



Conservação e qualidade pós-colheita de cultivares de alface minimamente processadas produzidas em ambiente protegido

Sandro Dan Tatagiba^{1*}, Jeferson Ferreira Paiva¹, Gabriel Eduardo Klabunde¹,
Nikolas Mosiul Brasil Ferreira¹, Bruno José Dani Rinaldi¹

RESUMO: Buscou-se neste trabalho investigar a conservação e a qualidade pós-colheita de cultivares de alface crescendo em ambiente protegido. Para esta finalidade, plantas de alface das cultivares Americana [variedade (var.) Yasmim], Crespa (var. Lirice), Lisa (var. Stela), Mimosa (var. Natali) e Romana (var. Luisa) foram cultivadas em vasos de 5,0 dm³ e mantidas com o substrato próximo a capacidade de campo durante 45 dias. Após este período, as plantas foram colhidas e embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), e condicionadas em uma unidade de refrigeração vertical, por 09 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis: matéria fresca comercial, clorofila *total*; carotenóides, acidez titulável, pH e a qualidade visual. Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey. Foi montado um experimento disposto num delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo [0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento], composto pelas cinco cultivares, com quatro repetições. De acordo com os resultados, as características físico-químicas apresentadas pela cultivar Americana, como matéria fresca comercial e clorofila *total*, contribuíram para o bom estado de conservação das folhas. Houve maior escurecimento das folhas nas cultivares Lisa e Crespa, influenciando a aparência.

Palavras-chave: Fisiologia pós-colheita, genótipos de alface, perecibilidade.

Postharvest conservation and quality of minimally processed lettuce cultivars produced in a protected environment

ABSTRACT: This work aimed to investigate the conservation and post-harvest quality of lettuce cultivars growing in a protected environment. For this purpose, lettuce plants of the cultivars Americana (variety (var.) Yasmim), Crespa (var. Lirice), Lisa (var. Stela), Mimosa (var. Natali), and Romana (var. Luisa) were grown in 5.0 dm³ pots and maintained with the substrate close to field capacity for 45 days. After this period, the plants were harvested and packaged in low-density polyethylene (LDPE) bags, and conditioned in a vertical refrigeration unit for 9 days. The following variables were evaluated: commercial fresh matter, total chlorophyll, carotenoids, titratable acidity, pH, and visual quality. Data were subjected to analysis of variance, and treatments were compared using Tukey's test. A completely randomized split-plot experiment was conducted in a time-separated design (0, 3, 6, and 9 days of storage) consisting of the five cultivars, with four replicates. According to the results, the physicochemical characteristics of the Americana cultivar, such as commercial fresh matter and *total* chlorophyll, contributed to the good preservation of the leaves. There was greater darkening of the leaves in the Lisa and Crespa cultivars, influencing their appearance.

Keywords: Postharvest physiology, lettuce genotypes, perishability.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae, é originária da região do Mediterrâneo, sendo cultivada no mundo inteiro para o consumo humano (Favarato; Guarçoni; Siqueira, 2017). Entre as hortaliças é a folhosa mais consumida no Brasil, abrangendo diversas regiões produtoras localizadas próximo aos centros de consumo, por ser um alimento altamente perecível (Chitarra; Chitarra, 2005), apresentar uma precocidade de ciclo após o transplântio, além de ter facilidade de cultivo e grande aceitação na mesa dos consumidores (Sala; Costa, 2012). Está hortaliça é consumida, principalmente, *in natura*, na forma de saladas (Santi

et al., 2013), constituindo a espécie mais popular dentre aquelas em que as folhas são consumidas cruas e ainda frescas (Cometti et al., 2004). Importante fonte de fibra, ferro, folato, ácido ascórbico e outros compostos bioativos, como vitaminas, tem contribuído para a mudança do hábito alimentar da população (Kim et al., 2016; Valeriano et al., 2016), apresentando baixo valor calórico.

