

SIMONE CÁSSIA CORRÊA DE SOUSA

**HIDRORRESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO E QUALIDADE
PÓS-COLHEITA DE MILHO VERDE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S725h
2013

Sousa, Simone Cássia Corrêa de, 1976-

Hidrorresfriamento na conservação e qualidade pós-colheita de milho verde / Simone Cássia Corrêa de Sousa. – Viçosa, MG, 2013.

ix, 77f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: João Carlos Cardoso Galvão.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Milho - Fisiologia pós-colheita. 2. Milho - Resfriamento. 3. Milho - Armazenamento. 4. Longevidade. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

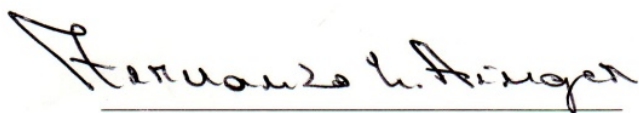
CDD 22. ed. 633.15

SIMONE CÁSSIA CORRÊA DE SOUSA

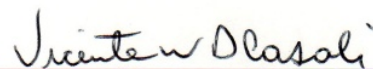
**HIDRORRESFRIAMENTO NA CONSERVAÇÃO E QUALIDADE
PÓS-COLHEITA DE MILHO VERDE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

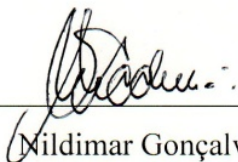
APROVADA: 18 de Abril de 2013



Fernando Luiz Finger
(Co-orientador)



Vicente Wagner Dias Casali



Mildimar Gonçalves Madeira



Paula Acácia Silva Ramos



João Carlos Cardoso Galvão
(Orientador)

Depois do medo, vem o mundo...

(Clarice Lispector)

Saudade

Saudade é solidão acompanhada,
É quando o amor ainda não foi embora,
Mas o amado já...

Saudade é amar um passado que ainda não passou,
É recusar um presente que nos machuca,
É não ver o futuro que nos convida...

Saudade é sentir que existe o que não existe mais...
Saudade é o inferno dos que perderam,
É a dor dos que ficaram para trás,
É o gosto de morte na boca dos que continuam...

Só uma pessoa no mundo deseja sentir saudade:
Aquele que nunca amou.
E esse é o maior dos sofrimentos:
Não ter por quem sentir saudades,
Passar pela vida e não viver.
O maior dos sofrimentos é nunca ter sofrido

(Pablo Neruda)

Saudades do Fran...

Ao meu amado irmão Francisco,
que em nossa infância,
não abria mão do milho verde
nas férias de verão...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela proteção espiritual, pela vida, por tudo.

Aos meus pais, Simão e Neusa, pelos exemplos de fé, força e perseverança, sobretudo nas adversidades da vida.

Ao meu marido Wagner pelo carinho e companheirismo, aos meus filhos, Pedro Simão e Júlio Simão, e aos meus sobrinhos Henrique e Caio por iluminarem minha vida com alegria e leveza.

Aos meus irmãos, Luciene, Francisco e Vinícius, à vovó e tia Iva, e aos meus cunhados Virgílio e Marcelle pela torcida.

Aos amigos pelas orações e pelos momentos de descontração, e em especial Lúcia, Lela, Gu, Cleo, Sr. Jonas e Pai Geraldo.

Ao meu orientador, Professor João Carlos Cardoso Galvão pela acolhida, pelas boas palavras, pelo conhecimento e por toda disponibilidade em orientar.

Ao Professor Fernando Luiz Finger pela generosidade, pelo incentivo, pelas preciosas dicas e pela amizade.

A todos os Professores pelo conhecimento e oportunidade de convívio, em especial aos Professores Galvão e Finger, Vicente Wagner Dias Casali, Roberto Fritsche Neto e Luiz Antônio Santos Dias.

Aos funcionários, em especial ao Sebastião, Geraldo, Ribeiro, Valdivino, Tatiani, Vicente, Rafaela e toda a equipe da estação experimental de Coimbra.

Ao Stênio, pelo milho super doce.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Fitotecnia, ao Laboratório de Fisiologia Pós-colheita, ao Laboratório de Melhoramento de Hortaliças, ao Programa Milho e ao Instituto Federal de Minas Gerais.

Aos colegas do laboratório de pós-colheita, pelo agradável convívio, e em especial à Aquidauana, Paula, Fernanda Silva, Tânia, Ana, Christiane, Perciane, Lucilene, Wellington e Ariana.

Aos colegas de turma pela excelente convivência, em especial Lílian, Celminha, Luiz, Sidilene, Sônia, Eloísa e Cláudio.

Ao Nildimar e a Cláudia Pontes pelas sugestões e valiosas contribuições.

Aos colegas de trabalho do IFMG pelo empenho, em especial Talita Valadares, Dani Teotônio, Clarice, Andréia, e aos Professores Cássio Lacerda, Sílvia, Renato e Adriano.

A toda a espiritualidade amiga e ao cosmos pela energia e luz.

O meu sincero reconhecimento e a minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, deram a sua contribuição para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO GERAL	01
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	06
CAPÍTULO I – DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE HIDRORRESFRIAMENTO DE ESPIGAS DE MILHO VERDE	09
1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
3.1. Milho super doce	14
3.2. Milho dentado	17
4. CONCLUSÕES	21
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
CAPÍTULO II – CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESPIGAS DE MILHO VERDE SUBMETIDAS AO HIDRORRESFRIAMENTO	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS	30
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1. Milho super doce	34
3.2. Milho dentado	41
4 – CONCLUSÕES	46
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
CAPÍTULO 3 - ALTERAÇÕES PÓS-COLHEITA DE CARBOIDRATOS EM GRÃOS DE MILHO VERDE HIDRORRESFRIADOS	50
1. INTRODUÇÃO	51
2. MATERIAL E MÉTODOS	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1. Milho super doce	58
3.2. Milho dentado	65

4. CONCLUSÕES	72
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
CONCLUSÕES GERAIS	76

RESUMO

SOUSA, Simone Cássia Corrêa de, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, abril de 2013. **Hidrorresfriamento na conservação e qualidade pós-colheita de milho verde.** Orientador: João Carlos Cardoso Galvão. Coorientadores: Fernando Luiz Finger e Roberto Fritsche Neto.

O milho verde, hortaliça altamente suscetível à perda de água, tem reduzida vida de prateleira, o que aumenta o custo final ao consumidor. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do hidrorresfriamento, como técnica de pré-resfriamento, na conservação pós-colheita de duas cultivares de milho verde, super doce e dentado, armazenadas a 5°C e 22°C, com palha e sem palha (em embalagem de isopor revestida por filme de PVC). O hidrorresfriamento foi realizado por imersão das espigas em uma mistura de água com gelo a 1°C. Foi determinada a curva de hidrorresfriamento do milho verde e foi avaliada a vida de prateleira, os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores, açúcares não redutores e amido. A temperatura de estabilização do milho verde é 2,5°C, obtida aos 70 minutos em milho super doce sem palha, aos 80 minutos em milho super doce com palha, aos 80 minutos em milho dentado sem palha e aos 90 minutos em milho dentado com palha. O hidrorresfriamento, na conservação a 22°C, contribuiu na redução do índice de queda no teor de clorofila da palha de milho super doce e dentado; e nos menores índices de perdas do teor relativo de água. Na quantificação de carboidratos, na conservação a 22°C, em milho super doce, o hidrorresfriamento contribuiu com os menores índices de perdas de açúcares solúveis totais e de não redutores e reduziu a taxa de aumento do amido tanto em milho super doce como em milho dentado. Na conservação a 5°C, o hidrorresfriamento contribuiu na redução do índice de queda no teor de clorofila da palha de milho super doce; na redução do índice de perda de açúcares solúveis totais identificado após o 7^o dia e até o 14^o dia em milhos de grãos super doce; e contribuiu com a menor taxa de acúmulo de amido em grãos de milho verde dentado.

ABSTRACT

SOUSA, Simone Cássia Corrêa de, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, April 2013. **Hydro cooling on the shelf life and postharvest quality of fresh cobs.** Adviser: João Carlos Cardoso Galvão. Co-advisers: Fernando Luiz Finger and Roberto Fritsche Neto.

The fresh cobs are susceptible to loss of water and have reduced shelf life, which increases the ultimate cost to the consumer. The aim of this study was to evaluate the effect of hydro cooling, as a technique of pre-cooling, on the postharvest of two cultivars of corn cobs, super sweet corn and dent corn stored at 5°C and 22°C, with husk and without husk wrapped with PVC film. The hydro cooling was performed by immersion of the cobs in a mixture of water and ice at 1°C. We determined the hydro cooling curve and evaluated the shelf life of the corn, the levels of soluble sugars, reducing sugars, non-reducing sugars and starch. The cob temperature stabilized at 2.5°C, obtained 70 minutes in super sweet corn without husk, 80 minutes in sweet corn with husk, 80 minutes in dent corn without husk and 90 minutes dent corn with husk. The hydro cooling and storage at 22°C, contributed in reducing the rate of chlorophyll degradation for super sweet and dent corn, and lower rates of loss of relative water content. Quantification of carbohydrates in sweet corn stored at 22°C, the hydro cooling contributed to lower rates of loss of soluble sugars and non-reducing and reduced the rate of increase of starch in both sweet corn and in dent corn . In storage at 5°C, the hydro cooling contributed in reducing the rate of decline in chlorophyll content of husk for sweet corn, in reducing the rate of loss of soluble sugars identified after the 7th day and until the 14th day for super sweet, and contributed to the lower rate of accumulation of starch in dent corn.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) grão, já seco, é a principal base da produção de ração animal, sendo que o mercado de rações responde por 80% do total de grãos de milho produzido no país. Já a comercialização voltada ao consumo humano, embora represente parcela bem menor no mercado de milho, tem apresentado índice de consumo cada vez maior. Na alimentação humana, o milho pode ser consumido na forma de grãos secos, de grãos verdes, e na forma de milho verde. Na forma de grãos verdes, geralmente é consumido em conservas. Já como milho verde (consumo *in natura*), pode ser cozido ou assado, servir de ingrediente no preparo de sorvetes e bolos, além de sucos, curau e pamonhas, dentre outros pratos (PEREIRA FILHO, 2003).

O cultivo do milho verde é considerado, ainda, atividade majoritária de pequenos e médios produtores, e da agricultura familiar, embora alguns produtores tradicionais de milho-grão (e até mesmo de outras culturas como café e feijão) estão trocando ou mesclando sua produção pelo cultivo de milho verde. Isso em função do grande valor econômico que atualmente está associado à cultura do milho-verde, já que o produto tem boa demanda, boa aceitação mercadológica e bons preços. Ademais, a produção geralmente agrega valores tais como indústria caseira e aproveitamento de mão-de-obra familiar (PEREIRA FILHO, 2003). Vale ressaltar que o milho verde *in natura* costuma atingir melhores preços de mercado que o milho grão (BRAZ, 2002).

A classificação do milho tem como referencial o tipo de grão, que pode ser: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce. A estrutura do endosperma e o volume do gérmen são responsáveis pela forma e dimensão dos grãos, e consistem nos principais critérios de diferenciação classificatória. No consumo como milho verde é recomendado espiga de grãos doces ou dentados.

O milho doce, de acordo com a composição dos grãos, pode ser doce ou super doce. O gene homozigoto recessivo *brittle* (bt_2) influencia a não conversão do açúcar em amido e no acúmulo do polissacarídeo solúvel fitoglicogênio. Os teores de 25% de açúcar e 15 a 25% de amido, em torno de 75% de água, caracterizam o ponto de colheita. A semente possui menor taxa de germinação que o milho dentado, em função da menor quantidade de amido, da cristalização de açúcares no endosperma e da

formação de espaços entre o pericarpo e a camada de aleurona (decorrentes da desidratação), estrutura que a torna mais frágil e confere aparência enrugada (ARAÚJO *et al*, 2006). A cultivar super doce BR400 é considerada variedade de polinização aberta, com ciclo médio, espigas de aproximadamente 16 cm de comprimento e 4,0cm de diâmetro, grãos de profundidade grande e coloração amarelo-laranja.

No milho dentado o endosperma é farináceo localizado na área central, enquanto nas laterais e no verso está localizado o endosperma vítreo. Com a perda de umidade, ocorre o encolhimento do endosperma farináceo, o que acarreta a ‘indentação’ na parte superior do grão, por isso o nome dentado. A cultivar dentada AG1051 é híbrido duplo, de ciclo semiprecoce, cor amarela e excelente empalhamento.

O milho-verde é altamente perecível. Além de nutrientes, em poucas horas pode perder atributos de mercado, como aparência e frescor. Por ser colhido antes do ponto de maturação, fisiologicamente seus órgãos contém tecidos em pleno processo de crescimento, mas que ainda não estão totalmente desenvolvidos (KAYS, 1991). A atividade metabólica em produtos nestas condições é alta, acelerando grande parte das alterações fisiológicas e bioquímicas. A consequência é a deterioração, a senescência e a morte do tecido, decorrente, sobretudo, em função da intensa perda de água (FINGER *et al.*, 1999).

Os estudos de senescência pós-colheita, no entanto, estão, em sua maioria, voltados aos órgãos maduros, onde o ritmo das alterações fisiológicas é diferente do observado em órgãos que contenham tecidos imaturos, como é o caso do milho colhido verde. O ritmo de senescência de órgãos com tecidos imaturos e em crescimento ativo é muito mais acelerado que o de órgãos maduros (BRAZ, 2002).

A senescência é indicada principalmente pela perda de clorofila e consequente amarelamento das folhas, sendo que o amarelamento das folhas se constitui em um dos mais visíveis sintomas de senescência em hortaliças (no caso do milho verde, a palha). Estresse hídrico, temperatura, luz, atmosfera de armazenamento, cultivar e hormônios são os principais fatores que influenciam a taxa de perda de clorofila (LIPTON, 1987).

O ponto de colheita do milho verde ocorre geralmente em torno de 15 dias após a polinização, no estágio R3, conhecido como grão leitoso, por apresentar internamente um fluido com aspecto semelhante ao leite, e que marca o início da conversão dos

açúcares em amido. Externamente, o grão tem coloração amarelo claro. Nesta etapa fisiológica, a umidade dos grãos varia entre 70% a 80%. Há acelerado acúmulo de matéria seca (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Ainda com relação ao ponto de colheita, deve-se atentar ao aspecto e à aparência do produto. A distância que o produto percorre entre a área rural do cultivo até os centros urbanos, é fator de grande importância na qualidade pós-colheita e no tempo de prateleira do produto, por estar associada ao tempo gasto com o transporte e a distribuição. Também a forma de acondicionamento e armazenamento do produto são variáveis fundamentais que objetivam a qualidade.

No caso do milho verde, o mercado consumidor prefere espigas grandes e cilíndricas, bem empalhadas, com grãos dentados de coloração amarelo clara e com sabugo também de coloração clara. A espera pelas melhores condições de modo que o máximo de espigas apresente as características exigidas pelo mercado, torna variável o tempo de permanência no campo e o momento de colheita, de acordo com cada cultivar e ciclo.

Se por um lado o setor agrícola brasileiro vem se destacando cada vez mais no cenário mundial de produção de alimentos, com sucessivos recordes de safras, por outro lado, lamentavelmente, o país tem liderado também ranking relativo a perdas pós-colheita e desperdícios de alimento. Ademais, mesmo com programas governamentais voltados ao combate a fome, é sabido que a miséria e a dificuldade de acesso à alimentação ainda é realidade de alguns extratos da população (VILELA *et al.*, 2003).

