

A colheita antecipada pode prevenir queima de bordas (tipburn) em alface hidropônica cultivada em câmara de crescimento.

Nilton Nélio Cometti¹; Jonathan Frantz²; Bruce Bugbee³.

¹EAF-Col, BR 259, km 70, Colatina, ES. E-mail: nncometti@eafcol.gov.br Homepage: www.niltoncometti.com.br ²USDA-

²ARS-ATRU, Toledo, OH, USA. ³ Crop Physiology Laboratory, Utah State University, UT, USA.

RESUMO

Foi conduzido um experimento em câmaras de crescimento para avaliar o aparecimento de queima de bordas em alface em função da idade da planta em cultivo hidropônico. Foram utilizados dois níveis de luminosidade, 400 e 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e quatro relações K:Ca nos tratamentos: 4:1; 4:2; 8:1 e 8:2 mmol L^{-1} . Os primeiros sintomas de queima de bordas só foram observados aos 16 dias após a sementeira, enquanto a colheita se estendeu até o 28º dia. Entretanto, até o 20º dia, o índice de queima de bordas não ultrapassou 20%, indicando que as plantas estariam em boas condições de consumo. Uma colheita antecipada em oito dias permitiria a produção em um ambiente de alta luminosidade e alta temperatura alcançando o máximo de produtividade sem prejuízo para a qualidade da alface. Enquanto o máximo de queima de bordas observado com 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de fluxo de fótons fotossintéticos atingiu 30%, com 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ chegou a mais de 60%. Em termos de relação K:Ca, 4:1 foi o tratamento onde praticamente não ocorreu queima de bordas em nenhuma das situações. A cultivar Grand Rapids mostrou-se mais susceptível à queima de bordas do que a Waldmann's Green.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*, tipburn, solução nutritiva, hidroponia

Premature harvest can prevent tipburn in lettuce grown hydroponically in growth chambers.

ABSTRACT

Lettuce tipburn incidence and severity was evaluated daily using digital images. Two light levels (400 and 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and four K:Ca ratios (4:1; 4:2; 8:1 and 8:2 mmol L^{-1}) were studied. The first symptoms were observed on the 16th day after the sowing, while the harvest was done at the 28th day. The tipburn index didn't reach 20% until the 20th day, indicating that the plants were acceptable for consumption. Early harvesting would allow production in a high light and high temperature environment, which would increase productivity without reducing quality. At a light level of 400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ the tipburn index was 30% while with 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ it was more than 60% on day 28. There was minimal tipburn in the 4:1 K:Ca ratio treatment. 'Grand Rapids' lettuce was more sensitive to tipburn than 'Waldmann's Green' in all experimental conditions.

Keywords: *Lactuca sativa*, tipburn, nutrient solution, hydroponics.

INTRODUÇÃO

A queima de bordas, conhecida também pelo termo inglês “tipburn”, é uma necrose que ocorre nas margens das folhas em desenvolvimento, na parte interna das plantas, ou seja, nos tecidos mais jovens. O efeito é muito comum em alface (*Lactuca sativa* L.), principalmente em cultivos protegidos e sistemas hidropônicos, cuja produtividade é alta, e o

crescimento das plantas bastante acelerado. A queima de bordas pode evoluir de simples pontos escurecidos para a necrose total dos tecidos meristemáticos num estágio mais avançado. No estágio adulto, as folhas sofrem uma constricção das bordas ao se tornarem adultas e reduzindo o valor de mercado do produto. O fenômeno trata-se de uma desordem ou doença fisiológica, que tem sido relacionada à deficiência de cálcio (Aloni et al., 1986), mas que está diretamente relacionada com as diferenças genéticas entre plantas e com os fatores externos, tanto aqueles que promovem o crescimento exuberante como os que, paradoxalmente, reduzem seu crescimento. Em câmaras de crescimento, o rápido desenvolvimento dos tecidos potencializa os problemas de queima de bordas. Enquanto um ciclo da cultura da alface atinge 80 dias no campo e 40 a 60 dias nas casas de cultivo (estufas), nas câmaras de crescimento, com enriquecimento de CO₂, alta luminosidade e alta temperatura, facilmente pode-se colher plantas adultas aos 26 dias após a semeadura.