Um dos principais fatores que limitam a cadeia produtiva dessa hortaliça é a perda de qualidade durante a comercialização, por apresentar uma rápida deterioração de seus tecidos, verificado pela

aparência, qualidade sensorial, valor nutricional e microbiológico (Azevedo et al., 2015). Fatores como a temperatura, a umidade e o período de armazenamento na pós-colheita interferem na respiração do vegetal, levando à alteração na coloração das folhas e redução de biomassa, os quais são essenciais para conservação.

Segundo Feltrin et al. (2009), devido à existência de inúmeras cultivares de alface disponíveis no mercado, torna-se necessário um estudo aprofundado em diferentes locais e ambientes de cultivo a fim de identificar as melhores interações genótipo X ambiente, destacando o desempenho agrônomo em função das condições específicas de cada local. A ausência de informações sobre cultivares de alface lançadas no mercado, ou seja, selecionadas ou melhoradas para o cultivo protegido tem se tornado um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento da alfaceicultura em algumas regiões (Blat et al., 2011).

Ao considerar o lançamento comercial de uma nova variedade de alface, é imprescindível contar com estudos prévios realizados sobre as características físico-químicas pós-colheita, com o intuito de comprovar que apresentam, no mínimo, a mesma qualidade que as alfaces comerciais existentes ou, possivelmente, uma qualidade superior. Essa análise é fundamental para simplificar o processo de aprimoramento, uma vez que, desde a identificação da linhagem até o seu lançamento no mercado, passam-se vários anos, e esses testes desempenham um papel crucial na identificação das linhagens com potencial genético para produção (Sá, 2017), conservação e qualidade pós-colheita e o tempo de prateleira do produto minimamente processado.

Então, para investigar a conservação e a qualidade pós-colheita de cultivares de alface, perpassa desde a interação genótipo x ambiente, recomendada por Cruz e Regazzi (1997) até se ater, em montar estratégias que possibilite a redução dos danos do ambiente, minimizando as perdas pós-colheita. Fatores fisiológicos e bioquímicos causam interações distintas em cada genótipo cultivado, trazendo respostas valiosas para a implantação de determinada cultivar em um determinado local ou região, visando selecionar genótipos superiores (Rossmann, 2001).

Quando se trata do aprimoramento genético da alface, há diversas características morfológicas do crescimento, produção e qualidade pós-colheita a serem consideradas no estudo. Entre essas características, incluem-se o formato das folhas, a estrutura da planta, a coloração e o brilho, a atratividade, o volume da planta, a tropicalização (resistência ao pendoamento), a resistência a pragas e doenças, entre outras. Todas essas características

são de grande importância para atender às demandas de um mercado final cada vez mais exigente e dinâmico (Oliveira et al., 2004). Neste sentido, a fim de dar suporte ao agricultor, o objetivo do estudo foi investigar a conservação e a qualidade pós-colheita de cultivares de alface, permitindo verificar os principais atributos físico-químicos, a fim de oferecer informações valiosas que busquem expandir as opções de cultivo e atender à demanda crescente por hortaliças de alta qualidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Instituto Federal Catarinense - Campus Videira, localizado na rodovia SC 135, Km 125, bairro Campo Experimental, no município de Videira, estado de Santa Catarina.

Foram produzidas mudas de alface, *Lactuca sativa* L., das diferentes cultivares: Americana [variedade (var.) Yasmim], Crespa (var. Lirice), Lisa (var. Stela), Mímica (var. Natali) e Romana (var. Luisa), em bandejas de polietileno expandido contendo 128 células, onde em cada célula foi depositada uma semente sob substrato comercial Tropstrato® (Vida Verde, Mogi Mirim, SP). Após o crescimento, as mudas passaram por critério de seleção quanto à uniformidade e foram transplantadas para vasos plásticos contendo 5 dm³ de substrato, constituído de uma mistura de terra extraída da camada de 0,40 a 0,80 m de profundidade de um Argissolo Vermelho Distrófico e substrato comercial Tropstrato® (Vida Verde, Mogi Mirim, SP) na proporção 3:1, respectivamente. Foi realizada análise granulométrica do substrato, obtendo-se a classificação textural como muito argiloso, constituído das seguintes proporções: 6% de areia, 42% de argila e 52% de silte.