As perdas pós-colheita dos produtos hortícolas têm início na ocasião da própria colheita, continuam na preparação ao mercado, no transporte, armazenamento, vendas no atacado e varejo, chegando até ao consumidor final (FRANÇA, 2011). Enquanto em alguns países, como por exemplo, os Estados Unidos, as perdas pós-colheita de hortaliças não chegam a 10%, no Brasil este índice fica em torno de 35% (VILELA *et al.*, 2003).

As técnicas de conservação pós-colheitas têm sido estudadas cada vez mais e muitas delas são comprovadamente eficazes na conservação da qualidade e aumento do tempo de prateleira de alguns produtos hortícolas. Dentre as várias técnicas, o pré-resfriamento tem apresentado bons resultados.

O pré-resfriamento consiste na remoção do calor do campo de produtos recém-colhidos, com o objetivo de retardar as atividades metabólicas, reduzindo assim o início do processo de deterioração antes mesmo do transporte ou armazenagem (JANICK, 1986). Com a técnica, ocorre rápida diminuição das taxas de transpiração do produto colhido, o que resulta em maior qualidade (BROSNAN e SUN, 2001).

O pré-resfriamento contribui na redução da produção do etileno, que por sua vez, influencia os processos de senescência, que também têm ritmo reduzido. Assim, a diminuição da produção de etileno, a diminuição dos efeitos de outros hormônios, bem como a diminuição do ritmo de senescência são exemplos de efeitos do pré-resfriamento em processos químicos que envolvem os frutos e hortaliças.

No entanto, a prática do pré-resfriamento ainda não está largamente difundida no Brasil. A maior parte das frutas e legumes colhidos frescos no país ainda não é submetida ao pré-resfriamento ou ao resfriamento antes de chegar à casa do consumidor (FINGER *et al*, 1999).

Técnicas que diminuam as perdas pós-colheitas de alimentos contribuem na diminuição do desperdício e, conseqüentemente, melhoram o meio ambiente, interferindo, portanto, positivamente, nos processos ambientais, com reflexos também em processos sociais, já que o combate ao desperdício, ainda que indireto, constitui ferramenta de combate à pobreza e justiça social.

Outro aspecto ambiental que pode ser considerado é a produção de resíduos, já que enorme quantidade dos produtos hortícolas armazenados é diariamente jogado no lixo (VILELA *et al*, 2003). O pré-resfriamento contribui na prolongação da vida de prateleira do produto, portanto contribuiria na redução da produção de resíduos, reforçando mais uma interferência da referida técnica em processos ambientais.

São métodos de pré-resfriamento: o resfriamento a vácuo, o resfriamento criogênico, a manutenção do produto em sala de resfriamento, a utilização de ar forçado, o hidrorresfriamento (utilizando-se água gelada ou água com gelo) e o resfriamento com gelo.

Rápida remoção do calor de campo, redução da taxa respiratória, prevenção da perda de umidade, manutenção do teor relativo de água, a redução da ação de algumas

enzimas, a redução da produção de etileno, o baixo custo de implementação, e a facilidade de manejo, são vantagens associadas ao hidrorresfriamento

A prática do hidrorresfriamento deve sempre atentar para evitar qualquer risco de contaminação pela água. A água utilizada no hidrorresfriamento deve ser potável e livre de organismos causadores de doenças. A filtragem e a troca são recomendações importantes a fim de evitar a saturação com matéria orgânica.

O hidrorresfriamento do milho já ensacado é uma alternativa que pode otimizar as vantagens e minimizar o risco de contaminação.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do hidrorresfriamento na conservação e na qualidade pós-colheita de espigas de milho-verde de grãos tipo dentado e super doce, armazenadas em duas temperaturas diferentes (5°C e 22°C), com palha, e sem palha acondicionados em bandejas de isopor cobertas por filme de PVC.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V.S., FINGER, F. L., SANTOS, R. C. A., SILVA, J. R., CASALI, V.W.D., Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves **Journal of Food, Agriculture & Environment**. n.5, v.2, p 31-34, 2007.

ARAÚJO, E. F.; ARAÚJO, R. F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R. F. Maturação de sementes de milho doce grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 28, n.2, 2006.

BRAZ, R. F. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde em função do cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento. 2002. 54p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia), UFV, Viçosa.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CALBO, A. G. Pós-colheita de hortaliças. Embrapa hortaliças. Disponível em http://WWW.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/pos_colheita.htm. acesso em 12/10/2011.

CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2^a ed. Lavras: UFLA, 2005, 785 p.

FINGER, F. L.; PUIATTI, M. Colheita, comercialização e conservação pós-colheita de hortaliças. In: FONTES, P. C. R. (Org.). **Olericultura – teoria e prática**. Visconde do Rio Branco, Suprema, v.1, p. 201-208, 2005.

FINGER, F.L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P.R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 9, v. 34, p.1565-1569, 1999.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29p. (Caderno didático, 19).

FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidrosfriamento**. 2011. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V. **Produção de milho em pequenas propriedades**. Viçosa: Centro de produções técnicas, 2004. 224 p.

GALVÃO, J. C. C. & MIRANDA, G. V. **Tecnologias de Produção do Milho**. Viçosa: UFV, 2004. 366 p.

JANICK, J. **Horticultural science**. 4th Ed. New York: Free-man WH, 1986; p. 550-551.

KAYS, SJ. **Postharvest Physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L & COX, M. M. **Princípios básicos de bioquímica**. São Paulo; Sarvier, 1995.

MAGALHÃES, P. C. & DURÃES, F. O. M. **Aspectos Fisiológicos para o consumo como milho-verde**. In: PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 204p.

MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. **Milho verde (*Zea mays*)**. In: PAULA JÚNIOR, T. J. & VENZON, M. (Org.). 100 culturas. Manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte. EPAMIG, 2006. V.1, p.559-559.

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006.

PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho-verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 204p.

SANTOS, I. C.; FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C. Importância do milho para a segurança alimentar local e regional. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.31, p. 36-45, 2010.

SAWAZAKI, E.; GALVAO, J. C. C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. . **Milho Doce: Instruções Técnicas**. In: Fahl, J. I.; Camargo, M. B. P.; Pizzinato, M. A.; Betti, J. A.; Melo, A. M. T.; DeMaria, I. C.; Furlani, A. M. C. (Org.). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6^a. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1998, v. 1, p. 40-41.

SAWAZAKI, E.; POMMER, C. V.; ISHIMURA, I. **Avaliação de cultivares de milho para utilização no estádio de verde**. Ciência e cultura, São Paulo, v. 31, p. 1291-1302, 1979.

SOUZA, P. M. & BRAGA, M.J. **Aspectos Econômicos da Produção e Comercialização do Milho no Brasil**. In: GALVÃO, J. C. C. & MIRANDA, G. V. Tecnologias de Produção do Milho. Viçosa: UFV, 2008. 366 p.

TSUNECHIRO, A.; DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J. **Aspectos econômicos da comercialização e custo de produção**. In: PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 204p.

VILELA, N.J.; LANA, M.M.; NASCIMENTO, E.F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 141-143, 2003.

CAPÍTULO 1

DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE HIDRORRESFRIAMENTO DE ESPIGAS DE MILHO VERDE

1 . INTRODUÇÃO

O pré-resfriamento contribui na conservação da qualidade de frutas e hortaliças, pois retira rapidamente o calor de campo, antes de o produto ser transportado, armazenado, comercializado, ou processado. As taxas respiratórias, a produção de etileno, a senescência, e a atividade microbiana podem ser reduzidas com a rápida retirada de calor (KALBASI-ASHTARI, 2004).

A escolha do melhor método de pré-resfriamento depende de cada produto especificamente, e leva em consideração o grau de eficácia na remoção do calor, o custo, e o impacto na conservação da qualidade física e química (KALBASI-ASHTARI, 2004). Além da natureza do produto, também influenciam na escolha do método de pré-resfriamento a embalagem que será utilizada, o fluxo mercadológico do produto e as restrições econômicas (BROSNAN e SUN, 2001).

A intensidade respiratória também é importante referencial na escolha do método mais adequado. De acordo com a taxa respiratória a 10°C (mg CO₂/kg/h), a intensidade respiratória da hortaliça será classificada em: muito baixa (< 10), baixa (10 – 20), moderada (20 – 40), alta (40 – 70), muito alta (70 – 100), e extremamente alta (> 100). A intensidade respiratória do milho verde é classificada como muito alta (FINGER, 2010).

As técnicas de pré-resfriamento não são aplicadas a todos os produtos hortícolas, justamente pela influência que podem exercer nos processos metabólicos e químicos de determinados produtos. O maior objetivo do pré-resfriamento é retirar o calor de campo, baixando assim os índices respiratórios.

No tocante às técnicas de conservação pós-colheita de milho verde, no Brasil, tem se destacado o hidrorresfriamento, embora, em termos gerais, as práticas de pré-resfriamento ainda não estejam largamente difundidas no Brasil. A maior parte das frutas e legumes colhidos frescos no país ainda não é submetida ao pré-resfriamento ou ao resfriamento antes de chegar à casa do consumidor (FINGER *et al.* 1999).

A prevenção da perda de umidade é importante vantagem desse método (WILLS, 1998), que consiste na aspersão de água gelada sobre o produto ou na imersão

do produto em água gelada ou água com gelo. É necessário que haja uniformidade no contato entre a água e a superfície do produto (KAYS, 1991).

O hidrorresfriamento é a técnica de conservação pós-colheita mais acessível, por causa do baixo custo de implementação (só gasta um recipiente com água gelada e gelo), e é de simples execução.

A determinação do tempo ideal de hidrorresfriamento varia proporcionalmente com o volume do produto, e leva em consideração a quantidade a ser hidrorresfriada e a identificação da temperatura de estabilização. Em geral, o resfriamento de hortaliças ocorre entre 1,5 minuto a 55 minutos (TERUEL *et al*, 2002).

É importante determinar qual a necessidade de refrigeração a fim de manter o produto a determinada temperatura constante. Isso reduz custo com refrigeração desnecessária e otimiza tempo (BECKER & FRICKE, 2001). O objetivo deste estudo foi determinar o tempo ideal de hidrorresfriamento de espigas de milho verde de grãos super doce e dentado.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

No experimento foram utilizadas duas cultivares de milho: o híbrido duplo, AG 1051 de grãos dentados e a variedade BR400 de grãos super doce, ambas recomendadas à produção de milho verde.

O plantio das duas cultivares ocorreu no dia 21 de dezembro de 2011. O plantio foi realizado na estação experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada no município de Coimbra, Minas Gerais, à latitude 20°51'24" sul e à longitude 42°48'10" oeste, altitude de 720m. A adubação e os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas do cultivo do milho visando à produção de milho verde.

O milho super doce foi colhido em 3 de março de 2012 e o milho dentado em 22 de março de 2012. A colheita foi manual, e ocorreu no período da manhã (entre 5 e 6 horas). As espigas foram colhidas com teor relativo de água de aproximadamente 76% no milho super doce, e 74% no milho dentado, na fase de grão leitoso.

No momento da colheita, dois grupos de espigas foram formados: o primeiro grupo com palha e o segundo grupo sem palha. Ambos, por cultivar. Em seguida, foi medida a temperatura interna das espigas com termômetro digital com haste, que foi inserido no sabugo, e a temperatura da superfície da espiga com termômetro infravermelho. Na sequência, as espigas foram imersas em caixas de isopor contendo água com gelo. (foi utilizada aproximadamente a proporção de 1 kg de gelo em cada 3 kg de espigas de milho). A temperatura da água foi monitorada e permaneceu a 1°C, aproximadamente. A temperatura interna das espigas foi medida com a introdução do termômetro digital no interior do sabugo, a cada 10 minutos, até que estabilizasse (Figura 1). A temperatura de superfície foi medida com termômetro infravermelho e então foi calculada a média entre as temperaturas interna e de superfície, visando conhecer a temperatura das espigas após o hidrorresfriamento.



Figura 1. Hidrorresfriamento: espigas com palha e sem palha

Após anotação da temperatura e do tempo, foi determinada a curva de hidrorresfriamento de espigas de milho verde super doce e dentado, com e sem palha, bem como o ponto de estabilização da temperatura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Milho super doce

A temperatura das espigas de milho verde super doce, com e sem palha, ao longo do tempo de pré-resfriamento, teve redução média nos primeiros vinte minutos de imersão, de 9,9°C nas espigas com palha, e de 11,9°C nas espigas sem palha (Tabela 1).

Tabela 1- Períodos de hidrorresfriamento das espigas de milho verde de grãos super doce, com e sem palha, na mistura a 1°C de gelo moído e água (1:3 v/v).

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura das espigas (°C)	
	com palha	sem palha
0	19	19
10	12,6	10,8
20	9,1	7,1
30	7,3	6,3
40	5,6	5,4
50	4,6	4,5
60	3,9	3,5
70	3,2	2,6
80	2,5	2,2
90	2,2	2,5
100	2,3	2,4
110	2,1	2,5
120	2,5	2,3
130	2,3	2,2
140	2,6	2,0
150	2,2	2,4
160	2,5	2,5

A temperatura das espigas de milho verde de grãos super doce, com e sem palha, antes da aplicação do tratamento era de 19°C. As espigas com palha foram resfriadas até aproximadamente 2,5°C, aos 80 minutos de hidrorresfriamento (Figura 2A). Após esse tempo, houve estabilização da temperatura das espigas.

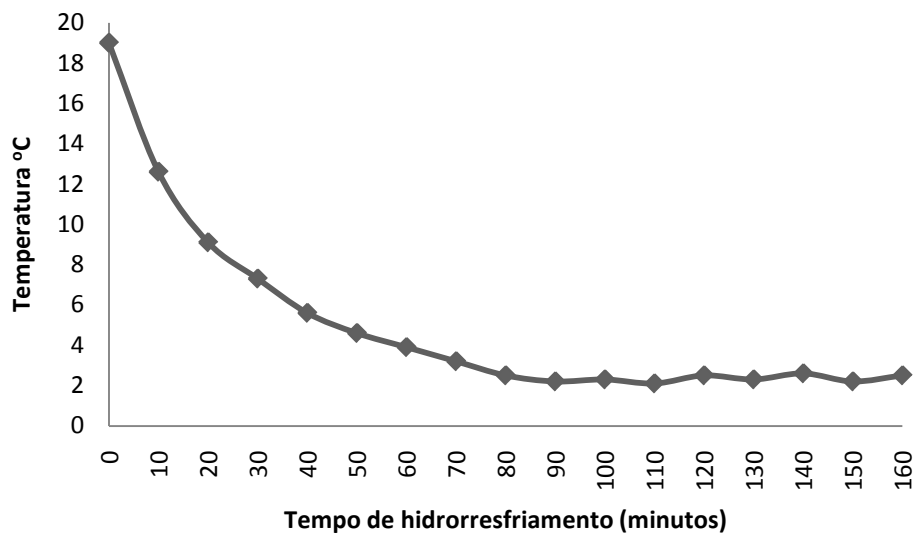


Figura 2A - Valores médios das temperaturas das espigas de milho verde super doce com palha, em função do tempo de hidrorresfriamento.

As espigas sem palha alcançaram a estabilização da temperatura aos 70 minutos de hidrorresfriamento (Figura 2B). Houve, portanto, a diferença de 10 minutos no tempo de hidrorresfriamento em função da presença ou não da palha.