O objetivo deste trabalho é avaliar o aparecimento de queima de bordas em alface em função da idade da cultura em condições controladas de câmara de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS.

Foi conduzido um experimento em câmara de crescimento com duas cultivares de alface (Grand Rapids e Waldman's Green) no Crop Physiology Laboratory da Utah State University, UT, USA. Foram utilizadas duas câmaras (EGC – Environmental Growth Chambers, Changrin Falls, Ohio) com 1,5 x 1,0 x 2,25 m externamente e 1,27 x 0,9 x 1,33 internamente (Figura 1).



Figura 1. Fotos das câmaras de crescimento (externamente, à esquerda; internamente à direita).

Cada câmara possuía quatro lâmpadas de vapor de sódio de 1000 W. O nível de CO₂ foi de 1200 µmol mol⁻¹ (±2%) com um fluxo de ~0,5 L min⁻¹ e fluxo de ar de ~50 L min⁻¹, a temperatura média foi 30°C ± 0.5 durante o dia e 27°C à noite, a umidade relativa foi de 75/80 % e a velocidade do vento ~1,0 m s⁻¹. Cada câmara de crescimento continha quatro sistemas hidropônicos independentes compostos de: uma bandeja com capacidade para 30 L de solução nutritiva com dimensões de 50 x 32 cm com 20 cm de profundidade coberta com tampa de poliestireno para sustentação das plantas; e uma bomba de ar e uma pedra de aquário para a distribuição do ar na solução. Em cada um dos sistemas hidropônicos foi utilizada uma relação K:Ca diferente na solução, com dois níveis de K (4 e 8 mmol L⁻¹) e Ca (1 e 2 mmol L⁻¹) conforme o esquema abaixo:

Unidade 1		Unidade 2	
Sistema 3 K = 8 Ca = 1	Sistema 4 K = 8 Ca = 2	Sistema 3 K = 8 Ca = 1	Sistema 4 K = 8 Ca = 2
Sistema 1 K = 4 Ca = 1	Sistema 2 K = 4 Ca = 2	Sistema 1 K = 4 Ca = 1	Sistema 2 K = 4 Ca = 2

As soluções utilizadas são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Soluções utilizadas nos três experimentos.

Sal	Inicial	Reposição (Relação K:Ca)			
		4:1	4:2	8:1	8:2
-----mmol L ⁻¹ -----					
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1	1	2	1	2
KNO ₃	1	2,55	1	3	1
KH ₂ PO ₄	0,5	1,25	1,25		
K ₂ HPO ₄				1,25	1,25
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5
K ₂ SiO ₃	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mg(NO ₃) ₂		0,225			
K ₂ SO ₄			0,775	1,15	2,15
HNO ₃	0,012	0	0	0,108	0,108
-----µmol L ⁻¹ -----					
FeCl ₃	5	1,5	1,5	1,5	1,5
FeEDDHA	40	10	10	10	10
MnCl ₂ .4H ₂ O	6	9	9	9	9
ZnCl ₂	6	4	4	4	4
H ₃ BO ₃	40	40	40	40	40
CuCl ₂ . 2H ₂ O	4	4	4	4	4
Na ₂ MoO ₄ . 2H ₂ O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

A avaliação de queima de bordas foi feita desde o aparecimento dos primeiros sintomas até a colheita, aos 28 dias após a semeadura. Utilizou-se um índice que contabiliza tanto o número de plantas afetadas quanto a severidade dos sintomas: “Índice de Queima de Bordas = $\{[(S \times 5) + (M \times 3) + (L \times 1)] \times 100\} / P \times 5$ ”; onde S é o número de plantas com queima de bordas severa (ocorrência de folhas malformadas e morte do meristema em

>80% de folhas), M é o número de plantas com queima de bordas média (algumas folhas mais velhas e o meristema têm pequenas necroses, com pequenas manchas e margens das folhas enegrecidas e disformes), L é o número de plantas com queima de bordas leve (apenas os folíolos centrais mostram pequenas manchas, podendo haver recuperação dos sintomas sem prejuízos econômicos), e P é o número total de plantas (Figura 2). Neste índice, é colocada mais ênfase em plantas severamente afetadas, e menos ênfase nas plantas com sintomas menos pronunciados de queima de bordas (Frantz et al., 2004).