Amostras do substrato foram analisadas quimicamente, resultando em boa disponibilidade de bases trocáveis (SB = 16,87 cmolc dm⁻³), baixa de saturação de bases (V = 47,8%), baixa disponibilidade de fósforo (P < 3 mg dm⁻³). Antes do plantio foi necessário realizar a correção da acidez do solo, elevando a saturação por bases a 70%, fornecendo 10,3 g/vaso de calcário dolomítico (Filler®). As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016). O nitrogênio foi fornecido na forma de uréia, parcelado em três vezes (Três aplicações em cobertura). O fósforo (P₂O₅) foi aplicado no plantio (Única dose) e o potássio aplicado na forma de cloreto de potássio (Três aplicações em cobertura).

No plantio foram fornecidos 3,25 g/vaso de fosfato. As adubações de cobertura foram realizadas

a cada dez dias após o transplante (DAT) das mudas para os vasos, fornecendo-se na primeira 0,19, e 0,15 g de uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Na segunda adubação foi fornecido 0,34 e 0,26 g de uréia e cloreto de potássio, respectivamente. Na terceira adubação forneceu-se 0,44 g e 0,34 g de uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

Após ter atingido o crescimento comercial, aos 45 dias, as plantas foram coletadas, identificadas e embaladas individualmente em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), usado comumente no empacotamento de vegetais processados. Em seguida, foram acondicionadas em uma unidade de refrigeração vertical, mantendo-se a temperatura média de 5°C, por 09 dias.

Foi montado um experimento disposto num delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas no tempo [0 (Momento da colheita), 3, 6 e 9 dias após a colheita - período de armazenamento], composto por cinco diferentes cultivares (Lisa, Crespa, Americana, Romana e Mimosa), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi composta de uma planta de cada cultivar embalada em sacos de PEBD. As avaliações de conservação pós-colheita foram iniciadas no dia 0 (zero), momento da colheita, e finalizada no dia 09 (nove), sendo realizadas a cada três dias consecutivos, completando 09 dias de armazenamento (tempo de prateleira).

Para o estabelecimento de água no substrato, foi utilizado o nível de água na capacidade de campo, sendo o controle da irrigação realizado pelo método gravimétrico (Pesagem diária dos vasos), adicionando-se água até que a massa do vaso atingisse o valor prévio determinado, considerando-se a massa do solo e de água, conforme metodologia descrita por Freire et al. (1980).

Em cada período de armazenamento foi avaliado a matéria fresca comercial da planta obtida através da pesagem da massa fresca comercial (Folhas e caule) utilizando uma balança eletrônica semi analítica (Modelo AD 500S, Marte®).

Os teores de clorofila *total* e carotenóides foram extraídos em acetona a 80% a partir da segunda folha das plantas, no sentido de fora para dentro da roseta, sendo determinados em cada período de armazenamento e suas concentrações foram estimadas conforme Lichtenthaler e Welburn (1983). Os pigmentos fotossintéticos, clorofila *a*, *b*, *totais* e carotenóides foram obtidos utilizando um espectrofotômetro nas absorbâncias 470 (A470), 647 (A647) e 663 (A663), com os resultados expressos em g Kg⁻¹ MF (Matéria Fresca), equações 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Todo o procedimento foi realizado em ambiente fechado, evitando-se a luz direta.

Clorofila *a* = Ca = 12,25 A663 – 2,79 A647 (1)

adubação

Clorofila *b* = Cb = 21,50 A647 – 5,10 A663 (2)
Clorofilas *totais* = C(a+b) = 7,15 A663 + 18,71 A647 (3)

Carotenóides (xantofilas + carotenos) = (1000 A470 – 1,82 Ca – 85,02 Cb) / 198 (4).

A acidez titulável foi determinada em cada período de armazenamento, em duplicata utilizando-se a amostra retirada da segunda folha, no sentido de fora para dentro da roseta da planta, as quais foram trituradas com água destilada em liquidificador doméstico na proporção de 1:2 (30g da amostra e 60mL de água destilada). No erlenmeyer, adicionou-se 50 mL de água destilada e três gotas de fenoltaleína alcoólica a 1,0% a 10mL da amostra triturada de alface. Em seguida procedeu-se a titulação com solução de NaOH a 0,1 N, previamente padronizada (Freire et al., 2009). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico/100g de MF.