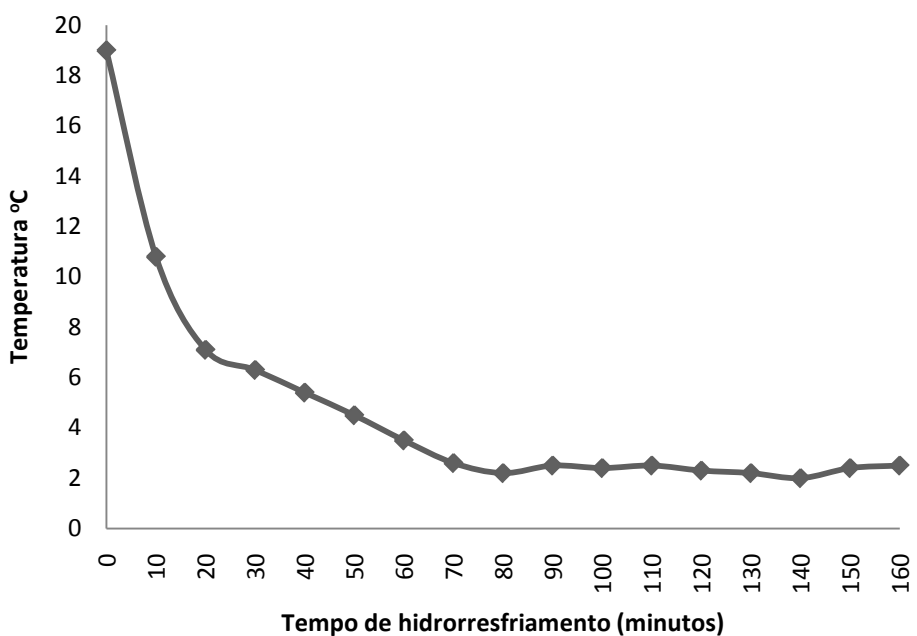


Figura 2B - Valores médios das temperaturas das espigas de milho verde super doce, sem palha, em função do tempo de hidrorresfriamento

A velocidade do resfriamento é maior no início, quando há maiores taxas no decréscimo da temperatura. Nos minutos subsequentes, a taxa de decréscimo da temperatura do produto diminui (PRANGE, 1994).

Houve, portanto, no milho super doce, uma queda brusca na temperatura de 52,11%, nas espigas com palha, e de 62,63%, nas espigas sem palha (Figura 2C).

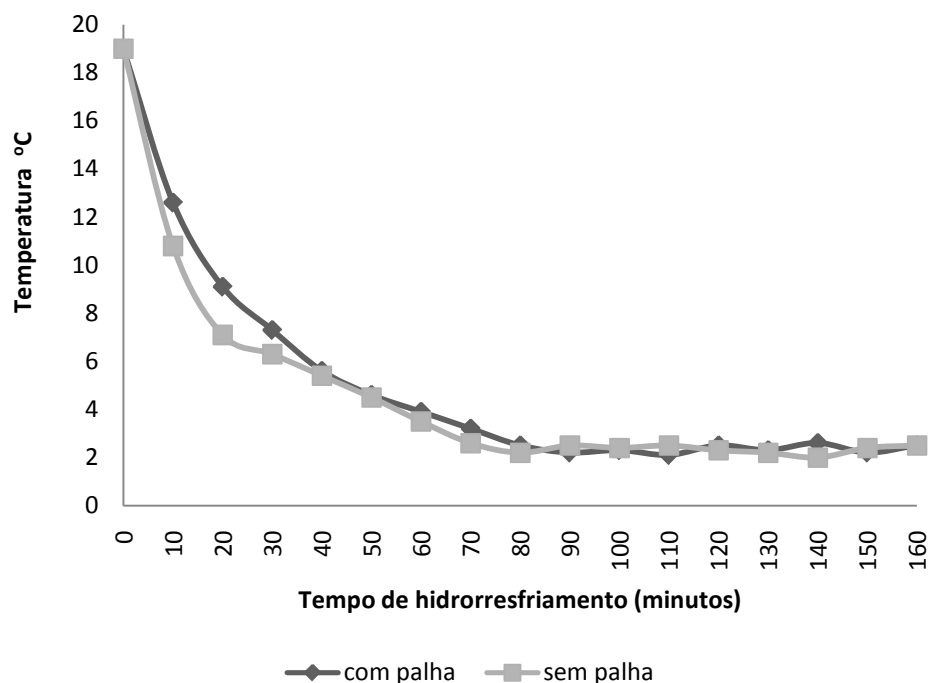


Figura 2C - Valores médios das temperaturas das espigas de milho verde super doce com e sem palha, em função do tempo de hidrorresfriamento.

A taxa de resfriamento nos primeiros vinte minutos, independentemente da presença ou não da palha, foi muito superior a taxa de resfriamento percebida nos minutos subsequentes (Figura 2C).

Na prática, a fim de se obter o tempo ideal de remoção do calor, é recomendável retirar 7/8 do resultado obtido pela diferença da temperatura inicial do produto e da temperatura da água usada no resfriamento (THOMPSON *et al*, 2002).

3.2. Milho dentado

Ao longo do tempo de pré-resfriamento, a temperatura das espigas de milho verde dentado, com palha, decresceu, com queda brusca na temperatura de 56,19%, equivalente a redução média de 11,8°C nos primeiros vinte minutos de imersão. A temperatura da espiga de milho verde sem palha, nos primeiros vinte minutos, reduziu 12,9°C, o equivalente a queda brusca de 61,43% (Tabela 2). A taxa de resfriamento nos primeiros vinte minutos foi bem superior à taxa de resfriamento nos minutos subsequentes.

Tabela 2 - Períodos de hidrorresfriamento das espigas de milho verde dentado, com e sem palha, na mistura a 1°C de gelo moído e água (1:3 v/v).

Tempo de pré-resfriamento (minutos)	Temperatura das espigas (°C)	
	com palha	sem palha
0	21	21
10	13,7	11,3
20	9,2	8,1
30	8,0	7,2
40	7,1	6,0
50	6,0	5,2
60	5,1	4,2
70	4,2	3,4
80	3,3	2,5
90	2,5	2,3
100	2,3	1,9
110	1,9	2,2
120	2,4	2,3
130	2,1	2,0
140	2,5	2,5
150	2,3	2,1
160	2,6	2,4

A temperatura das espigas de milho verde dentado, com e sem palha, antes da aplicação do tratamento era 21°C. A temperatura de estabilização das espigas foi

aproximadamente 2,5° C, alcançada aos 90 minutos de hidrorresfriamento nas espigas com palha (Figura 3A) e aos 80 minutos nas espigas sem palha (Figura 3B).

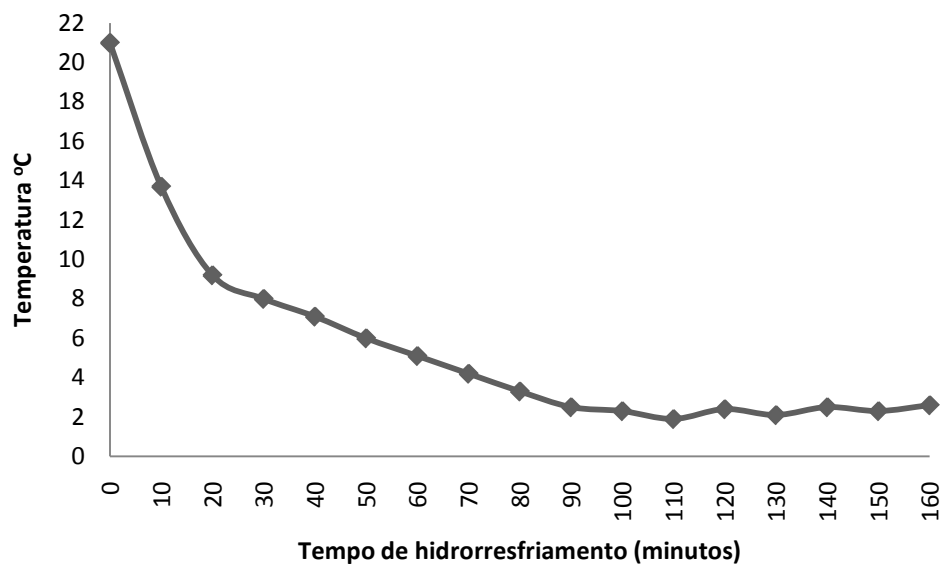


Figura 3A - Valores médios das temperaturas das espigas de milho verde dentado, com palha, em função do tempo de hidrorresfriamento.

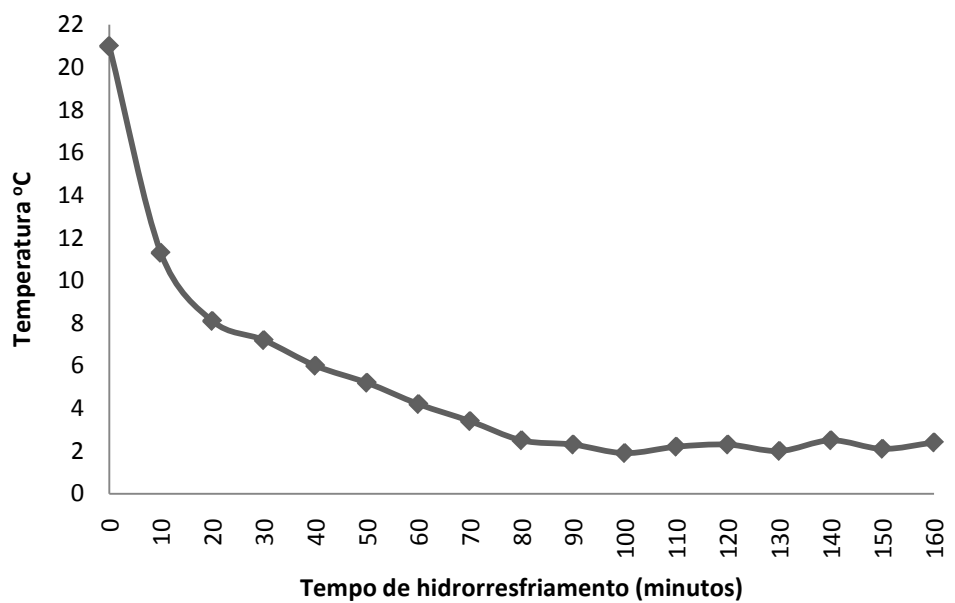


Figura 3B - Valores médios da temperatura das espigas de milho verde dentado, sem palha, em função do tempo de hidrorresfriamento.

O meio tempo de resfriamento independe da temperatura inicial e permanece constante durante o resfriamento, desde que a temperatura do meio utilizado também seja mantida constante.

Independentemente da presença ou não da palha, a taxa de resfriamento nos primeiros vinte minutos foi superior a taxa de resfriamento percebida nos minutos subsequentes (Figura 3C).

Houve diferença de 10 minutos no tempo de hidrorresfriamento em função da presença ou não da palha (Figura 3C).

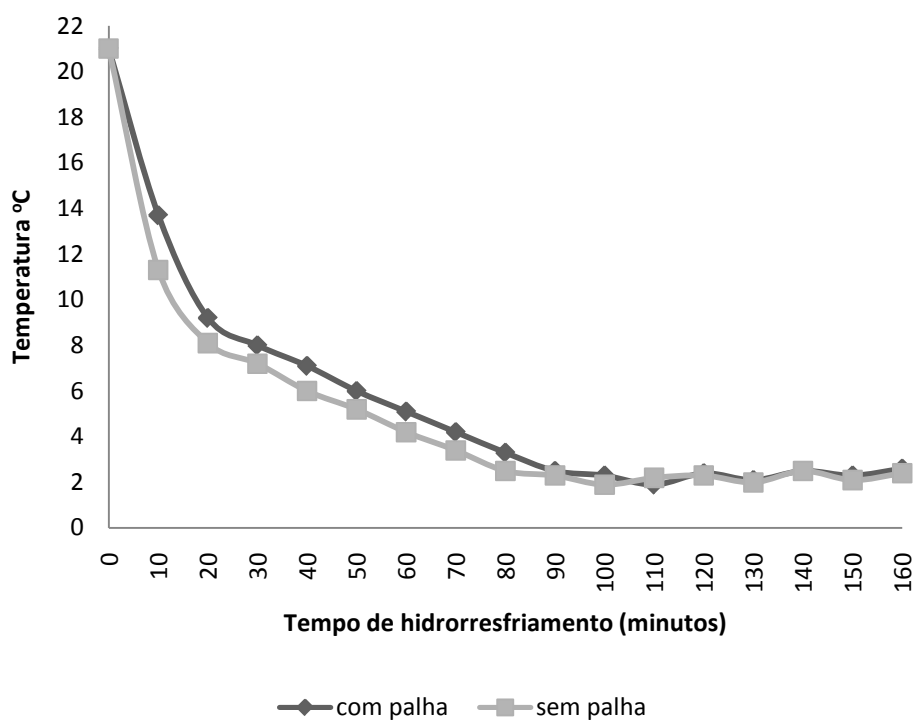


Figura 3C - Valores médios da temperatura das espigas de milho verde dentado, com e sem palha, em função do tempo de hidrorresfriamento.

Os valores encontrados neste experimento com milho verde como referência de estabilização da temperatura (aproximadamente 2,5°C) estão de acordo com a bibliografia que recomenda redução da temperatura a valores próximos a 3°C (MORETTI & HENZ, 2003).

Nos processos de hidrorresfriamento os comportamentos são semelhantes (BECKER & FRICKE, 2001) e as diferentes taxas de resfriamento de cada produto

ocorrem principalmente devido a fatores como a taxa de transferência de calor, diferença na temperatura entre o produto e o meio de resfriamento, propriedades termais do produto, volume, forma e natureza do meio de resfriamento empregado (WILLS *et al.*, 1998).

4. CONCLUSÕES

Na determinação do tempo ideal de hidrorresfriamento no milho super doce, houve diferença na presença ou não da palha. Foi constatado que 80 minutos é o tempo adequado estimado a fim de alcançar a temperatura de estabilização de espigas de milho super doce, com palha; e que 70 minutos foi o tempo demandado por espigas de milho verde super doce, sem palha.

Independentemente da presença ou não da palha do milho super doce, a temperatura de estabilização ficou em torno de 2,5°C.

Na determinação do tempo de hidrorresfriamento de milho dentado, houve diferença na presença ou não da palha. Foi constatado que 90 minutos é o tempo demandado até se atingir a temperatura de estabilização de espigas de milho verde dentado, com palha; e 80 minutos em espigas de milho verde dentado, sem palha.

Não houve diferença na temperatura de estabilização, permanecendo em torno de 2,5°C, independentemente da presença ou não da palha.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2013. Anuário da Agricultura Brasileira. Informe Econômico/FNP. South America. São Paulo, 2013.

ÁLVARES, V.S. **Efeito do pré-resfriamento, uso de embalagens e da rehidratação na conservação pós-colheita de salsa.** 2006. 161 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ÁLVARES, V.S., FINGER, F. L., SANTOS, R. C. A., SILVA, J. R., CASALI, V.W.D., Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 5, n. 2, p. 31-34, 2007.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. **International Communications in Heat and Mass Transfer**, v. 29, n. 2, p.165-174, 2002.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CENCI, S. A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In; NASCIMENTO NETO, F. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar.** 1ª Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006, p.67-80.

