os teores de N e P foram significativamente maiores, nos tratamentos em que foi adicionado à zeólita uma fonte do nutriente, na forma de KH_2PO_4 (ZPK40, ZPK20) ou na forma de apatita (ZP80, ZP160, ZP40, ZP20). Provavelmente houve uma interação positiva entre o fornecimento de P no substrato de cultivo, e a absorção de N pelas plantas de alface. Notario-Del-Pino *et al.* (1994), em um experimento em casa-de-vegetação com alfafa (*Medicago sativa* cv. Aragon), compararam o fornecimento de P e K através da zeólita (phillipsita) com o KH_2PO_4 . Os resultados dos autores também mostraram que os teores de

Tabela 2. Média (3 repetições) dos valores de produção (peso úmido) e teores foliares de N, P e K de alfaces cultivadas em substrato com zeólitas.

Tratamentos	Produção (g por vaso)	Teores foliares (g kg^{-1})		
		N	P	K
Z 20	190,90 def	24,69 de	2,30 d	34,97
Z 40	162,83 f	26,65 bcde	2,37 d	33,70
ZP 20	296,74a	30,19abcd	4,52 bc	37,17
ZP 40	315,89a	32,15abc	5,70ab	35,47
ZP 80	283,30ab	32,06abc	6,02ab	33,90
ZP 160	220,83 cde	31,17abc	5,80ab	35,47
ZNK 40	160,14 f	21,28 e	2,97 cd	33,00
ZNK 80	180,91 ef	26,93 bcde	2,83 cd	34,50
ZPK 20	263,55abc	33,55a	6,07ab	32,33
ZPK 40	239,25 bcd	32,67ab	7,13a	36,27
Testemunha	202,61 def	26,09 cde	2,55 d	35,13
Teste F	24,38***	10,54***	24,66***	0,69 ^{N.S.}
CV% ⁽¹⁾	8,40	7,30	14,44	8,52
DMS ⁽²⁾	56,11	6,15	1,85	-

Médias seguidas de letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.⁽¹⁾CV% = coeficiente de variação; ⁽²⁾DMS = diferença mínima significativa. *, **, *** indicam significância para $p < 0,05$; $0,01$; e $0,001$, respectivamente. N.S. indica não significativo.

nutrientes nos tecido vegetais foram maiores nas plantas que cresceram em meio com zeólita. Os resultados do presente estudo indicaram que os teores potássio não diferiram significativamente em função dos tratamentos utilizados.

O princípio da diagnose foliar é comparar a concentração de nutrientes nas folhas com valores padrões, correspondentes às variedades ou espécies de alta produtividade e com desenvolvimento vegetativo adequado (Dechen *et al.*, 1995). Desse modo, Boaretto *et al.* (1999) apresentam como valores de referência de concentração de macronutrientes em tecido foliar de alface 30 a 50, 4 a 7, 50 a 80 g kg⁻¹ de N, P, e K, respectivamente, semelhantes aos valores indicados por Raij *et al.*, (1996). Os teores apontados como adequados, com base em trabalhos de vários autores, pela International Fertilizer Industry Association - IFA (1999) são: N, 28 g kg⁻¹; P, 4,8 g kg⁻¹ e K, 42 g kg⁻¹. Já Haag & Minami (1988), que cultivaram a alface variedade 'Grand Rapids' a campo, encontraram os seguintes teores nas análises foliares após 50 dias da semeadura: N, 35 g kg⁻¹; P, 4,6 g kg⁻¹; e K, 44 g kg⁻¹.

Com base nestas faixas de interpretação, os teores de N e P observados neste experimento podem ser classificados como adequados na maioria dos tratamentos, com exceção da testemunha, Z20, Z40, ZNK20 e ZNK40, cujos valores ficaram abaixo dos limites estabelecidos na literatura. Todos os teores de K foram classificados como abaixo do adequado.

Apesar destes 3 macronutrientes apresentarem teores abaixo das faixas consideradas adequadas, não foram observados sintomas de deficiência nutricional nas folhas. Estes níveis nutricionais, mesmo abaixo do adequado, não estavam nas faixas de deficiência visual estabelecida por Garcia *et al.* (1988a): N, 18,6 g kg⁻¹; P, 1,6 g kg⁻¹; e K, 13,2 g kg⁻¹.