O pH foi determinado através de amostras retiradas da segunda folha, no sentido de fora para dentro da roseta da planta, as quais foram trituradas com água destilada em liquidificador doméstico na proporção de 1:2 (30g da amostra e 60mL de água destilada) (Freire et al., 2009). Em um becker de 100mL adicionou-se material homogeneizado e realizou-se a leitura em um potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments®) calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0.

A avaliação da qualidade visual pós-colheita foi realizada em cada período de armazenamento, acompanhando-se o seguinte critério de notas de acordo com Feba et al., (2017): nota 0 – cabeças com apenas duas folhas ou menos (sem condição de comercialização); nota 1 – cabeças com mais de 3 folhas deterioradas (ainda aptas à comercialização); nota 2 – cabeças com no máximo 3 folhas deterioradas (aptas à comercialização); nota 3 – cabeças aptas à comercialização sem deterioração. A atribuição das notas foi realizada através da média de quatro plantas por tratamento, avaliadas em cada período de armazenamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Tukey (5% de probabilidade) utilizando o programa o software R®, versão 4.3.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a matéria fresca comercial das plantas, houve diferença significativa entre as cultivares, a zero, três, seis e nove dias de armazenamento. (Figura 1).

No dia 0 (Zero) de armazenamento, momento da colheita, a cultivar Romana apresentou reduções significativas na média da matéria fresca em 42,9 e

40,4%, em relação às cultivares Lisa e Americana, respectivamente (Tabela 01). Essa tendência final do experimento (Nono dia de armazenamento), indicando que a matéria fresca comercial da cultivar Romana foi a menor entre as cultivares testadas.

Observa-se ainda para a matéria fresca comercial, que as cultivares Lisa, Crespa, Americana e Mimosa não apresentaram diferenças significativas entre as médias ao longo de cada período de armazenamento (Tabela 01), evidenciando melhor desempenho, característica importante para a conservação pós-colheita da alface.

A perda de matéria fresca comercial em hortícolas consiste na redução do peso fresco do produto ao longo do tempo, e está diretamente relacionada à movimentação de água após a colheita (Sanches et al., 2017). O intenso processo de transpiração ocasiona um déficit e o produto perde água para o ambiente iniciando um estresse hídrico que tem por características a perda de turgidez e a redução do peso fresco (Chitarra; Chitarra, 2005), indesejável na conservação e qualidade pós-colheita.

Em estudo realizado por Sanches et al. 2017, foi verificado que mesmo não havendo diferença estatística entre as cultivares testadas, observou-se

significativa entre as cultivares manteve-se até o perda de massa fresca para as cultivares Alcione e Amanda até o 12º dia. Estas cultivares tem por características folhas mais finas e sensíveis favorecendo assim a perda de massa. Este fato também ocorreu no presente estudo nas cultivares estudadas (Tabela 01).

Apesar a cultivar Romana ter apresentando as menores médias para a matéria fresca comercial em relação as demais cultivares, foi a que houve a menor perda de massa ao longo dos nove dias de armazenamento, registrando perda de 1,92% da matéria fresca comercial (Tabela 01). Entre as demais cultivares, foi registrado perdas da matéria fresca comercial em 2,9; 3,9; 3,6 e 31 para a Lisa, Crespa, Americana e Mimosa, respectivamente.

A perda de massa em hortaliças folhosas ocorre pela perda de água e está diretamente relacionada com sua vida útil, que é o período de tempo decorrido entre sua produção ou manipulação e aquele em que o produto conserva suas características de qualidade próprias para o consumo, estando ambas diretamente relacionadas à perda de turgescência do produto (Polette et al., 2018).

Tabela 01 - Valores médios da matéria fresca comercial das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical.

Cultivares	Matéria Fresca Comercial (g)			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	325,55 a	322,67 a	320,31 a	315,93 a
Crespa	264,51 ab	260,35 ab	258,87 ab	254,13 ab
Americana	310,08 a	305,97 a	302,30 a	298,97 a
Romana	185,74 b	184,51 b	183,20 b	182,17 b
Mimosa	256,01 ab	251,14 ab	249,53 ab	248,13 ab
CV (%)	15,64	16,89	17,00	17,18

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
CV = coeficiente de variação.