CORTEZ, L. A. B.; VIGNEAULT, C.; CASTRO, L. R. **Método de resfriamento rápido por água gelada.** In: Cortez, L. A. B. et. al. (ed.) **Resfriamento de frutas e hortaliças.** Embrapa Hortaliças. pg. 274-281, 2002b.

FINGER, F. L. Anotações de sala de aula. 2010.

FINGER, F.L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P.R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p.1565-1569, 1999.

FRANÇA, C. F. M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidrosfriamento**. 2011. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

GOLOB P.; FARRELL G.; ORCHARD J.E. **Postharvest science and technology, principles and practices**, vol. 1, Blackwell Science, p.554, 2002.

KALBASI-ASHTARI, A. Effects of post-harvest pre-cooling processes and cyclical heat treatment on the physico-chemical properties of “Red Haven Peaches” and “Shahmavch Pears” during cold storage. **Agricultural Engineering International: the CIGR Journal of Scientific Research and Development**, Florida, v.6, 2004.

KAYS, SJ. **Postharvest Physiology of perishable plant products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

MORETTI, C. L. & HENZ, G. P. **Manuseio pós-colheita de milho doce**. In: PEREIRA FILHO. O cultivo do milho verde. Brasília: Embrapa, 2003.

OLIVEIRA, L. S. **Efeito do hidrosfriamento e hidratação na conservação pós-colheita de folhas de coentro (*Coriandrum sativum* L.)**. 2012. 51 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo do milho-verde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 204p.

PRANGE, R.K. **Postharvest cooling of horticultural crops**. Production technology report. Kentville, NS: Agriculture and Agri-Food Canada, Research Station, 1994. B4N1J5.

SAWAZAKI, E.; GALVAO, J. C. C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. . Milho Doce: Instruções Técnicas. In: Fahl, J. I.; Camargo, M. B. P.; Pizzinato, M. A.; Betti, J. A.; Melo, A. M. T.; De Maria, I. C.; Furlani, A. M. C. (Org.). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6^a ed. Campinas: Instituto Agronômico, v. 1, p. 40-41. 1998.

TERUEL, B.; CORTEZ, L.; NEVES, L. Estudo comparativo do resfriamento de laranja Valência em três sistemas de resfriamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 481-486, 2002.

THOMPSON, J. F.; MITCHELL, F. G.; KASMIRE, R. F. Cooling Horticultural Commodities (p.97-112). In: KADER, A. A. Postharvest Technology of Horticultural crops. Third edition. University of California Agriculture and Natural Resources. 2002.

VIGNEAULT, C.; CORTEZ, L. A. B. **Método de resfriamento rápido com gelo**. In: Cortez, L. A. B. et. al. (ed.) Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliças, p. 284-310, 2002.

WILLS, R.; MCGLASSOM, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: and introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4^a ed. New York: CAB International, 1998.

CAPÍTULO 2

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESPIGAS DE MILHO VERDE SUBMETIDAS AO HIDRORRESFRIAMENTO

1. INTRODUÇÃO

O consumidor de produtos hortícolas tem grande apreço pela qualidade e, no momento da compra, os critérios utilizados na avaliação e mensuração da qualidade consistem, principalmente, em observar a aparência: características tais como a cor, o aroma, a textura, o frescor aparente, a ausência de defeitos e contaminações.

Considerando a aparência dentre os principais atributos considerados pelo mercado consumidor, a perda de aparência implica em perda pós-colheita. Portanto, a aparência do produto influencia os índices de perda pós-colheita, considerados altos no Brasil.

Em grande parte dos produtos hortícolas há alta perecibilidade. Nas hortaliças altamente perecíveis, é necessário o consumo imediato ou técnicas de conservação pós-colheita tais como a manutenção do produto em baixas temperaturas e em atmosfera modificada e controlada, com a finalidade de reduzir a atividade metabólica, prolongando assim a vida pós-colheita (FINGER *et al.*, 1999).

O milho verde é bastante suscetível à perda de água, o que pode ser agravado pelo inadequado manejo da temperatura e da umidade do ar nos locais de armazenamento, acarretando diminuição do tempo de prateleira e oneração do custo final desses produtos até o consumidor. A perda de água está associada, em geral, às perdas quantitativas e qualitativas dos produtos hortícolas, que, por transpirem muito, iniciam rápido processo de desidratação.

A área de superfície do produto e o gradiente de pressão de vapor entre o espaço intercelular do tecido são fatores de grande importância e impacto na taxa de perda de água, bem como a qualidade do ar ao redor da sala de armazenamento (LAURIN *et al.*, 2005). Daí a importância de ser controlada a umidade relativa durante o transporte e o armazenamento (GAMA *et al.*, 1991).

Ao contribuir na retirada de calor, o hidrorresfriamento atua nos processos metabólicos do tecido vegetal, pois a temperatura está entre os principais fatores que influenciam o metabolismo. A retirada de calor está relacionada, no caso das hortaliças, a diminuição nas taxas de respiração e transpiração, o que resulta em maior qualidade

(BROSNAN e SUN, 2001). As altas taxas respiratórias implicam em rápida perda de substrato.

Ao produzir menos calor por ter diminuída a taxa de respiração, os frutos e hortaliças passam a transpirar menos, e assim, desidratam em menor intensidade: ou seja, a diminuição das taxas de respiração tem influência direta no processo de perda de umidade, que é processo físico, assim como a perda de peso.

O teor relativo de água da hortaliça, em geral, é 90% do peso total da hortaliça. No caso do milho verde, os teores de água também são altos, em torno de 70% a 80% (MAGALHÃES *et al.*, 2003).

Na colheita, é encerrado o processo de “reposição” natural do órgão vegetal e é iniciado o processo de perda de umidade, decorrente de o tecido continuar com processos de respiração e transpiração. Ocorre, na sequência, rápido processo de desidratação, e a hortaliça começa rapidamente a perder peso, e a gastar suas reservas de energias, perdendo assim, substrato.

Constantes perdas na turgescência e mudanças de textura causam o murchamento e o enrugamento de frutos e hortaliças, que são os primeiros sinais de excessiva perda de água. Essas alterações, que depreciam o valor comercial dos produtos, guardam estreita relação com a temperatura e a umidade do local de armazenamento (FINGER e VIEIRA, 1997; FINGER *et al.*, 2008).

As técnicas de pré-resfriamento, ao contribuírem na redução das taxas respiratórias, conseqüentemente contribuem na perda de água mais gradual e lenta, já que proporcionam maior conservação dos teores de água, e assim, necessariamente, do peso.

Cada vez mais o consumidor prioriza produtos embalados em bandejas envolvidas em filme de PVC esticado. É percebido também no mercado de milho verde, que tem demandado o produto *in natura* e descascado (PEREIRA FILHO & CRUZ, 2003). Em muitos supermercados, principalmente nos grandes centros, o milho verde é comercializado sem a palha, embalado em bandeja de isopor coberta por filme de PVC, e mantido em balcões refrigerados.

Entretanto, a maior parte dos produtos comercializados no país, principalmente em mercados e feiras livres, ainda é exposta da forma que é colhida, sem embalagem, e a

venda ocorre com o produto exposto em temperatura ambiente. Agregado a esta realidade a prática, ainda comum no Brasil, de apalpar o produto. Neste contexto, a palha do milho funciona como embalagem natural, como recurso higiênico, evitando o contato direto das mãos dos clientes com os grãos da espiga.

As folhas-bandeira e os pedúnculos longos demais aumentam a taxa de respiração da espiga colhida, assim como também o faz a palha. As folhas-bandeira e os pedúnculos longos são retirados no asseio das espigas logo após a colheita, visando justamente diminuir a perda de umidade, e buscando maior “padronização” de aparência das espigas, levando em consideração as preferências da indústria, e do mercado. Embora a palha também aumente a taxa de respiração da espiga, a retirada, isoladamente, não é suficiente em mudar o nível de classificação da taxa respiratória do milho-verde que, com ou sem palha, é classificada como “extremamente alta” (superior a 100mg CO₂/kg/h).

A taxa de senescência é determinada por diversos fatores, tais como o cultivar, a maturidade das folhas na colheita, a temperatura de armazenamento, a composição atmosférica e o período de duração do armazenamento. “A senescência natural é iniciada em folhas presas como parte do desenvolvimento normal da planta ou como uma resposta inata às condições externas de estresse. Durante o armazenamento pós-colheita, as folhas destacadas passam pelo processo acelerado de senescência.” (ÁLVARES, 2005); do mesmo modo a palha do milho.

O potencial de conservação do milho verde é aproximadamente dois dias após a colheita. Vale ressaltar que frequentemente este tempo é inferior ao tempo médio entre a colheita e a mesa do consumidor.

A alta perecibilidade implica em limitado período de armazenamento, que está relacionado com o rápido processo de senescência do produto. A rápida senescência compromete o tempo de prateleira, ou seja, o tempo em que o produto permanece aceitável durante o seu armazenamento e exposição, em qualquer condição, por todos os critérios limitantes (BROSNAN e SUN, 2001).

O objetivo deste trabalho foi identificar a influência do hidrorresfriamento na conservação pós-colheita de espigas de milho verde das cultivares de grãos super doce e

dentado, armazenadas em duas temperaturas (22°C e 5°C) e duas formas de acondicionamento (com palha e sem filme de PVC; e sem palha, com filme de PVC).

2. MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares de milho utilizadas foram o híbrido duplo, AG 1051 de grãos dentados e a variedade BR400, de grãos super doce, ambas recomendadas na produção de milho verde. O plantio ocorreu no dia 21 de dezembro de 2011.

O plantio foi realizado no município de Coimbra, situado em Minas Gerais, Brasil (latitude 20°51'24" sul; longitude 42°48'10" oeste; altitude de 720 m). A adubação e os tratamentos culturais seguiram as recomendações técnicas visando à produção de milho verde.

A colheita foi manual e ocorreu no período da manhã (entre 5 e 6 horas), em 3 de março de 2012 (o milho super doce) e em 22 de março (milho dentado), tendo os grãos umidade média de 76% e 74%, respectivamente. Após a colheita, as espigas foram selecionadas (sendo retiradas as espigas com danos externos aparentes, tais como podridões, brocas ou lesões), armazenadas em caixa de isopor, e imediatamente transportadas ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (a aproximadamente 15 km da área do plantio).

Em cada cultivar (dentado e super doce) foram testados oito (8) tratamentos, e em cada tratamento foram avaliadas quatro (4) repetições, com três (3) espigas cada.

Os tratamentos foram:

T1 = sem hidrorresfriamento, com palha, a 22° C.

T2 = sem hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 22 °C.

T3 = com hidrorresfriamento, com palha, a 22° C.

T4 = com hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 22° C.

T5 = sem hidrorresfriamento, com palha, a 5° C.

T6 = sem hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 5° C.

T7 = com hidrorresfriamento, com palha, a 5° C.

T8 = com hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 5° C.

O hidrorresfriamento foi realizado com a temperatura da água à 1°C e as espigas foram submetidas aos seguintes tempos de hidrorresfriamento: milho super doce com palha 80 minutos; milho super doce sem palha 70 minutos; milho dentado com palha 90 minutos; e milho dentado sem palha 80 minutos.

A avaliação da vida de prateleira e longevidade tomou como referência a “escala de avaliação de perda de peso de grãos” (FIGURA 1), proposta por BRAZ (2002), que vai de 1 a 5, sendo que a escala (1) representa 0% de perda, a (2) 7% de perda, a (3) 14% de perda, a (4) 40% de perda, e a (5) 75% de perda.

Foi adotada a escala 3 (Figura 1) como critério visual de descarte, concomitantemente ao critério visual de perda da coloração da palha, e também o odor. O descarte, nos resultados e discussão está representado por traço – ou --.

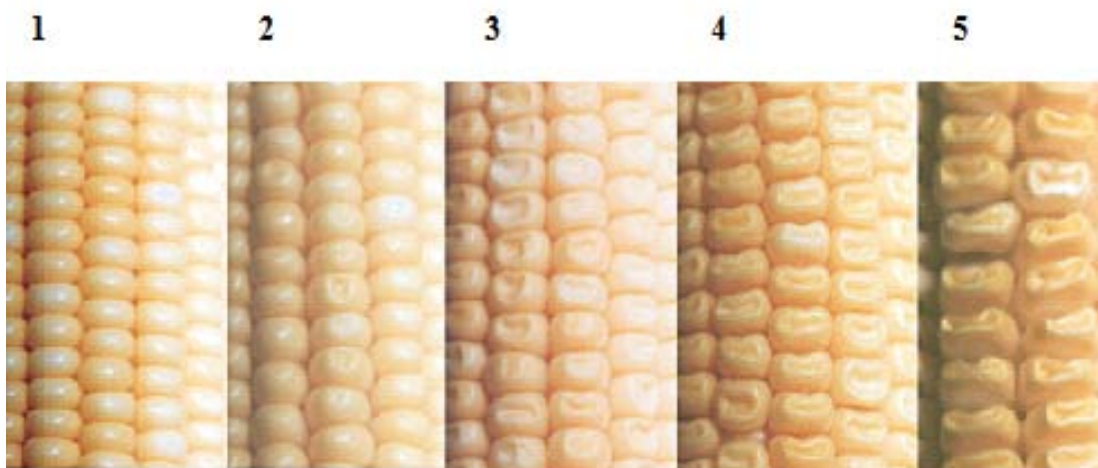


Figura 1. Escala de murcamento referente à porcentagem de perda de peso, utilizada como critério de descarte dos tratamentos: (1)- 0% de perda; (2)- 7% de perda; (3)- 14 % perda; (4) – 40 % de perda; (5) – 75 % de perda (BRAZ, 2002).

2.1 - Perda de massa fresca

Durante o armazenamento foi avaliada a perda de massa fresca das espigas, que foram pesadas no dia da colheita e aos 4, 7, 14 dias após a colheita, e no caso do milho dentado também aos 18 dias de armazenamento. Foi estimada a perda de massa fresca em relação à massa fresca inicial das espigas, por tratamento:

$$PMF = ((MFI - MFF) \times 100) / MFI$$

em que:

PMF = perda de massa fresca (%)

MFI = massa fresca inicial (g)

MFF = massa fresca final (g)

Os dados foram transformados em perda de massa acumulada (%).

Concomitantemente, foi avaliado o impacto da perda de massa fresca na aparência visual das espigas, quanto ao murchamento dos grãos, pois a perda de massa fresca guarda relação direta com o murchamento dos grãos e com a textura da espigas.

2.2 – Teor de clorofila da palha

O teor de clorofila das palhas foi avaliado durante o armazenamento, no dia da colheita e aos 4, 7, 14 dias após a colheita, e no caso do milho dentado também aos 18 dias de armazenamento, por meio da utilização do equipamento Chlorophyll meter (SPAD - 502). Foram tomados três pontos aleatórios na palha e em seguida foi calculada a média dos pontos.