Avaliação qualitativa (análise sensorial de aparência)

Para a análise sensorial da aparência, inicialmente foram entrevistados 56 consumidores, sendo 26 mulheres e 30 homens, todos funcionários ou estagiários da Embrapa Solos. A faixa etária era ampla, e foram agrupadas em 8 grupos distintos (Tabela 3). Estas informações são importantes de serem levantadas uma vez que a qualidade sensorial de um alimento relaciona-se, ao mesmo tempo, com o alimento e com as características fisiológicas, psicológicas e sociológicas do indivíduo que o avalia. Por isso a qualidade sensorial é o resultado da interação entre o homem e o alimento. Fatores como educação, nível social, estrutura cultural e personalidade influenciam na avaliação sensorial do alimento (Matthies & Fellman, 1999; Meilgaard *et al.*, 1988; Moraes, 1988; Chaves, 1980; Amerine *et al.*, 1965).

Na Tabela 3 estão representadas as porcentagens de frequência de compra e de consumo da alface, em função do sexo e da idade do grupo de consumidores. Observou-se que, entre as mulheres e os homens, as frequências de compra são de 1 a 2 vezes por semana. Atualmente, tem se intensificado a busca por melhor qualidade de vida através do consumo de alimentos mais saudáveis, com baixo valor calórico como as hortaliças folhosas. Confirmando esta tendência, observou-se que tanto entre as mulheres e os homens entrevistados, a frequência de consumo de 3 vezes por semana foi maior porcentagem de ocorrência, seguida de 2 vezes por semana e pelo consumo diário de alface. Pelos resultados apresentados, pode-se observar que em ambos os sexos o consumo da hortaliça passa a se intensificar a partir da faixa etária maior que 35 anos.

Os valores médios das notas atribuídas pelo grupo de consumidores para os fatores que definem a opção de compra de alface estão na Tabela 4. Os resultados indicaram que para as mulheres, a ordem dos fatores foi: ausência de lesões > cor > variedade > tamanho > preço. Já entre os homens a ordem foi: ausência de lesões > cor > tamanho > preço > variedade. Interessante destacar que aparentemente, para as mulheres estes fatores de decisão estão mais definidos, pois os valores apresentam uma grande amplitude de variação, sendo que a diferença do menor para o maior valor indica uma variação de 140%. No entanto, entre os entrevistados do sexo masculino, observou-se que os valores são muito próximos, com uma variação de 56% entre os valores extremos, indicando uma provável menor definição destes critérios. Estes resultados estão de acordo com uma pesquisa de opinião de consumidores (Gayet *et al.*, 2002), a qual mostrou que o maior peso na decisão de compra do consumidor é a apresentação ou embalagem, seguido da marca conhecida, e da qualidade da matéria-prima. O preço ocupou a oitava posição.

A aparência é o atributo que mais causa impacto na escolha por parte do consumidor e dentro desta, a cor é a característica mais relevante. Isto porque a cor caracteriza sobremaneira o produto, constituindo-se no primeiro critério para sua aceitação ou rejeição. A aparência geral e a cor estão relacionadas com a qualidade, índice de maturação e deterioração do produto. O consumidor espera uma determinada cor para cada alimento e qualquer alteração nesta, pode diminuir sua aceitabilidade (Della Modesta, 1994).

Na Tabela 5 estão a soma das notas atribuídas às alfaces pelos 53 provadores que participaram do teste de ordenação. Observou-se que o atributo cor foi o que apresentou menores variações entre os tratamentos. As maiores diferenças observadas foram no tamanho e na presença (ou ausência) de lesões.

Tabela 3. Frequência de compra e de consumo da alface pelo grupo de 56 consumidores.