Figura 2. Fotos demonstrando as três categorias de sintomas utilizadas para o índice de queima de bordas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mostrados na Figura 3 indicam que o aparecimento de queima de bordas só ocorreu após o 15º dia da sementeira. Como a colheita foi realizada aos 28 dias, pode-se considerar essa data como sendo após meados do ciclo. Entretanto, independentemente do nível de luminosidade e dos tratamentos com várias relações K:Ca na solução, somente após o 20º dia houve tratamentos com mais do que 20% de queima de bordas. O índice utilizado atinge um valor de 20% se 100% das plantas apresentarem sintomas leves de queima de bordas. Sintomas leves, pressupõem apenas folíolos centrais mostrando pequenas manchas, podendo haver recuperação dos sintomas, sem prejuízos econômicos (Frantz et al., 2004). Portanto, isso equivale a dizer que até os 20 dias após a sementeira os danos causados pela queima de bordas, mesmo em condições extremas de crescimento acelerado com alta luminosidade ($800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), seria possível colher plantas em condições perfeitas de aproveitamento para a alimentação humana. Esse fato é mais importante em condições de sistemas produção de alimentos no espaço (“Life support system”) em viagens espaciais, onde seja necessário produzir alimentos frescos em pequenos espaços e com alta produtividade. Plantas jovens podem ser consumidas com a vantagem de serem mais tenras e estarem menos susceptíveis a possuir sabor amargo.

O aumento do fluxo de fótons fotossintéticos de 400 para $800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ foi preponderante para o aumento de queima de bordas, principalmente na cultivar

“Waldmann’s Green”. O aumento de luminosidade promove o crescimento mais acelerado das plantas, onde o fornecimento de cálcio para os pontos de crescimento não acompanha a velocidade de crescimento celular. O enfraquecimento das lamelas pela redução na concentração de cálcio, da mesma forma que permite uma rápida expansão das células, também permite o rompimento das paredes e morte das células frente às mudanças de pressão dos vasos condutores de seiva. Essas mudanças na pressão da seiva são comuns quando as lâmpadas das câmaras são ligadas e rapidamente a planta é submetida a um fluxo muito alto de fótons fotossintéticos, que de uma certa forma promovem uma mudança instantânea tanto de temperatura como de umidade relativa das câmaras.