2.3 – Teor relativo de água da palha

O teor relativo de água (TRA) da palha foi avaliado no dia da colheita e aos 4, 7, 14 dias após a colheita, e no caso do milho dentado também aos 18 dias de armazenamento, por tratamento. Foi coletado manualmente e por espiga uma amostra fresca da palha, de no mínimo 1g cortados em pequenos discos (11 mm de diâmetro) das

palhas externas, medianas e internas. Inicialmente, as seções de amostras foram pesadas e obtida a massa fresca (F). Em seguida, as mesmas seções foram hidratadas em espuma de poliuretano de 2 cm de espessura. A espuma, em recipiente, foi umedecida periodicamente com água destilada, evitando o ressecamento, até o final do experimento. As seções das folhas foram mantidas em hidratação na espuma até a estabilização de seu peso túrgido (máxima hidratação). O peso túrgido de cada seção foi anotado a cada intervalo de uma (1) hora, até sua estabilização, obtendo a massa túrgida (T). Na sequência, a massa seca (W) por secagem em estufa com fluxo de ar forçado, a 70 °C, até massa constante. Foi calculado o teor relativo de água, conforme descrito por CATSKY (1974), com a equação citada por WEATHERLEY (1950):

$$\text{Teor relativo de água} = ((F - W)/(T - W)) \times 100$$

em que:

F = peso de massa fresca (g);

W = peso de massa seca (g) e

T = peso de massa túrgida (g).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Milho super doce

3.1.1 - Perda de massa fresca

O milho super doce foi bastante suscetível à perda de massa fresca. As espigas de milhos com palha sem hidrorresfriamento (T1) e com hidrorresfriamento (T5) tiveram maior perda de massa fresca quando comparadas aos demais tratamentos. Quando as espigas foram submetidas ao hidrorresfriamento parte da água pode ter ficado retida na palha, sendo a causa de T3 ter alta perda de massa fresca tanto quanto o T1. Os tratamentos T2 e T4 recobertos com PVC tiveram reduzida perda de massa fresca ao longo do armazenamento (Figura 2).

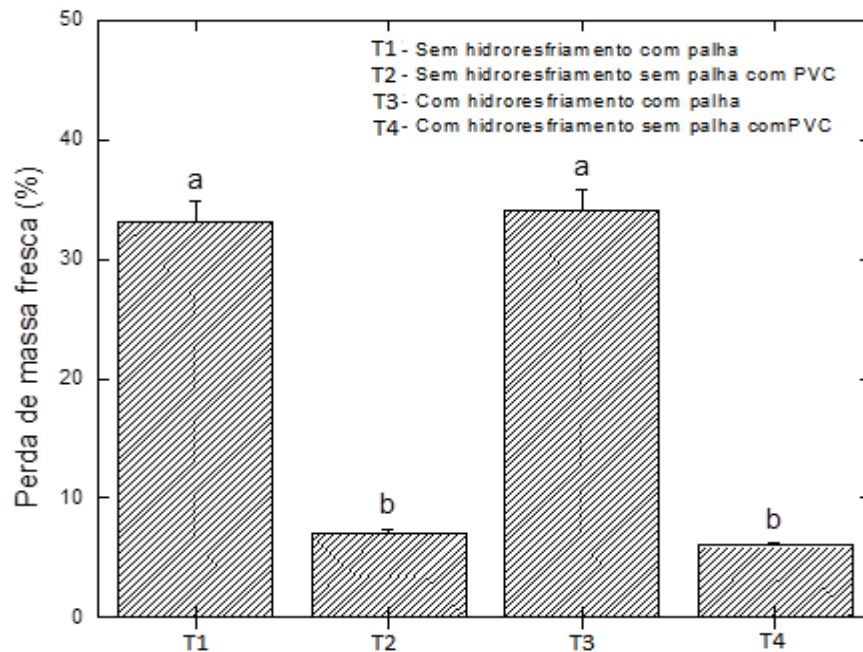


Figura 2- Perda de massa fresca acumulada em espigas de milho super doce submetidas ao armazenamento à 22°C, com e sem hidrorresfriamento e analisadas aos 0 e 4 dias após a colheita.

O resultado obtido pode ser explicado em função de que os filmes plásticos utilizados no recobrimento das espigas podem reduzir a perda de água, ou seja, formam a atmosfera modificada que reduz a permeabilidade de vapor de água pelo filme e gera a atmosfera saturada de vapor de água que reduz a perda de água das espigas. A atmosfera modificada também é alternativa de redução da atividade respiratória (ARAÚJO *et al.*, 2006) do milho (Figura 2) e (Figura 3).

A perda de massa fresca das espigas de milho aumentou em função do tempo de armazenamento (Figura 3). A perda de água é maior durante os primeiros dias de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2006).

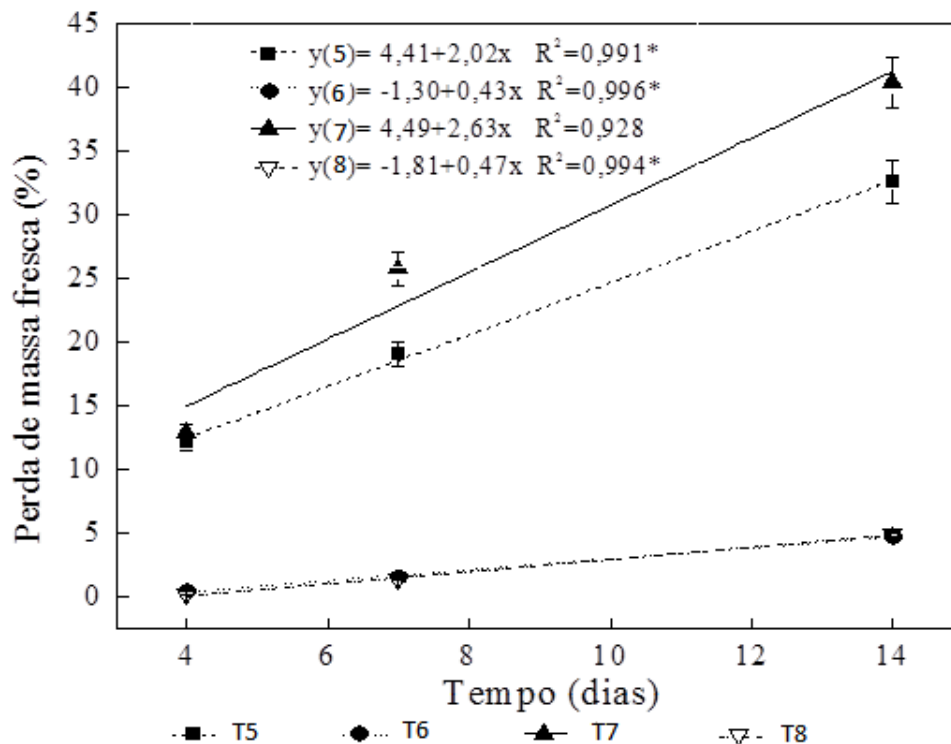


Figura 3 – Perda de massa fresca de espigas de milho super doce submetidas ao armazenamento a 5°C por 14 dias. **T5**: sem hidrorresfriamento, com palha; **T6**: sem hidrorresfriamento, sem palha, com PVC; **T7**: com hidrorresfriamento, com palha; **T8**: com hidrorresfriamento, sem palha, com PVC.

As espigas de milho com palha submetidas ao hidrorresfriamento e armazenadas a temperatura de 5°C tiveram maior perda de massa fresca quando comparadas aos demais tratamentos. No hidrorresfriamento, parte da água pode ter ficado retida na palha, resultando em alta perda de massa fresca. Já as espigas de milhos recobertas com PVC tiveram menor perda de massa fresca em comparação aos demais tratamentos. O PVC gera a atmosfera modificada, que reduz a perda de água, a taxa respiratória e consequentemente a perda de massa.

3.1.2 – Teor de clorofila da palha

Durante o armazenamento a 22°C, nas espigas de milho verde super doce submetidas ao hidrorresfriamento (T3) houve, até o 4º dia de armazenamento, queda no teor de clorofila (SPAD) da palha de 44,16%, ou 6,8 unidades SPAD, enquanto nas espigas não hidrorresfriadas (T1) houve queda de 50%, ou 7,6 unidades SPAD (Tabela 1).

Tabela 1 - Teor de clorofila (SPAD) da palha de espigas de milho verde super doce submetidas ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0 e 4 dias após a colheita

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1 - sem hidrorresfriamento, com palha	15,3 Aa	7,6 Ba
T3 - com hidrorresfriamento, com palha	15,3 Aa	8,6 Ba
CV%		13,42

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, a 5% de probabilidade pelo teste F, não diferem entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Independentemente do hidrorresfriamento, o índice de queda nos teores de clorofila durante o armazenamento à 22°C foi alto. Embora sem diferença estatística entre os tratamentos, o tratamento hidrorresfriado (T3) obteve uma (1) unidade SPAD a mais, o que visualmente, corresponde à espiga com a palha menos amarelada. Na

percepção do consumidor, o verde da palha está associado à idéia de produto novo, e portanto, é atributo de aparência.

Durante o armazenamento a 5°C, nas espigas de milho verde super doce sem hidrorresfriamento (T5) houve pequena queda no teor de clorofila da palha até o 4º dia (0,1 unidade SPAD), seguido do aumento de 17,57% (ou 1,3 unidade SPAD) entre o 4º e o 7º dia, e acrescido de 1,15% (ou 0,1 unidade SPAD) até o 14º dia, de forma que o total observado durante os 14 dias totais de armazenamento teve acréscimo de 17,33%, (ou 1,3 unidade SPAD). Nas espigas submetidas ao hidrorresfriamento (T7) houve até o 4º dia de armazenamento, a queda de 34% (ou 3 unidades SPAD), seguida de um aumento brusco de 91,07% (ou 5,1 unidades SPAD) entre o 4º e o 7º dia, e a queda de 28,97% (ou 3,1 unidades SPAD) entre o 7º e o 14º dia, perfazendo no total a queda de 11,63% (ou 1 unidade SPAD), durante os 14 dias de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 2 - Teor de clorofila (SPAD) da palha de espigas de milho verde super doce submetidas ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias após a colheita

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5 – sem hidrorresfriamento, C/palha	8,1Aa	7,7Aa	8,7Aa	8,8Aa
T7 – com hidrorresfriamento, C/palha	8,1Aa	5,6Ba	10,7Aa	7,4Ab
CV%		42,13	18,03	46,46

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, pelo teste F a 5% de probabilidade, ou uma mesma letra maiúscula na linha, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, não diferem entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

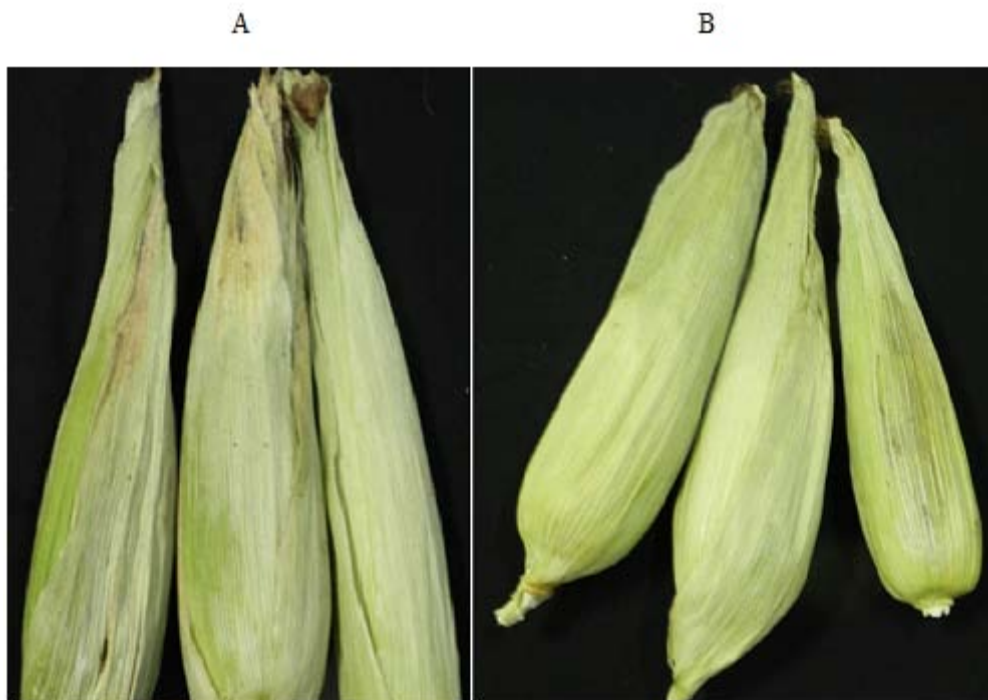


FIGURA 4. Milho super doce, tratamento (A) T5- Sem hidrorresfriamento C/palha e (B)T7- Com hidrorresfriamento C/palha a 5°C, no 14º dia

Houve influência do hidrorresfriamento no processo de degradação da clorofila da palha de milho de espigas armazenadas a 5°C (Figura 4).

Maiores índices de queda no TRA da palha (Tabela 4) das espigas hidrorresfriadas T7 a 5°C, sobretudo nos primeiros 4 dias de armazenamento, provavelmente contribuiu na concentração dos teores de clorofila (Tabela 2), ou seja, não ocorreu aumento do teor de clorofila, apenas maior perda de umidade que acarretou concentração, se comparado com o teor de clorofila inicial, ou ainda, se comparado com o teor de clorofila do tratamento sem hidrorresfriamento, e com menor perda de umidade.

Em pesquisa com folhas de coentro, OLIVEIRA, (2012) constatou que o hidrorresfriamento ocasionou degradação de clorofila. Já ÁLVARES *et al.*, (2007) em experimento com folhas de salsa, não observou influência na degradação de clorofila por parte nem do hidrorresfriamento, nem da temperatura de armazenamento a 5°C. FRANÇA, (2011) constatou que não ocorreu influência do hidrorresfriamento, independentemente do armazenamento refrigerado ou não, na coloração verde das folhas de alface da variedade ‘Vitória de Santo Antão’.

3.1.3 – Teor relativo de água da palha (TRA)

Nas espigas sem hidrorresfriamento - T1 houve queda de 34,6% no TRA, enquanto nas espigas submetidas ao hidrorresfriamento houve queda de 33,42% (Tabela 3), ou seja, 34% de perda de umidade, que causa grande impacto na aparência do produto, e no valor de mercado, pois o consumidor associa a umidade da palha ao frescor do produto.

Tabela 3 – Teor relativo de água (%) da palha de espigas de milho verde super doce submetidas ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, e 4 dias após a colheita

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1 – sem hidrorresfriamento, com palha	76,3Aa	49,9Ba
T3 – com hidrorresfriamento, com palha	76,3Aa	50,8Ba
CV%		3,74

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

O teor relativo de água da palha de espigas de milho verde super doce, armazenadas à temperatura de 22°C, por 4 dias, foi, diferentemente do esperado, muito semelhante, tanto estatisticamente, como também visualmente. Antes do experimento, era esperado que o hidrorresfriamento contribuiria na manutenção da umidade da palha, o que não foi constatado possivelmente em função do alto índice de perda de água acarretado pela alta temperatura de armazenamento.

FRANÇA, 2010, também não encontrou diferença significativa no TRA de alface submetido ao hidrorresfriamento e armazenado a 22°C (Tabela 3).

Durante o armazenamento a 5°C, nas espigas de milho verde super doce sem hidrorresfriamento- T5 houve, até o 4º dia, queda no TRA de 9,31%, seguida de queda de 9,25% entre o 4º e 7º dia, e de 19,11% entre o 7º e 14º dia, o que representa durante os 14 dias a perda de 33,42%. Nas espigas submetidas ao hidrorresfriamento- T7 houve, nos primeiros 4 dias, a perda de 13,24% na umidade, seguida da perda de 15,56%

verificada entre o 4^o e o 7^o dia, e de 17,35% entre o 7^o e o 14^o dia, totalizando, durante os 14 dias de armazenamento, a perda de 39,45% no teor relativo de água da palha (Tabela 4).