Quanto à clorofila *total* das cultivares de alface (Tabela 02), observa-se que houve diferenças significativas nas médias ao longo de cada período de armazenamento. No momento da colheita (Zero dia) e no terceiro dia de armazenamento as cultivares Americana e Romana apresentaram médias significativamente superiores de clorofila *total* em relação as demais cultivares. Ao sexto e nono dia de armazenamento, por sua vez, a cultivar Americana manteve o desempenho, registrando média significativamente superior para os pigmentos fotossintéticos em relação às demais cultivares.

Fica evidente que houve degradação das clorofilas, durante os nove dias de armazenamento.

Entretanto, a cultivar Americana foi a que manteve a coloração verde nas folhas mais semelhantes durante

todo o período de armazenamento, favorecendo e tornando-as mais aptas para o consumo.

Os valores médios da clorofila *total* encontrados podem ter diferido por diversos fatores, entre eles, podemos destacar as diferenças entre genótipos e precocidade da cultivar de alface utilizada (Paulus et al., 2018).

No final do período experimental, aos nove dias de armazenamento, os valores médios para a clorofila *total* na cultivar Americana foi significativamente superior em 23,7; 38,3; 49,1 e 49,2% a cultivar Romana, Mimosa, Crespa e Lisa,

respectivamente (Tabela 02). Importante ainda ressaltar, que a partir do sexto dia de armazenamento as cultivares Lisa e Crespa registraram valores significativamente inferiores as demais cultivares, mantendo-se assim, até o final do experimento (Nono dia de armazenamento).

As mudanças de pigmentação são muito importantes para a qualidade e conservação pós-

colheita da alface. As perdas da clorofila em hortaliças folhosas constituem um fator de relevância na qualidade dos produtos minimamente processados durante o período em que estão expostos ao armazenamento (Silva et al., 2007). O teor de clorofila tem sido utilizado como indicativo da vida útil de prateleira em alface, bem como do grau de frescor desses produtos.

Tabela 02 - Valores médios da clorofila *total* das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical . MF = matéria fresca foliar.

Cultivares	Clorofilas <i>totais</i> (g kg ⁻¹ MF)			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	18,10 b	16,21 b	12,97 d	12,85 d
Crespa	16,36 b	13,13 b	12,43 d	12,87 d
Americana	31,28 a	29,44 a	27,22 a	25,32 a
Romana	30,07 a	26,04 a	21,00 b	19,30 b
Mimosa	15,66 b	16,61 b	16,26 c	15,62 c
CV (%)	8,62	11,06	7,75	5,81

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
CV = coeficiente de variação.

A associação entre pigmentos é fundamental na avaliação da conservação e qualidade pós-colheita de hortaliças folhosas e está relacionado ao aumento do potencial energético do sistema metabólico nas folhas das diferentes cultivares estudadas, uma vez que os carotenóides protegem a clorofila e o aparelho fotossintético contra a fotodegradação (Chitarra; Chitarra, 2007), agindo como agentes antioxidantes em meios biológicos.

Observa-se na tabela 03, que a partir do terceiro dia de armazenamento, as cultivares de alface apresentaram diferenças significativas nas médias para o teor de carotenóides. A cultivar Crespa já no terceiro dia de armazenamento registrou média do teor de carotenóides significativamente inferior as demais cultivares. No sexto e nono dia de armazenamento as cultivares Lisa, Crespa e

Americana registraram valores médios para o teor de carotenóides significativamente inferiores as cultivares Romana e Lisa.

As diferenças nas médias dos pigmentos, clorofila e carotenóides, estabelece uma relação acerca do comportamento das cultivares estudadas. Nota-se, de modo geral, que as cultivares Lisa e Crespa apresentaram valores para o teor de clorofila (Tabela 02) e carotenóides (Tabela 03) inferiores as demais cultivares, podendo refletir na variação da coloração encontrada nas folhas (Chitarra, Chitarra, 2007). Assim, uma diminuição no teor dos pigmentos fotossintéticos ao longo do período de armazenamento, pode levar a uma menor intensidade da coloração verde nas folhas, refletindo posteriormente, na degradação dos tecidos e perda de qualidade e conservação pós-colheita.