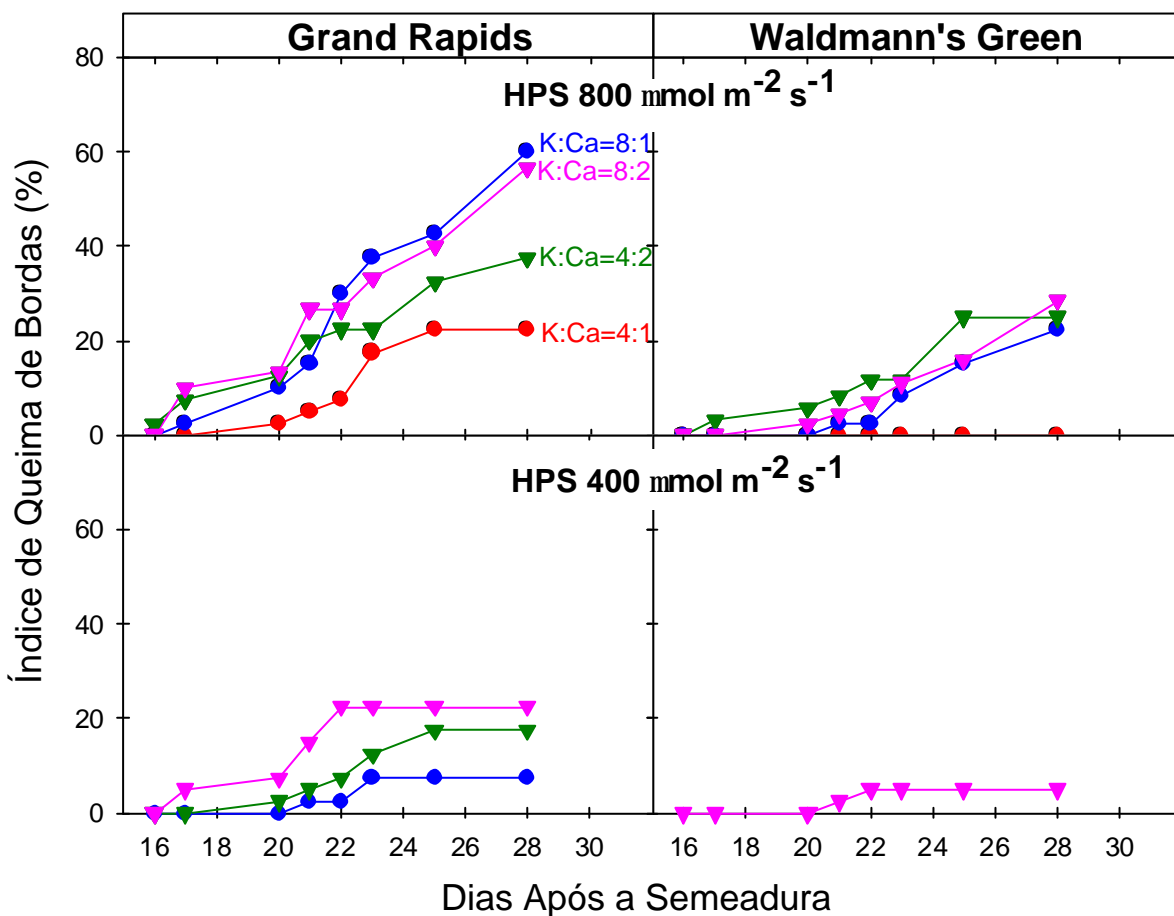


Figura 3. Queima de bordas ao longo do ciclo da alface cultivada hidroponicamente, em câmara de crescimento, com dois níveis de fluxo de fótons fotossintéticos e quatro diferentes relações K:Ca na solução nutritiva.

As diferenças observadas na susceptibilidade à queima de bordas entre as duas cultivares estudadas corroboram com estudos prévios que mostram que as diferenças genéticas devem ser consideradas nos estudos de efeitos de algumas variáveis ambientais sobre a queima de bordas (Huett, 1994; Aloni et al, 1996). Enquanto a cultivar Grand Rapids atingiu um índice de queima de bordas de 60%, a cultivar Waldmann’s Green não passou de 30% em nenhuma das situações impostas.

A redução das concentrações de K e de Ca de 8 e 2 para 4 e 1 mmol L⁻¹, respectivamente, mostrou-se uma estratégia factível para a redução da queima de bordas, pois não houve praticamente nenhuma incidência nas plantas que receberam a solução nutritiva com a relação K: Ca = 4: 1mmol L⁻¹. A redução nas concentrações dos íons, acompanhada na redução da condutividade elétrica das soluções, também tem sido proposta por Huett (1994) para a redução de queima de bordas em alface.

Conclui-se que a antecipação da colheita seria uma boa estratégia para se obter plantas saudáveis, livres de queima de bordas, e utilizando-se ambientes de alta produtividade para a alface.

LITERATURA CITADA

ALONI, B.; PASHKAR, T.;LIBEL, R. The possible involvement of gibberellins and calcium in tipburn of Chinese cabbage: study of intact plants and detached leaves. **Plant Growth Regulation**, v.4 , p.3-11, 1986.

COMETTI, N.N. **Nutrição Mineral da Alface (*Lactuca sativa* L.) em Cultura Hidropônica - Sistema NFT. 2003.** Tese (Ph.D. em Nutrição de Plantas) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 106 p.

FRANTZ, J. M. ; RITCHIE G.; COMETTI, N. N.; ROBINSON, J.; BUGBEE, B. Exploring the Limits of Crop Productivity: Beyond the Limits of Tipburn in Lettuce. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 129(3):xxx–xxx. 2004. (no prelo).

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. **Aust. J. Agric. Res.**, v.45, p.251-267, 1994.