	Mulheres (faixa etária)								Todos
	< 25	26 a 30	31 a 36	36 a 40	41 a 45	46 a 50	51 a 55	> 55	
	Frequência de compra (%)								
1 vez por mês	-	25,0	33,3	-	-	-	-	-	11,5
1 vez cada 15 dias	40,0	-	16,7	-	-	-	-	-	11,5
1 vez por semana	60,0	25,0	33,3	25,0	-	75,0	-	-	38,5
2 vezes por semana	-	-	16,7	50,0	100,0	-	100,0	100,0	23,1
3 vezes por semana	-	50,0	-	-	-	-	-	-	7,7
Todos os dias	-	-	-	25,0	-	25,0	-	-	7,7
	Frequência de consumo (%)								
1 vez por mês	-	25,0	-	-	-	-	-	-	3,8
1 vez cada 15 dias	20,0	-	16,7	-	-	-	-	-	7,7
1 vez por semana	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 vezes por semana	60,0	-	16,7	50,0	-	-	100,0	-	26,9
3 vezes por semana	20,0	75,0	50,0	25,0	100,0	50,0	-	100,0	46,2
Todos os dias	-	-	16,7	25,0	-	50,0	-	-	15,4
N	5	4	6	4	1	4	1	1	26
	Homens (faixa etária)								Todos
	< 25	26 a 30	31 a 36	36 a 40	41 a 45	46 a 50	51 a 55	> 55	
	Frequência de compra (%)								
1 vez por mês	20,0	-	33,3	25,0	-	-	-	25,0	13,3
1 vez cada 15 dias	20,0	-	66,7	-	-	-	-	-	10,0
1 vez por semana	-	50,0	-	25,0	57,1	25,0	-	-	23,4
2 vezes por semana	40,0	50,0	-	25,0	28,6	25,0	100,0	50,0	33,3
3 vezes por semana	20,0	-	-	25,0	14,3	50,0	-	25,0	20,0
Todos os dias	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Frequência de consumo (%)								
1 vez por mês	20,0	-	-	25,0	-	-	-	-	6,7
1 vez cada 15 dias	-	-	33,3	-	-	-	-	-	3,3
1 vez por semana	20,0	-	33,3	-	28,6	-	-	-	13,3
2 vezes por semana	40,0	-	-	25,0	42,8	25,0	-	-	23,3
3 vezes por semana	20,0	50,0	33,4	25,0	14,3	50,0	100,0	50,0	33,4
Todos os dias	-	50,0	-	25,0	14,3	25,0	-	50,0	20,0
N	5	2	3	4	7	4	1	4	30

Tabela 4. Fatores que definem opção de compra dos 56 consumidores (o menor valor indica a opção preferencial).

Mulheres (faixa etária)									
	< 25	26 a 30	31 a 36	36 a 40	41 a 45	46 a 50	51 a 55	> 55	Todos
Variedade	3,0	2,5	3,5	3,5	1	3,25	1	1	2,92
Preço	4,2	4,25	3,17	4,25	5	2,75	3	3	3,69
Tamanho	3,4	3,75	3,0	2,5	2	2,75	4	1	3,00
Lesões	1,8	1,5	1,17	1,5	3	1,0	4	1	1,54
Cor	2,6	3,0	1,17	2,25	4	2,75	1	2	2,58
N	5	4	6	4	1	4	1	1	26
Homens (faixa etária)									
	< 25	26 a 30	31 a 36	36 a 40	41 a 45	46 a 50	51 a 55	> 55	Todos
Variedade	3,4	5,0	2,33	2,75	3,86	3,0	1	3,75	3,33
Preço	3,8	3,0	3,67	3,0	2,71	3,0	2	4,25	3,27
Tamanho	3,4	1,5	3,67	2,0	3,71	2,5	1	3,25	2,97
Lesões	1,6	2,0	2,0	2,75	2,29	2,5	5	1,25	2,13
Cor	1,6	3,5	3,33	3,5	3,29	2,5	5	2,5	2,77
N	5	2	3	4	7	4	1	4	30

Tabela 5. Somatório das notas das alfaces pelos 53 provadores não treinados.

<i>Tratamentos</i>	<i>Cor</i>	<i>Tamanho</i>	<i>Lesões</i>	<i>Preferência</i>
Z 20	304ab	489 c	277 b	354 b
Z 40	367 b	445 c	316 b	367 b
ZP 20	307ab	253ab	302 b	321ab
ZP 40	276ab	195a	341 b	295ab
ZP 80	255ab	203a	296 b	234a
ZP 160	243a	183a	322 b	282ab
ZNK 40	436 b	513 c	436 c	504 c
ZNK 80	296ab	321 b	239ab	250ab
ZPK 20	272ab	272ab	192ab	267ab
ZPK 40	310ab	290ab	374 b	383 b
Testemunha	356 b	319 b	162a	222a

Valores seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Friedman. Diferença mínima = 112.

O teste de preferência pode ser considerado como uma das mais importantes etapas da análise sensorial, pois representa o somatório de todas as percepções sensoriais e expressa o julgamento, por parte do consumidor, sobre a qualidade do produto (Dutcosky, 1996). O teste de ordenação da preferência de compra indicou que as alfaces preferidas foram a testemunha, cujos nutrientes foram fornecidos em quantidades adequadas através de solução nutritiva, e as alfaces obtidas no substrato com o tratamento ZP80 (zeólita + apatita, na dose de 80 g por vaso). Os outros tratamentos ZP (160, 40 e 20), ZNK80 e ZPK20 também obtiveram altas preferências de compra pelos provadores. Siomos et al. (2001) também verificaram que a avaliação visual foi adequada para diferenciar os tratamentos utilizados no cultivo de plantas de alface.