Tabela 03 - Valores médios do teor de carotenóides das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical . MF = matéria fresca foliar.

Cultivares	Carotenóides (g kg ⁻¹ MF)			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	3,42 a	4,00 a	3,19 b	2,90 b
Crespa	3,40 a	3,23 b	3,17 b	2,87 b
Americana	4,11 a	4,21 a	2,80 b	3,10 b
Romana	3,85 a	4,13 a	4,02 a	4,02 a
Mimosa	3,28 a	4,08 a	3,99 a	3,62 a
CV (%)	11,21	5,79	6,31	5,64

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
CV = coeficiente de variação.

Em relação aos valores médios da acidez titulável (Tabela 04), observa-se que no dia 0 e 3 de armazenamento, houveram diferenças significativas entre as cultivares. A acidez em produtos hortícolas é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvida nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc (Chitarra; Chitarra, 2005).

Ao sexto e nono dias de armazenamento, não foram encontrados diferenças significativas entre as médias das cultivares para a acidez titulável (Tabela 04). O estresse causado no vegetal devido ao corte no processamento mínimo pode ter contribuído para mudanças da atividade enzimática da parede celular e alterações no pH, no início do período de armazenamento. A redução da acidez titulável em produtos minimamente processados ocorre em consequência do metabolismo normal do CO₂, ou em resposta do tecido, ao neutralizar a acidez gerada

pelo CO₂ durante o processo respiratório (Galati et al., 2015). Em alface minimamente processada, Mattos et al. (2007) encontraram redução do teor de ácidos orgânicos durante o período experimental, apresentando resultados semelhantes aos encontrados no presente trabalho. Sanches et al., (2017) estudando a acidez titulável em cultivares de alface, observaram que os valores médios obtidos variavam de 0,01 á 0,07 mg de ácido cítrico/100g, indicando baixa acidez.

Normalmente em alface ocorre uma redução no teor de acidez, a qual está relacionada aos processos bioquímicos do metabolismo respiratório, que tanto sintetiza quanto consome ácidos orgânicos (Ferri, 2000), em função da variabilidade genética das amostras das cultivares estudadas. Normalmente, esses ácidos orgânicos tendem a diminuir no decorrer do armazenamento à medida que são respirados ou convertidos em açúcares (Rodrigues, 2005), fato que pode ter ocorrido a partir do sexto dia de armazenamento e não ocasionado diferenças significativas entre as médias.

Tabela 04 - Valores médios de ácido cítrico das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical .

Cultivares	Acidez titulável (g de ácido cítrico/ 100g)			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	0,0524 ab	0,0452 c	0,0480 a	0,0532 a
Crespa	0,0533 a	0,0478 bc	0,0480 a	0,0547 a
Americana	0,0524 ab	0,0495 b	0,0438 a	0,0553 a
Romana	0,0499 b	0,0542 a	0,0533 a	0,0536 a
Mimosa	0,0542 a	0,0473 bc	0,0475 a	0,0560 a
CV (%)	2,3	3,99	10,28	6,33

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
CV = coeficiente de variação

Para o potencial hidrogeniônico (pH), apenas no nono dia de armazenamento houve diferenças significativas entre as médias das cultivares. Nos demais períodos, 0, 3 e 6 dias de armazenamento não houveram diferenças significativas para o pH. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o pH é um indicativo de deterioração do produto pois indica a acidificação com a senescência.

No presente estudo, o pH, variou muito pouco, apresentando os valores mínimo e máximo de 6,37 a 6,79; encontrados ambos na cultivar Americana ao nono e terceiro dia de armazenamento, respectivamente. Bezerra Neto et al. (2006) trabalhando com plantas de alface da cultivar

‘Tainá’ em consórcio com cenoura nas condições de Mossoró, RN, encontrou uma variação no pH de 6,17 a 6,27. Para cultivar de alface ‘Iceberg’, Bolin e Huxsoll (1991) encontraram valores médios de pH 6,0.