Tabela 4 - Teor relativo de água (%) da palha de espigas de milho verde super doce submetidas ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias após a colheita

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5 - sem hidrorresfriamento, com palha	76,3Aa	69,2Ba	62,8Ca	50,8Da
T7 - com hidrorresfriamento, com palha	76,3Aa	66,2Ba	55,9Cb	46,2Db
CV%		3,6	6,4	5,6

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, pelo teste F a 5% de probabilidade, ou uma mesma letra maiúscula na linha, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, não diferem entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Vale aqui ressaltar que a perda percebida nos 14 dias de armazenamento a 5°C (Tabela 4) é menor do que a perda de apenas 4 dias de armazenamento a 22°C (Tabela 3), nas espigas que não foram submetidas ao hidrorresfriamento, e pouco superior nas espigas submetidas ao hidrorresfriamento, o que mostra grande influência da temperatura de armazenamento na conservação dos teores relativos de água da palha.

3.2 – Milho dentado

3.2.1 – Perda de massa fresca

A análise de variância revelou interação entre tratamento e tempo de armazenamento do milho armazenado a 5°C. Estes resultados indicam que a perda de massa fresca depende da condição e do tempo de armazenamento que o milho está sendo submetido (Tabela 6). No entanto, nas espigas de milho armazenadas a 22°C não houve o mesmo comportamento e somente houve efeito significativo no fator tratamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Perda de massa fresca (%) de espigas de milho verde dentado submetidas ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, analisados aos 0, 4 e 7 dias após a colheita.

Tratamentos	Dias após a colheita	
	4	7
T1 – S/hidrorresfriamento, com palha	30,23Aa	-
T2 - S/hidrorresfriamento, S/palha,c/PVC	2,48Ab	10,3Aa
T3– C/hidrorresfriamento, com palha	31,3Aa	-
T4 - C/hidrorresfriamento, S/palha,c/PVC	2,59Ab	11,26Aa
CV%	28,7	7,71

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, ou maiúscula na linha, pelo teste F a 5% de probabilidade, não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas na coluna referem-se aos tratamentos.

A perda de massa fresca de espigas de milho armazenadas a 22°C (tabela 5) e 5°C (Tabela 6) aumentou em função do tempo de armazenamento. O principal fator responsável pela perda de massa durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a transpiração, que está diretamente relacionada com a respiração do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2006). Perdas na ordem de 3% a 6% causam marcante declínio na qualidade de frutos e hortaliças (CHITARRA & CHITARRA, 2006).

Tabela 6 – Perda de massa fresca (%) em espigas milho verde dentado submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, e analisados aos 0, 4, 7, 14 e 18 dias após a colheita

Tratamentos	Dias após a colheita			
	4	7	14	18
T5 – S/hidrorresfriamento, com palha	10,6 a	-	-	-
T6 – S/hidrorresfriamento, S/palha, c/PVC	0,8Db	2,0Cb	3,5Ba	3,9Aa
T7 – C/hidrorresfriamento, com palha	11,03Ba	17,92Aa	-	-
T8 – C/hidrorresfriamento, S/palha, c/PVC	0,9Db	2,17Cb	3,7Ba	4,6Aa
CV%	24,8	33,1	5,6	12,3

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas na coluna referem-se aos tratamentos.

Nos tratamentos sem hidrorresfriamento e com hidrorresfriamento recobertos com PVC armazenados por 4 e 7 dias a temperatura de 22 °C (Tabela 5) e 5°C (Tabela 6) houve menor perda de massa fresca em comparação aos demais tratamentos. Isto ocorreu porque o PVC forma atmosfera modificada, que pode reduzir a respiração e aumentar a concentração de vapor de água no interior da embalagem reduzindo a perda de água das espigas.

O armazenamento de espigas a temperatura de 5°C proporcionou aumento no tempo de conservação (18 dias) e menor perda de massa fresca quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 6).

Espigas de milho verde com palha submetidas ao hidrorresfriamento aos 7 dias de armazenamento tiveram maior perda de massa fresca, pois há maior retenção de água na palha quando comparado as espigas sem empalhamento e com o uso de PVC (Tabela 6).

Os tratamentos T2 e T4 foram descartados no 7º dia, por causa do forte odor aparentando início de processo de fermentação, e não pelo critério perda de massa fresca (escala de murchamento BRAZ, 2002 – Figura 1).

MARCOS *et al* (1999) em trabalho com milho dentado observou que a embalagem de PVC, somente quando associada a refrigeração, contribuiu na conservação do produto.

O Tratamento T5 (Tabela 6) foi descartado no 4º dia pelo critério aparência da palha, e não pelo critério perda de massa fresca (escala de murchamento BRAZ, 2002 – Figura 1).

3.2.2 - Teor de clorofila da palha

Durante o armazenamento a 22°C (Tabela 7), nas espigas de milho verde dentado submetidas ao hidrorresfriamento - T3 houve, até o 4º dia de armazenamento, queda no teor de clorofila (SPAD) da palha de 42,94% (ou 6,87 unidades SPAD), enquanto nas espigas não hidrorresfriadas -T1 houve queda de 79,81% (ou 12,37 unidades SPAD).

Tabela 7 - Teor de clorofila (SPAD) da palha de espigas de milho verde híbrido dentado submetidas ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0 e 4 dias.

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	15,8Aa	3,13Bb
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	15,8Aa	9,13Ba
CV%		43

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

O hidrorresfriamento contribuiu na diminuição dos índices de queda do teor de clorofila da palha de espigas de milho verde dentado armazenadas a 22°C, que foi 36,87% (ou 6 unidades SPAD) inferior ao percebido na espiga que não foi submetida ao hidrorresfriamento. Houve impacto importante na aparência, pois influenciou, visualmente, na coloração mais esverdeada, característica associada pelo consumidor ao produto mais novo. O índice de queda nos teores de clorofila da palha, no armazenamento à 22°C foi alto (Tabela 7) mesmo nas espigas hidrorresfriadas, o que mostra que a temperatura de armazenamento exerceu influência no processo de degradação da clorofila, pois a queda observada no armazenamento a 5°C não foi tão intensa (Tabela 8).

Tabela 8 - Teor de clorofila (SPAD) da palha de espigas de milho verde híbrido dentado submetidas ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento por 0, 4 e 7 dias.

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	15Aa	9,12Bb	-
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	15Aa	6,73Bb	6,12Bb
CV%		17,16	11,68

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, a 5% de probabilidade pelo teste F, ou uma mesma letra maiúscula na linha, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Durante o armazenamento a 5°C, nas espigas de milho verde dentado sem hidrorresfriamento -T5 houve, até o 4º dia de armazenamento, queda no teor de clorofila (SPAD) da palha de 37,53% (ou 5,4 unidades SPAD), enquanto nas espigas hidrorresfriadas T7 houve queda, também até o 4º dia, de 56,44% (ou 8,72 unidades SPAD), seguida de queda de 9,06% (ou 0,61 unidade SPAD) ocorrida entre o 4º e o 7º dia (Tabela 7), totalizando, no período de 7 dias, a queda de 60,39% (ou 9,33 unidades SPAD) (Tabela 8).

3.2.3 – Teor relativo de água da palha

Durante quatro dias de armazenamento, em todos os tratamentos, com ou sem hidrorresfriamento, houve perdas significativas nos teores relativos de água, em comparação ao dia da colheita (Tabela 9).

O hidrorresfriamento contribuiu com menores índices de desidratação da palha de espigas de milho dentado, a 22°C (Tabela 9).

Tabela 9 - Teor relativo de água (%) da palha de espigas de milho verde dentado submetidas ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0 e 4 dias.

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	73,9Aa	51,6Bb
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	73,9Aa	54,3Ba
CV%		

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste F. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No armazenamento a 5°C, houve diferença significativa entre o dia da colheita, o 4º dia e o sétimo dia, com queda nos teores relativos de água da palha. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas a maior hidratação da palha possibilitou que o tratamento hidrorresfriado suportasse o armazenamento por sete dias, enquanto o tratamento sem hidrorresfriamento somente suportou quatro dias de armazenamento, mesmo a 5°C (Tabela 10).

Tabela 10 - Teor relativo de água (%) da palha de espigas de milho verde híbrido dentado submetidas ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4 e 7 dias.

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	73,9Aa	62,7Ba	-
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	73,9Aa	64,8Ba	60,5Cb
CV%		2,16	0,98

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, a 5% de probabilidade pelo teste F, ou uma mesma letra maiúscula na linha, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, não diferem estatisticamente entre si. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

4 – CONCLUSÕES

- O armazenamento da espiga sem palha, acondicionada em embalagem de isopor recoberta com PVC, independentemente do hidrorresfriamento e da temperatura de armazenamento, contribuiu com o menor índice de perda de massa fresca, em espigas de milho super doce e em espigas de milho dentado.
- O hidrorresfriamento contribuiu na redução do índice de queda do teor de clorofila da palha de espigas de milho verde dentado armazenadas a 22°C, mas o mesmo não ocorreu quando armazenadas a 5°C.
- O hidrorresfriamento contribuiu com menores índices de desidratação da palha de espigas de milho dentado armazenadas a 22°C.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁLVARES, V.S., FINGER, F. L., SANTOS, R. C. A., SILVA, J. R., CASALI, V.W.D., Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves **Journal of Food, Agriculture & Environment** v. 2, p.31-34, 2007.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; STRANGER, M. C.; MATTOS, L. M. 2012. Quantificação não destrutiva do conteúdo de clorofilas em folhas de milho através do método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, n.30, p.1693-1697.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; SANGOI, L.; ZANARDI, O. Z.; MIQUELOTO, A.; SCHWEITZER, C. Quantificação de clorofilas em folhas de milho através de métodos ópticos não destrutivos. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, p.39-50, 2010.

ARAÚJO, J.M.M. Eficiência do hidroresfriamento na qualidade pós-colheita de melão cantaloupe. Dissertação, Mossoró, 2006, 58p.

BRAZ, R. F. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde em função do cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento. 2002. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), UFV, Viçosa.

BRAZ, R. F.; GALVÃO, J.C.C.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G.V.; PUIATTI, M.; ALMEIDA, A. A. Perda de peso pós-colheita de espigas de milho-verde em função de diferentes formas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.139-144, 2006.

BROSNAN, T.; SUN, DA-WEN. Precooling techniques and applications for horticultural products – a review. **International Journal of Refrigeration**, v. 24, p. 154-170, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. 1ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. Qualidade pós-colheita de tomate de mesa utilizando ceras comestíveis a temperatura ambiente. 2004. In: http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/226_word.pdf.

DIAS, L. A. & BARROS, W. S. *Biometria Experimental*. Viçosa: Suprema, 2009.

FINGER, F. L., ÁLVARES, V.S., SILVA, J. R., CALESTINE, C., CASALI, V.W.D., Influence of postharvest water replacement on shelf life of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture & Environment** v.6, n.2, p. 116-118, 2008.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 1997. 29p. (Caderno didático, 19).

GAMA, F.S.N. da; MANICA, I.; KIST H.G.K. & ACCORSI, M.R. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá amarelo armazenado em condições de refrigeração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 26, p. 305-310, 1991.

LAURIN, É., NUNES, M.C.N., BRECH, J.K., ÉMOND, J.-P. Vapor pressure deficit and water loss patterns during simulated air shipment and storage of beita alpha cucumbers. **Acta Horticulturae**. n.682, p. 1697-1703, 2005.

LEME, A. C. Avaliação e armazenamento de híbridos de milho verde visando à produção de pamonha. (dissertação de mestrado). Piracicaba, 2007. In: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis>

PINHO, L.; PAES, M. C. D.; GLÓRIA, M. B. A.; ALMEIDA, A. C. Análise colorimétrica de cultivares de milho verde produzidos em sistemas de cultivo orgânico e

convencional. 2008. In:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35967/1/Analise-colorimetrica.pdf>

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v.5, p.159-161, 2007.

SAWAZAKI, E.; GALVAO, J. C. C.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. . Milho Doce: Instruções Técnicas. In: Fahl, J. I.; Camargo, M. B. P.; Pizzinato, M. A.; Betti, J. A.; Melo, A. M. T.; De Maria, I. C.; Furlani, A. M. C. (Org.). Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 6^a ed. Campinas: Instituto Agrônômico, v. 1, p. 40-41. 1998.

UDDLING, J.; GELANG-ALFREDSSON, J.; PHKKI, K.; PLEIJEL. Evaluating the relationship between leaf chlorophyll meter readings. **Journal Photosynthesis Research**.n. 91, p. 37-46, 2007.

CAPÍTULO 3

ALTERAÇÕES PÓS-COLHEITA DE CARBOIDRATOS EM GRÃOS DE MILHO VERDE HIDRORRESFRIADOS

1. INTRODUÇÃO

A principal função dos açúcares, tanto nas plantas quanto na alimentação humana é o fornecimento de energia. Nas plantas, podem ser estocados como reserva de energia, podem ser utilizados na atividade metabólica, ou podem atuar como açúcares de transporte. Os açúcares de transporte são utilizados como substrato na respiração e metabolizados em polímeros de reserva e em compostos necessários ao crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2006). Também têm função estrutural, pois participam da arquitetura corporal dos seres vivos.

São substâncias sintetizadas pelos organismos vivos clorofilados com a energia solar. Na síntese de carboidratos há liberação de oxigênio com CO_2 e H_2O . A energia armazenada nessas moléculas de açúcar pode ser utilizada posteriormente impulsionando processos celulares na planta e servindo como fonte de energia a todas as formas de vida e manutenção do organismo vivo.

Os açúcares podem ser classificados em monossacarídeos (ribose, glicose e frutose), dissacarídeos (sacarose, maltose e lactose) e polissacarídeos (celulose e amido).

Os monossacarídeos e dissacarídeos são fontes de carbono na biossíntese de outros compostos e na produção de energia nos tecidos vegetais. Em frutas, tanto climatéricas como não-climatéricas, na forma livre ou combinada, contribuem nas características do “flavor”, por serem responsáveis pela doçura. Além desses açúcares classificados como simples, outros estão presentes, em menor proporção, como ramnose, fucose, arabinose, galactose, xilose, ribose, manose (açúcares neutros), porém, como componentes de polímeros das paredes celulares. O teor médio dos principais açúcares simples das frutas varia entre 5% e 10%. A concentração aumenta com a maturação das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos. No milho verde ocorre de modo diferente, pois a maturação promove degradação da sacarose, com rápida conversão em amido, no milho dentado. Em hortaliças, em geral, a concentração de açúcares simples é baixa e varia entre 2% e 5%. O milho super doce verde, dentre as hortaliças, é exceção, pois no momento da colheita contém teores de açúcares em torno de 25%.

Os açúcares redutores possuem um radical aldeído livre ou grupo cetona (que tem H-C=O) e por oxidação, doam elétrons. Todos os monossacarídeos são açúcares redutores. A frutose é redutora, e a glicose, quando seu grupo aldeído está livre, também é redutora. Quando não está livre, a glicose possui ação não redutora. Açúcares redutores, como glicose e frutose, contêm um aldeído ou grupo cetona exposto. No açúcar não-redutor, como a sacarose, o grupo cetona ou aldeído é reduzido a um álcool ou combinado com um grupo semelhante em outro açúcar (TAIZ & ZEIGER, 2006).