Correlação entre atributos quantitativos e qualitativos

Os coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as médias dos pesos fresco, teores foliares de N, P e K e o somatório das notas dos atributos de cor, tamanho, presença de lesões e preferência de compra estão na Tabela 6. Conforme o esperado, observaram-se correlações significativas ($r = -0,79^{**}$) entre a média peso fresco das alfaces e o somatório das notas dadas pelos provadores para o atributo tamanho. O coeficiente negativo justifica-se pelo fato de que o tratamento que aparentava ser o de maior tamanho recebeu a menor nota, estabelecendo-se assim a correlação negativa.

Houve também correlações significativas e negativas entre

os teores de N nas plantas e as notas dos atributos cor ($r = -0,80^{**}$) e tamanho ($r = -0,86^{***}$). Isso é justificável em função das funções fundamentais que este nutriente exerce no metabolismo vegetal. Pois, o N é constituinte de todas as proteínas e ácidos nucleicos da planta, e também o teor deste macronutriente nas folhas é um dos fatores que determina o conteúdo de clorofila (Mengel & Kirkby, 1982; Marschner, 1995; Malavolta *et al.*, 1997). Por isso, nos tratamentos onde houve maior disponibilidade de N, as plantas apresentaram cor mais verde mais intensa e maior tamanho.

O teor de P nas folhas das alfaces correlacionou-se significativamente ($r = -0,75^{**}$) com o atributo sensorial de tamanho avaliado pelos provadores. A explicação é que o P, nos vegetais, é um componente dos fosfolipídeos da membrana, dos açúcares fosforilados e das proteínas, é também parte integrante do DNA (ácido desoxirribonucleico), RNA (ácido ribonucleico), ATP (adenosina 5-trifosfato); PEP (fosfoenolpiruvato), NADPH (nicotinamida adeninadineotideo difosfato) e outros compostos bioquímicos que utilizam o fosfato como armazenamento de energia (Mengel & Kirkby, 1982; Marschner, 1995; Malavolta *et al.*, 1997). Como vários processos metabólicos vitais dependem desse suprimento de energia, a nutrição adequada deste nutriente vai interferir diretamente sobre a síntese de proteínas e de ácidos nucleicos, e conseqüentemente influenciar o crescimento das plantas, como mostraram os resultados. Não houve correlações significativas entre os teores de K os atributos sensoriais avaliados.

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre as médias dos pesos fresco, teores foliares de N, P e K e o somatório das notas dos atributos de cor, tamanho, presença de lesões e preferência de compra.

	<i>Cor</i>	<i>Tamanho</i>	<i>Lesões</i>	<i>Preferência</i>
Peso fresco	-0,539 ^{N.S.}	-0,789^{**}	-0,062 ^{N.S.}	-0,416 ^{N.S.}
Teor N	-0,803^{**}	-0,860^{***}	-0,168 ^{N.S.}	-0,519 ^{N.S.}
Teor P	-0,624 [*]	-0,752^{**}	0,191 ^{N.S.}	-0,188 ^{N.S.}
Teor K	-0,252 ^{N.S.}	-0,370 ^{N.S.}	0,116 ^{N.S.}	-0,112 ^{N.S.}

^{*}, ^{**}, ^{***} indicam significância para $p < 0,05$; $0,01$; e $0,001$, respectivamente. N.S. indica não significativo.

Conclusões

Os resultados mostraram que:

- As alfaces cultivadas em meio com zeólita apresentaram maior produção, melhor estado nutricional, e qualidade visual equivalente às alfaces cultivadas com solução nutritiva.
- O uso das zeólita pode ser uma fonte eficiente de nutrientes N, P e K.

Com relação aos consumidores desta hortaliça:

- As frequências de compra de 1 a 2 vezes por semana apresentaram a maior porcentagem de ocorrência.
- A frequência de consumo de 3 vezes por semana apresentou a maior porcentagem de ocorrência.
- O consumo da alface se intensifica a partir dos 35 anos.

- A ordem dos fatores decisivos na compra foram sempre a ausência de lesões e a cor. As mulheres seguem então a variedade > tamanho > preço. Já entre os homens tamanho > preço > variedade.

O teste de ordenação de preferência de compra indicou que:

- As alfaces obtidas no substrato com zeólita (ZP80, ZP160, ZP40, ZP20, ZNK80 e ZPK20) foram equivalentes à testemunha.