O pH em alface pode ser influenciado pelas condições ambientais e nutricionais, podendo variar também com o tipo de cultivar. O pH e a acidez titulável são variáveis importantes na avaliação da conservação e qualidade pós-colheita da alface, pois quando se analisa o nível de aceitação de um produto pelo consumidor, se este encontrar excessivamente ácido pode vir a ser rejeitado (Tatagiba et al., 2025).

Tabela 05 – Valores médios do potencial hidrogeniônico (pH) das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical . MF = matéria fresca foliar.

Cultivares	pH			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	6,64 a	6,76 a	6,70 a	6,52 a
Crespa	6,45 a	6,64 a	6,70 a	6,44 bc
Americana	6,50 a	6,79 a	6,70 a	6,37 c
Romana	6,54 a	6,70 a	6,66 a	6,47 ab
Mimosa	6,52 a	6,71 a	6,70 a	6,44 abc
CV (%)	1,29	1,28	1,11	0,6

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
CV = coeficiente de variação

Considerando a média obtida a partir da avaliação visual pós-colheita de cada cultivar de alface ao longo do período de armazenamento (Tabela 06), percebeu-se que as características de deterioração das folhas foram afetadas ao longo do tempo, havendo uma redução uniforme entre médias das notas atribuídas. Verifica-se também, que a

partir do sexto dia de armazenamento, as médias das notas foram diminuindo, até o final do experimento.

Dessa forma, de modo geral, podemos concluir que as cultivares de alface estudadas apresentaram uma boa preservação contra os danos oxidativos, mantendo os teores de clorofilas e da massa fresca comercial das plantas, aptas a comercialização.

Tabela 06 – Valores médios da qualidade visual (notas) das cultivares de alface, minimamente processada e armazenadas a 5°C por 09 dias consecutivos em refrigerador vertical. MF = matéria fresca foliar.

Cultivares	Qualidade visual (notas)			
	Dias de armazenamento			
	0	3	6	9
Lisa	3,00	3,00	2,00	1,75
Crespa	3,00	3,00	1,75	1,75
Americana	3,00	3,00	2,00	1,75
Romana	3,00	3,00	2,00	1,75
Mimosa	3,00	3,00	2,00	1,75

CONCLUSÃO

O processamento mínimo é uma técnica viável para aumentar a vida útil e a comercialização da alface após a colheita. As cultivares estudadas permaneceram aptas a comercialização durante os nove dias de armazenamento, sendo que as características físico-químicas da cultivar Americana, como matéria fresca comercial e clorofila *total* contribuíram para o bom estado de conservação das folhas até o nono dia de armazenamento.

Houve maior escurecimento das folhas nas cultivares Lisa e Crespa, o que influenciou diretamente a aparência, causado principalmente pelos danos oxidativos e redução nos teores de clorofilas e carotenóides ao longo do período de armazenamento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Instituto Federal Catarinense - Campus Videira, concedendo bolsa de iniciação científica, através do Edital nº 20/2024 - Gabinete/Videira, ao aluno Gabriel Eduardo Glabunde.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; PEDROSA, C.E.; OLIVEIRA, C.M. Agrupamento multivariado de curvas na seleção de cultivares de alface quanto à conservação pós-colheita. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 362-367, 2015.
- BEZERRA NETO, F.; JÚNIOR, A.P.B.; SILVA, E.O.; NEGREIROS, M.Z.; OLIVEIRA, E.Q.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M.J.T.; NUNES, G.H.S. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 476-480, 2006.
- BLAT, S.F.; SANCHEZ, S.V.; ARAÚJO, J.A.C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface

- crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 135-138, jan/mar. 2011.
- BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. **Journal of Food Science**, v. 56, p. 60-67, 1991.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras, 2005, p. 783.
- CHITARRA, M. I. F; CHITARRA, A. B. Processamento mínimo de alface. In: MORETTI, C. L (Ed.). **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Brasília: SEBRAE. p. 299-342, 2007.
- COMETTI, N.N.; MATIAS, G.C.S.; ZONTA, E.; MARY, W.; FERNANDES, M. S. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura brasileira**, v. 22, p. 748-753, 2004.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul**, 2016. 376p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento genético**. Editora Viçosa P. 01, 03, 35, 49, 1997.
- FAVARATO, L.F.; GUARÇONI, R.C.; SIQUEIRA, A.P. Produção de alface de primavera/verão sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Científica Intelletto**, v. 2, p. 16-28. 2017.
- FEBA, L.T.; MAZZUCHELLI, E.H.L.; CARVALHO, P.R.; CACEFO, V. Silício promove melhor conservação pós-colheita da alface. **Colloquium Agrariae**, v. 13, p. 189-195, 2017.
- FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BRANCO, R.B.F. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.505- 509, 2009.
- FERRI, V.C. **Controle da maturação e conservação de caquis (*Diospyrus kaki*, L.) cultivar fuyu**. p.73, 2000. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Pelotas, 2000.
- FREIRE, A.G.; OLIVEIRA, F.A.; CARRILHO, M.J.S. O.; OLIVEIRA, M.K.T.; FREITAS, D.C. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 81-88, 2009.
- FREIRE, J.C., RIBEIRO, M. V. A., BAHIA, V.G., LOPES, A.S., AQUINO, L. H. Respostas do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 4, n. 1, p. 5-8, 1980.
- GALATI, V.C.; GUIMARÃES, J.E.R.; MARQUES, K. M.; FERNANDES, J.D.R.; FILHO, A.B.C.; MATTIUZ, B.H. Aplicação de silício, em hidroponia, na conservação pós-colheita de alface americana “Lucy Brown” minimamente processada. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1932-1938, 2015.
- KIM, M.J.; MONN, Y.; TOU, J.C.; MOU, B.; NICOLE L. Nutritional value bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition na Analysis**, v. 49, p. 19-34, 2016.
- LICHTENTHALER, H.K.; WELBURN, A.R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**, v. 11, n. 3, p.591-592, 1983.
- MATTOS, L.M.; MORETTI, C.L.; CHITARRA, A.B.; PRADO, M.E.T.. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada sob refrigeração em dois sistemas de embalagem. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 504-508, 2007.
- OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W., GARCIA, N.C.; GARCIA, S.L.R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p. 211-217. 2004.
- POLETTE, C.M.V.; SALA, F.C.; SPOTO, M.H.F.; FERREIRA, M.D.; BORBA, K.R.; BERNARDI, M.R.V. Avaliação das características físico-químicas e aceitação da alface crocanta produzida em sistema hidropônico na cidade de Araras, São Paulo. **DEMETRA**, v. 13, p. 663-676, 2018.
- RODRIGUES, L.J.O. **Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005, p. 150. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba – SP, 2001.
- SÁ, J.J. **Avaliação de cultivares e linhagens de alface em sistema hidropônico**. 2017. 49 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Agrônoma, Departamento de Biotecnologia e Produção Vegetal e Animal, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras - SP, 2017.
- SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alficultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012.

Avaliação da qualidade de alfaces minimamente processadas cultivadas em sistema hidropônico. **Revista Trópica**, v. 9, p. 19-31, 2017.

SANTI, A.; SCARAMUZZA, W.L.; NEUHAUS, A.; DALLACORT, R.; KRAUSE, W.; TIEPPO, R.C. Desempenho agrônomo de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 338-343, 2013.

SILVA, J.M.; ONGARELLI, M.G.; AGUILA, J.S.D.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 8, p. 53-59, 2007.

SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M.; COSME, S.S.; CORDEIRO, C.A.M.

TATAGIBA, S.D.; RIGO, H.; SARMENTO, E.C.; RINALDI, B.J.D. Silicate fertilization contributes to the postharvest conservation of lettuce. **Revista Ciência Agrícola**, v.23, p. 1-17, 2025.

VALERIANO, T.T.B.; SANTANA, M.J.; MACGADO, L.J.M.; OLIVEIRA, A.F. Alface americana cultivada em ambiente protegido submetida a doses de potássio e lâminas de irrigação. **Irriga**, v. 21, n. 3, p. 620-630, 2016.