Os açúcares não redutores são menos reativos que os redutores. Podem ter atividade redutora por meio de hidrólise (quebra dos grupamentos que estão interligados). A sacarose é um exemplo de açúcar não redutor. Os açúcares são translocados no floema na forma não-redutora.

Os açúcares redutores podem alterar os alimentos rapidamente, comparados aos não redutores. Os açúcares redutores e não redutores constituem os açúcares solúveis totais (SILVA *et al*, 2003).

O amido, polissacarídeo composto por unidades de glicose unidas por ligações α -1,4 e α -1,6, glicosídicas, funciona como reserva estável e insolúvel de carboidratos, na maioria das plantas. Assim como a sacarose, é sintetizado a partir da triose fosfato gerada pelo ciclo de Calvin. A síntese do amido acontece no cloroplasto e a síntese da sacarose ocorre no citosol. Ambas constituem processos competidores (TAIZ & ZEIGER, 2006). O amido é abundante em raízes, tubérculos e em alguns frutos, na forma de grânulos presentes nos amiloplastos. É encontrado em proporção elevada em algumas frutas climatéricas imaturas, sendo hidrolisado a glicose com a evolução da maturação, servindo como substrato respiratório.

Tanto nas plantas, como nos animais, a respiração aeróbica é o principal modo de degradação dos carboidratos. Por meio do processo oxidativo os monossacarídeos são fosforilados e transformados em ácido pirúvico. Deste modo as células vivas utilizam suas reservas metabólicas como fonte de carbono na síntese de novos compostos e produzem energia química necessária aos tecidos em crescimento ou à sua manutenção. Os principais substratos utilizados são carboidratos e ácidos orgânicos com produção de moléculas simples (CO₂ e H₂O), produção de energia e de outras moléculas que podem ser usadas pelas células nas reações de síntese. Parte da energia é utilizada biologicamente e a remanescente é dissipada na forma de calor.

Essas reações metabólicas são essenciais por manterem a organização celular e a integridade das membranas nas células vivas.

Na fisiologia do milho, os açúcares desempenham grande importância. No estágio V10 é iniciado o rápido crescimento da planta de milho, com acúmulo de massa e nutrientes, até os estádios de reprodução. Cerca de quinze dias após a polinização (estádio R3 ou grão leitoso) é iniciada a transformação dos açúcares (provenientes da translocação de fotoassimilados) em amido. Ocorre rápido acúmulo de matéria seca (MAGALHÃES & DURÃES, 2003). No milho comum, o teor de água diminui enquanto a quantidade de amido aumenta. Esta fase é importantíssima quando há finalidade de consumo do milho verde, pois a umidade do grão é aproximadamente 80%, o que significa época da colheita.

A composição do milho está diretamente associada ao sabor, aroma e textura, características muito valorizadas pelo mercado consumidor de milho-verde. Quanto mais açúcar e menos amido, mais adocicado e macio o milho.

Os açúcares são fundamentais na vida animal, pois constituem a principal fonte de energia, sendo não só indispensáveis, mas vitais. Embora também os lipídios e as proteínas forneçam energia, a energia oferecida pelos açúcares é mais rápida.

O objetivo deste trabalho é quantificar açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores, e amido de grãos de milho verde super doce e dentado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as cultivares de milho híbrido duplo, AG 1051 de grãos dentados e a variedade BR400, de grãos super doce, recomendadas no plantio de milho verde. O plantio ocorreu no dia 21 de dezembro de 2011 e foi realizado no município de Coimbra, situado em Minas Gerais, Brasil (latitude 20°51'24" sul; longitude 42°48'10" oeste; altitude de 720 m). A adubação e os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas visando à produção de milho verde.

A colheita ocorreu manualmente no período da manhã (entre 5 e 6 horas), e foi realizada em 3 de março de 2012 (milho super doce) e em 22 de março (milho dentado) na fase de grãos leitosos, apresentando umidade média de 76% e 74%, respectivamente. Após a colheita, as espigas foram selecionadas (sendo retiradas as espigas que apresentaram danos externos aparentes, tais como podridões, brocas ou machucaduras), armazenadas em caixa de isopor, e imediatamente transportadas ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (a aproximadamente 15 km da área do plantio).

Em cada cultivar (dentado e super doce) foram testados oito (8) tratamentos, quatro (4) repetições, tendo três (3) espigas cada.

Os tratamentos foram:

T1 = sem hidrorresfriamento, com palha, a 22° C.

T2 = sem hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 22 °C.

T3 = com hidrorresfriamento, com palha, a 22° C.

T4 = com hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 22° C.

T5 = sem hidrorresfriamento, com palha, a 5° C.

T6 = sem hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 5° C.

T7 = com hidrorresfriamento, com palha, a 5° C.

T8 = com hidrorresfriamento, sem palha (bandeja de isopor coberta por filme de PVC), a 5° C.

A temperatura da água utilizada no hidrorresfriamento foi 1°C. O tempo utilizado no hidrorresfriamento foi: milho super doce com palha 80 minutos; milho super doce sem palha 70 minutos; milho dentado com palha 90 minutos; e milho dentado sem palha 80 minutos.

O critério de descarte foi a “escala de avaliação de perda de peso de grãos” (FIGURA 1), proposta por BRAZ (2002), que vai de 1 a 5, sendo que a escala (1) representa 0% de perda, a (2) 7% de perda, a (3) 14% de perda, a (4) 40% de perda, e a (5) 75% de perda.

Foi adotada a escala 3 (Figura 1) como critério visual de descarte, concomitantemente ao critério visual de perda da coloração da palha, e também o odor. O descarte nos resultados e discussão vem representado por um traço – ou --.

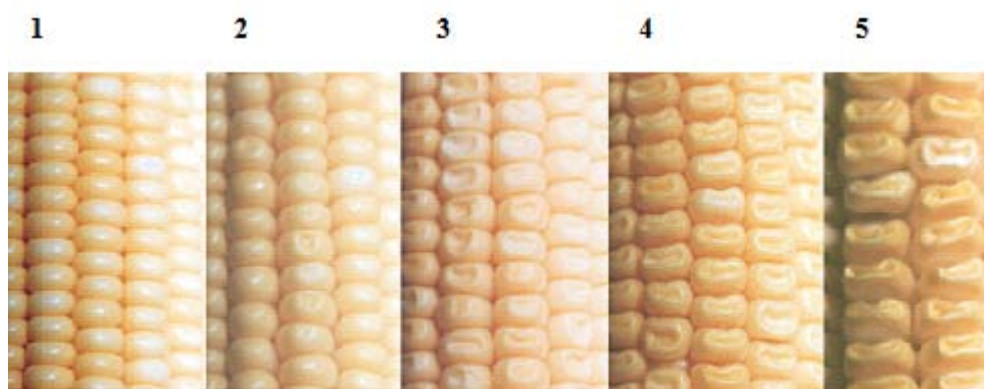


Figura 1. Escala de murchamento referente à porcentagem de perda de peso, utilizada como critério de descarte dos tratamentos: (1)- 0% de perda; (2)- 7% de perda; (3)- 14 % perda; (4) – 40 % de perda; (5) – 75 % de perda BRAZ, 2002).

As análises foram realizadas no dia da colheita e aos 4, 7, 14 dias após a colheita, e no caso do milho dentado também aos 18 dias de armazenamento.

3.1 Teores de açúcares solúveis totais

Foram pesados 5g de grãos de milho (em cada repetição), e adicionado etanol 80% fervente por 30 minutos, e, após, foi armazenado sob refrigeração a 5°C. Posteriormente, para a extração, as amostras foram trituradas em um triturador Polytron até homogeneização, e centrifugadas por 10 minutos a 2000 rotações por minuto (rpm). O sobrenadante foi filtrado em papel filtro, e a solução foi completada

com etanol 80% até o volume de 5ml. Na sequência, a solução foi agitada e posteriormente deixada em repouso por 10 minutos. A solução foi submetida aos procedimentos de centrifugação, filtragem, complemento com etanol, agitação e repouso por três vezes ou até não estarem mais turvas. O volume de cada amostra, após todas as lavagens, foi completado com etanol 80% até a maior quantidade obtida (que neste experimento foi 26ml). O extrato obtido foi armazenado em geladeira em recipientes de vidro tampados e vedados com filme PVC até posterior quantificação do teor de açúcares solúveis totais e redutores. O resíduo retido no papel filtro foi secado em estufa a 65°C por no mínimo 72 horas para a quantificação do teor de amido.

Na quantificação dos açúcares solúveis totais foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956). Foram feitos os testes de diluição de acordo com a curva padrão de açúcares solúveis totais, utilizando soluções de sacarose de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$. A partir do valor de absorbância, e após as devidas correções das diluições, o resultado foi expresso em %TESC (Total 80% Ethanol-Soluble Carbohydrate) da matéria fresca.

3.2 - Teores de açúcares redutores e não redutores

A determinação dos açúcares redutores foi realizada pelo método de Somogy-Nelson (NELSON, 1944) sendo utilizado o mesmo extrato alcoólico obtido na quantificação dos açúcares solúveis totais.

Os açúcares não redutores (ANR) foram estimados por subtração do teor de açúcares redutores do teor de açúcares solúveis totais, ambos expressos em %TESC (Total 80% Ethanol-Soluble Carbohydrate) na matéria fresca.

3.3 - Teores de amido

O teor de amido foi calculado por meio do resíduo obtido pela extração dos açúcares solúveis totais após secagem por 72h à temperatura de 65°C mediante metodologia descrita por McCREADY *et al.*, (1950).

Após secagem, as amostras foram maceradas em cadinho e pesadas. Foi separado 1g de amostra, para lavagem em 3,25ml de ácido perclórico 52% e 2,5ml de água desionizada. As amostras foram agitadas em vortex, e deixadas em repouso por

30 minutos. Na sequência, as amostras foram centrifugadas por 15 minutos, a 2000 rpm. O sobrenadante foi filtrado em papel filtro. O processo de lavagem no ácido perclórico 52% (3,25ml) e água desionizada (2,5ml), agitação, repouso, centrifugação e filtragem foi repetido por mais duas vezes, ou até que o conteúdo não estivesse mais turvo. O volume combinado após as lavagens foi completado até 25ml (que foi a maior quantidade obtida). O extrato obtido foi armazenado em geladeira em recipientes de vidro tampados e vedados com filme PVC até posterior quantificação.

Na quantificação do amido foi empregado o método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956). Foram feitos os testes de diluição de acordo com a curva padrão de açúcares solúveis totais, utilizando soluções de sacarose de 0, 10, 20, 30, 40 e 50 $\mu\text{g mL}^{-1}$. O resultado foi multiplicado pelo fator 0,9.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Milho super doce

3.1.1 – Açúcares solúveis

No armazenamento a 22°C, os teores de açúcares solúveis totais no 4º dia de armazenamento, diferiram significativamente quando comparados ao dia 0. Ainda no quarto dia, comparando os tratamentos, houve diferença significativa (Tabela 1).

Tabela 1 – Teores de açúcares solúveis totais (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0 e 4 dias

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	23,61Aa	12,54Bb
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	23,61Aa	10,58Bc
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	23,61Aa	14,29Ba
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	23,61Aa	14,06Ba
CV%		12,3

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Em todos os tratamentos houve altas taxas de degradação de açúcares totais, em função da temperatura (22°C) de armazenamento. Os tratamentos que mantiveram maiores teores de açúcares foram: T3- com hidrorresfriamento com palha e T4- com hidrorresfriamento sem palha com PVC, com decréscimo de 30,47% e 40,45% respectivamente, seguido do tratamento T1- sem hidrorresfriamento com palha, que perdeu 46,89% de açúcares solúveis totais. O tratamento com maior perda nos teores de açúcares solúveis foi o T2- sem hidrorresfriamento sem palha com PVC, com queda de 55,19%. O hidrorresfriamento contribuiu com menor índice de queda nos teores de açúcares solúveis em espigas de milho super doce, armazenadas por quatro dias a 22°C (Tabela 1).

A 5°C, houve diferença significativa entre os dias de armazenamento e entre os tratamentos. Analisando os dias de armazenamento, o tratamento mais eficiente em reduzir perdas nos teores de açúcares solúveis totais, tanto aos quatro quanto aos sete dias, foi o T5- sem hidrorresfriamento e com palha, com perdas de 24,02% e 12,15%, respectivamente. O hidrorresfriamento contribuiu na redução do índice de perda identificada após o 7º dia e até o 14º dia (segunda semana) tanto no tratamento com palha T7 com perda de 6,57%, como no tratamento sem palha e com PVC T8, com perda de apenas 3,9% (Tabela 2).

Tabela 2 – Teores de açúcares solúveis totais (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	23,61Aa	17,94B a	15,76C a	13,11D a
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	23,61Aa	15,87B b	12,27C b	11,38D b
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	23,61Aa	16,4B b	12,94C b	12,09C ab
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	23,61Aa	15,72B b	12,31C b	11,83C ab
CV%		5,84	11,70	7,12

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Durante os quatro primeiros dias de prateleira, em todos os tratamentos, ocorreu degradação da frutose e da glicose em milho super doce armazenados a 22°C (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre os tratamentos T2 e T3 e os demais tratamentos, quando comparado os tratamentos T4- com hidrorresfriamento sem palha com PVC e T1- sem hidrorresfriamento com palha. Houve queda de 31,96% em relação aos teores de açúcares redutores (Tabela 3). Não houve tendência consistente na influência do hidrorresfriamento, pois T2 causou efeitos iguais aos tratamentos hidrorresfriados. Em todos os tratamentos, houve redução da doçura, no armazenamento de espigas de milho verde super doce a 22°C (Tabela 3).

Tabela 3 – Teores de açúcares redutores (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento por 0 e 4 dias

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	3,35Aa	1,81Bb
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	3,35Aa	2,06Bab
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	3,35Aa	2,22B ab
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	3,35Aa	2,66Ba
CV%		21,82

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Nos primeiros quatro dias de armazenamento a 5°C, não houve diferença significativa nos teores de açúcares redutores nos tratamentos sem hidrorresfriamento T5 e T6. Nos tratamentos hidrorresfriados T7 e T8 ocorreram perdas significativas (Tabela 4), porém, não houve perdas quando o milho super doce foi armazenado a 22°C (tabela 3).

Tabela 4 – Teores de açúcares redutores (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	3,35Aa	2,65Aa	2,14Ba	1,96Ba
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	3,35Aa	3,16Aa	2,49Ba	0,9Cc
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	3,35Aa	2,0Bb	1,18Cb	1,35Cb
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	3,35Aa	2,6Ba	2,16BCa	1,84Ca
CV%		19,04	28,00	30,56

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Durante os quatro e sete primeiros dias de armazenamento apenas nas amostras do tratamento T8- com hidrorresfriamento com palha, não houve perdas

significativas de açúcares redutores. O tratamento T7- com hidrorresfriamento com palha, foi o único que diferiu significativamente entre os tratamentos, com perda de 41%, o que equivale a mais que o dobro da perda registrada pelo T5 e T8, e quase o dobro de T6 (Tabela 4). O hidrorresfriamento não influenciou a conservação dos açúcares redutores, a 5°C.

Aos 14 dias, nos tratamentos T5 e T8 os menores índices foram quanto às perdas nos teores de açúcares redutores na última semana, 8,41% e 14,81%, respectivamente, portanto, preservaram maior doçura. (Tabela 4). Todos os tratamentos com palha retiveram maior índice de açúcar redutor.