Houve correlações significativas entre:

- Os teores de N nas plantas e os atributos sensoriais cor e tamanho;
- Os teores de P nas plantas e o atributo sensorial tamanho.
- Indicando que a análise sensorial foi uma ferramenta adequada para avaliar a qualidade das alfaces.

Agradecimentos

À FINEP através do CT Mineral, pelo financiamento do trabalho. Aos Drs. Nélio G.A.M. Rezende, da CPRM; Hélio Salim de Amorim e Fernando de Souza Barros, da UFRJ; e Paulo Renato Perdigão Paiva, do CETEM.

Referências Bibliográficas

ALLEN, E.; MING, D.; HOSSNER, L.; HENNINGER, D.; GALINDO, C. Growth and nutrient uptake of wheat in a clinoptilolite-phosphate rock substrate. **Agronomy Journal**, Madison, v. 87, n. 6, p. 1052-1059, 1995.

AMERINE, M. A.; PANGBORN, R. M.; ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965. 802 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Teste de ordenação em análise sensorial**: NBR 13170, Rio de Janeiro, 1994. 76p.

BARBARICK, K. A.; LAI, T. M.; EBERL, D. D. Exchange fertilizer (phosphate rock plus ammonium-zeolite) effects on sorghum-sudangrass. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 54, n. 3, p. 911-916, 1990.

BOARETTO, A. E.; CHITOLINA, J. C.; RIAJ, B.; SILVA, F. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparação das amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

CHAVES, J. B. P. **Avaliação sensorial de alimentos** (métodos de análises). Viçosa: UFV, 1980. 69 p.

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; NEVES FILHO, L. C.; MORETTI, C. L. Importância do resfriamento para frutas e hortaliças no Brasil. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. p.17-35.

DECHEN, A. R.; BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. Conceitos fundamentais da interpretação da análise de plantas. Fertilizantes: insumo básico para a agricultura e combate à fome. In REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 87-113.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Editora Champagnat, 1996. 123 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; MINAMI, K.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral de hortaliças: deficiências de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1988a. p.77-100.

GARCIA, L. L. C.; HAAG, H. P.; MINAMI, K.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral de hortaliças: concentração e acúmulo de macronutrientes em alface (*Lactuca sativa* L.) cv. Brasil 48 e Clause's Aurélia. In: HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1988b. p.123-151.

GAYET, J. P.; CORTEZ, L. A. B.; MORETTI, C. L. O marketing do frio para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. p. 49-58.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. Concentração de nutrientes de alface (*Lactuca sativa*) cv. Grand Rapids, de semeadura direta e para corte. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 45, p.605-612, 1988.

INTERNATIONAL FERTILIZER INDUSTRY ASSOCIATION (Paris). **World fertilizer use manual**. Paris, 1992. 632 p.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: Potafos, 1990. p.141-148.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MATTHHEIS, J. P.; FELLMAN, J. K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p.227-232, 1999.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1988. 281 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3.ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 655 p.

DELLA MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Pedro de Guaratiba: EMBRAPA-CTAA, 1994. 67 p.

MORAES, M. A. **Método para avaliação sensorial dos alimentos**. 6.ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 1988. 93 p.

NOTARIO-DEL-PINO, J. S.; ARTEAGA-PADRON, I. J.; GONZALEZ-MARTIN, M. M.; GARCIA-HERNANDEZ, J. E. Response of alfalfa to a phillipsite-based slow-release fertilizer. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 25, n. 13-14, p. 2231-2245, 1994.

RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285 p.

REZENDE, N. G. A. M.; ANGÉLICA, R. S. Sedimentary zeolites in Brazil. **Mineralogica et Petrographica Acta**, Bologna, v. 42, p. 71-82, 1991.

SIOMOS, A.S.; BEIS, G.; PAPADOPOULOU, P.P.; NASI, P.; KABERIDOU, I.; MALOUPA, E.; GERASOPOULOS, D. Aerial biomass, root biomass and quality of four lettuce cultivars grown hydroponically in perlite and pumice. **Acta Horticulturae**, The Hague, Holanda, n. 548, p. 437-443; 2001.

Circular Técnica, 23

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser obtidos na
Embrapa Solos

Endereço: Rua Jardim Botânico, 1024 - Jardim
Botânico - Rio de Janeiro, RJ. CEP: 22460-000

Fone: (21) 2274.4999

Fax: (21) 2274.5991

E-mail: sac@cnps.embrapa.br

<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html>

1ª edição

Expediente

Supervisor editorial: *Jacqueline S. Rezende Mattos*

Revisão de Português: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Fernanda Fialho Costa Nunes e
Saulo Stefano*