Embora seja percepção subjetiva, ao final dos 14 dias de armazenamento, apenas o tratamento T8 manteve o odor característico de milho verde, embora em nenhum dos tratamentos tenha havido odor repulsivo ou de álcool. O sabor adocicado ainda estava presente nos quatro tratamentos, embora em menor intensidade.

Considerando o período total de armazenamento, o tratamento T5 causou queda de 41,4%; no tratamento T6 a queda foi 73,13%; o tratamento T7 queda de 59,7% e no tratamento T8 foi 45,07% nos teores de açúcares redutores (Tabela 4). A diminuição dos teores de açúcares redutores ao longo do tempo de prateleira (Tabela 4) pode estar relacionada à subtração destes açúcares no processo respiratório, ou pode estar associada ao uso como substrato na síntese do amido (Tabela 8).

A 22°C, durante os quatro primeiros dias de armazenamento, em todos os tratamentos, ocorreu degradação significativa de sacarose (Tabela 5). As perdas foram altas, e nas amostras dos tratamentos ocorreram perdas superiores a 40%, sendo que o T2 registrou os mais altos índices de perdas nos teores de açúcares não redutores, com valores próximos a 60% de perda (Tabela 5).

Os tratamentos T1, T2 e T3 diferiram significativamente entre si, enquanto o tratamento T4 diferiu significativamente de T2 (Tabela 5). Os tratamentos hidrorresfriados T3 e T4 conservaram maiores teores de açúcares não redutores, com queda de 40,54% e 43,84%, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 – Teores de açúcares não-redutores (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento por 0 e 4 dias

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	20,3Aa	10,73Bb
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	20,3Aa	8,23Bc
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	20,3Aa	12,07Ba
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	20,3Aa	11,4Bab
CV%	14,82	21,82

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Em trabalho com milho verde dentado colhido na fase leitosa, LUENGO E CALBO (2001) observaram nos teores de sacarose quedas superiores a 30% por dia.

A queda inicial é alta nos primeiros 4 dias, e bem menor nos 10 dias seguintes. Nos primeiros quatro dias de armazenamento, a 5°C, houve diferença significativa nos teores de açúcares não redutores em todos os tratamentos, entre o dia da colheita e o 4º dia, bem como entre o 4º e o 7º dia. Na última semana, não houve diferença significativa nas perdas registradas durante o tempo de armazenamento nos tratamentos sem palha, com PVC (T6 e T8), e nos tratamentos T3 e T7, independentemente do hidrorresfriamento (Tabela 6).

Tabela 6 – Teores de açúcares não-redutores (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	20,3Aa	15,29Ba	13,62Ca	11,14Da
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	20,3Aa	12,71Bb	9,78Cc	10,49Ca
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	20,3Aa	14,41Ba	11,76Cb	10,74Da
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	20,3Aa	13,12Bb	10,15Cc	10,0Ca
CV%		8,15	14,67	6,63

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

O tratamento T5 não diferiu estatisticamente do tratamento T7, no 4º dia de armazenamento, e causou queda de 24,68%, seguida de queda de 10,92% aos sete dias, mais 18,21% aos quatorze dias, totalizando 45,12% no período (Tabela 6).

3.1.2 – Amido

No 4º dia de avaliação o tratamento T1, sem hidrorresfriamento e com palha, acumulou maiores teores de amido, o que pode ser explicado pelo empalhamento, que possivelmente manteve o calor interno do produto, acelerando a taxa de síntese e acúmulo de amido. Esse tratamento causou acúmulo de 25,32% de amido durante o período de análise, enquanto nos tratamentos 2, 5 e 6, no final do armazenamento, houve acúmulo de 19,83%, 17,11% e 12,72%, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7 – Teores de amido (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0 e 4 dias

Tratamentos	Dias após a colheita	
	0	4
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	16,81Ba	22,51Aa
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	16,81Ba	20,97Ab
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	16,81Ba	20,28Abc
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	16,81Ba	19,26Ac
CV%		6,28

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Em todos os tratamentos houve aumento significativo nos teores de amido. O hidrorresfriamento foi eficiente em reduzir a taxa de aumento do amido (Tabela 7).

A 5°C, houve aumento significativo do teor de amido em todos os tratamentos. Até o 4º dia, o hidrorresfriamento foi eficiente em reduzir a taxa de aumento do amido, provavelmente porque o hidrorresfriamento diminuiu a atividade das enzimas da rota biossintética ou da rota do amido (Tabela 8).

Tabela 8 – Teores de amido (%) em grãos de milho verde super doce submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7 e 14 dias

Tratamentos	Dias após a colheita			
	0	4	7	14
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	16,81Ca	21,08Ba	22,69Aa	21,57Bb
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	16,81Ca	21,42Ba	22,91Aa	23,8Aa
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	16,81Ca	18,03Cc	19,46Ba	20,93Ab
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	16,81Ca	19,91Bb	22,21Aa	23,02Aa
CV%		7,02	6,78	5,68

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No armazenamento a 5°C, as espigas de milho despalhadas, e embaladas com PVC, acumularam, durante 18 dias maiores teores de amido em relação aos grãos das espigas com palha, atingindo o acúmulo de amido no último dia de armazenamento de 23,41%, enquanto os grãos das espigas com palha atingiram 20,89% de teor de amido ao final do armazenamento. (Tabela 8), diferentemente do que ocorreu a 22°C (Tabela 7).

Marcos *et al.* (1999), avaliando o comportamento pós-colheita de espigas de milho verde dentado, quanto ao teor de amido, verificaram acréscimos de 25% no teor de amido ao manterem as espigas em temperatura ambiente (27°C) e acondicionadas com filme PVC, por 48 horas.

3.2 – Milho dentado

3.2.1 – Açúcares solúveis

Aos quatro dias de armazenamento, a 22°C, apenas o T1 causou queda significativa nos teores de açúcares solúveis totais com relação ao dia da colheita, nos demais tratamentos não houve queda significativa na conservação de açúcares solúveis totais (Tabela 9).

Tabela 9 – Teores de açúcares solúveis totais (%) em grãos de milho verde dentado submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4 e 7 dias

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	2,23Aa	1,43Ba	-
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	2,23Aa	1,93Aba	1,34Bb
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	2,23Aa	1,83Aa	-
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	2,23Aa	2,06Ab	1,91Aa
CV%		9,87	21,5

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Entre os tratamentos, não há diferença significativa entre o T1, o T2 e o T3. O T4 difere do T3 e do T1, sendo que o T4 causou queda de 7,62%, e o T3 e T1, queda de 17,94% e 35,87%, respectivamente (Tabela 9).

Aos sete dias de armazenamento, 22°C, o tratamento T4 conservou mais os teores de açúcares solúveis totais, comparado com o dia da colheita. Também entre os tratamentos, ao final do período, o T4 foi o mais eficiente. No período total, no T4 a perda foi 14,35%, e o T2 totalizou perda de 39,91% (Tabela 9).

O uso da embalagem com filme de PVC prolongou em três dias o tempo de vida de prateleira.

No armazenamento a 5°C, não houve diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos em nenhum momento do armazenamento. Entre os dias, houve diferença significativa a partir do 7º dia, mantendo constante após o 14º o dia. O

tratamento T8, no referido período, causou queda de 21,46 % nos teores de açúcares solúveis totais, e o T7% queda de 7,17% (Tabela 10).

Tabela 10 – Teores de açúcares solúveis totais (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento por 0, 4, 7, 14 e 18 dias.

Tratamentos	Dias após a colheita				
	0	4	7	14	18
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	2,23Aa	1,7Aa	-	-	-
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	2,23Aa	2,19Aa	1,72Aba	1,56Ba	1,47Ba
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	2,23Aa	2,07Aa	1,74Aa	-	-
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	2,23Aa	2,22Aa	2,14Aa	1,74Ba	1,36Ba
CV%		16,20	19,84	19,38	21,13

As médias seguidas de pelo as menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No armazenamento, a 22°C, de espigas de milho verde dentado, houve diferença significativa entre os tratamentos ao sete dias de armazenamento, quando T2 provocou a queda de 33% e T6 a queda de 59,5%. Também houve diferença significativa do T4 comparado a perda no quarto dia. O hidrorresfriamento não foi eficiente em manter os teores de açúcares redutores em grãos de milho verde dentado (Tabela 11).

Tabela 11– Teores de açúcares redutores (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento por 0, 4 e 7 dias

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	0,76Aa	0,57Aa	-
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	0,76Aa	0,51Aba	0,44Ba
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	0,76Aa	0,54Aa	-
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	0,76Aa	0,57Aa	0,23Bb
CV%		34,21	44,28

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No armazenamento a 5°C, aos quatro dias, os tratamentos T5, T6 e T7 houve perda significativa com relação ao dia da colheita. Não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 12).

Aos sete dias, o tratamento T7 causou perda significativa com relação ao quarto dia. O tratamento T8, que manteve mais doçura ao final de uma semana, diferiu significativamente dos demais, com o acréscimo de 17,39% (Tabela 12). Este acréscimo pode ser decorrente de processos metabólicos de degradação de sacarose, em frutose e glicose (Tabela 12) e (Tabela 14).

Tabela 12 – Teores de açúcares redutores (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7, 14 e 18 dias

Tratamentos	Dias após a colheita				
	0	4	7	14	18
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	0,76Aa	0,45Ba	-	-	-
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	0,76Aa	0,5BCa	0,47Cb	0,53BCa	0,82Aa
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	0,76Aa	0,55Ba	0,33Cb	-	-
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	0,76Aa	0,69Aba	0,81Aa	0,62Aba	0,35Bb
CV%		26,35	45,75	32,11	

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Aos quatorze dias, nenhum tratamento causou alteração significativa comparada ao sétimo dia, e também não diferiram significativamente entre si (Tabela 12).

Aos 18 dias de armazenamento, os dois tratamentos foram efetivos significativamente, tanto com relação ao 14º dia, como entre tratamentos. Entre o 14º dia e o 18º dia, o tratamento T6 acrescentou, significativamente, 54,72%, indicando degradação da sacarose. Aos 18 dias de armazenamento, o T6 foi o tratamento mais eficiente. Houve queda nos teores de açúcares redutores de 43,55%. Durante todo o período de armazenamento, o T6 acrescentou 7,89% e o T8 diminuiu 53,95%, porém não houve queda significativa até o 18º dia (Tabela 12).

No armazenamento a 22°C, aos quatro dias, não ocorreu alteração significativa nos teores de açúcares não-redutores de milho verde dentado, tanto com relação ao dia da colheita, como na comparação entre tratamentos (Tabela 13).

Tabela 13 – Teores de açúcares não-redutores (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento por 0, 4 e 7 dias

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	1,47Aa	0,86Aa	-
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	1,47Aa	1,42Aba	0,9Bb
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	1,47Aa	1,29Aa	-
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	1,47Aa	1,49Aa	1,68Aa
CV%		10,85	33,01

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No sétimo dia, o tratamento T2 provocou perdas significativas (36,62%), em comparação com os 3,4% do quarto dia (Tabela 13). Após o tratamento T4 não houve perda significativa durante os dias de armazenamento. Houve diferença significativa entre os tratamentos. O hidrorresfriamento não exerceu influência na conservação dos teores de sacarose em espigas de milho verde dentado, nos milhos sem palha, embalados com filme de PVC (Tabela 13).

Não houve diferença entre os tratamentos, durante os 18 dias de armazenamento, na conservação dos teores de açúcares não-redutores de espigas de milho verde dentado AG1051, armazenadas a 5°C. Aos 18 dias, houve diferença significativa no tratamento T6, na comparação entre os dias de armazenamento, pois aos 14 dias a queda foi 17,6%, e aos 18 dias, foi 36,89%, totalizando durante os dezoito dias de armazenamento, 55,78% (Tabela 14). Neste caso o hidrorresfriamento não teve efeito sobre a conservação dos níveis de açúcar nos milhos sem palha. (Tabela 14), como ocorrido a 22°C (Tabela 13).

Tabela 14 – Teores de açúcares não-redutores (%) em grãos de milho verde dentado submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4, 7, 14 e 18 dias

Tratamentos	Dias após a colheita				
	0	4	7	14	18
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	1,47Aa	1,27Aa	-	-	-
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	1,47Aa	1,69Aa	1,25Aba	1,03Aba	0,65Ba
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	1,47Aa	1,53Aa	1,41Aa	-	-
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	1,47Aa	1,54Aa	1,34Aa	1,12Aa	1,01Aa
CV%		22,27	24,87	32,76	48,58

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou uma mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

A diminuição da síntese de sacarose pode desencadear aumento no nível de trioses fosfato e redução Pi no citoplasma, desviando carbono ao processo de síntese de amido. Assim, pode ocorrer influência indireta da taxa de formação da sacarose, na taxa de formação do amido (HUBER & ISRAEL, 1982).

O hidrorresfriamento não exerceu influência na conservação dos teores de sacarose em espigas de milho verde dentado, no armazenamento a 5°C (Tabela 14).

3.2.2 – Amido

Os grãos das espigas sem hidrorresfriamento acumularam 4,86% mais amido que os grãos das espigas com hidrorresfriamento, no 4º dia de análise (Tabela 15).

No entanto, as espigas despalhadas alcançaram 7 dias de armazenamento, sendo o teor de amido acumulado pelas espigas sem hidrorresfriamento significativamente maior que o acumulado pelas espigas hidrorresfriadas, no sétimo dia de análise (Tabela 15).

Tabela 15 – Teores de amido (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 22°C, com e sem hidrorresfriamento, por 0, 4 e 7 dias

Tratamentos	Dias após a colheita		
	0	4	7
T1- S/hidrorresfriamento C/palha	59,63Aa	66,23Ab	-
T2- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	59,63Ca	68,4Ba	70,84Aa
T3- C/hidrorresfriamento C/palha	59,63Ba	63,01Ad	-
T4- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	59,63Ca	65,26Bc	69,32Ab
CV%		3,11	1,5

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna, ou maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

Nas espigas sem palha o aumento no teor de amido foi significativo ao longo dos dias de armazenamento. Ocorrendo o maior acúmulo nas espigas sem hidrorresfriamento, com valor de 15,82%, enquanto as espigas com hidrorresfriamento acumularam 13,97% de amido durante os sete dias de armazenamento (Tabela 15).

Quando armazenados a 5° C (tabela 16), as espigas armazenadas sem hidrorresfriamento e com palha tiveram menor período de armazenamento, 4 dias, com acúmulo do teor de amido de 17,38%. As espigas com palha e com hidrorresfriamento permaneceram até o 7° dia de armazenamento, com o acúmulo no teor de amido de 11,48% no 7° dia, significativamente superior aos dias anteriores.

Tabela 16 – Teores de amido (%) em grãos de milho verde híbrido dentado submetidos ao armazenamento a 5°C, com e sem hidrorresfriamento por 0, 4, 7, 14 e 18 dias

Tratamentos	Dias após a colheita				
	0	4	7	14	18
T5- S/hidrorresfriamento C/palha	59,63Ba	72,18Aa	-	-	-
T6- S/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	59,63Da	70,8Ca	72,14Ca	76,07Ba	78,2Aa
T7- C/hidrorresfriamento C/palha	59,63Ca	64,68Bb	67,37Ab	-	-
T8- C/hidrorresfriamento S/palha C/PVC	59,63Ea	66,07Db	70,6Ca	75,11Ba	77,12Ab
CV%		5,02	3,12	1,2	0,99

As médias seguidas de uma mesma letra minúscula na coluna, ou maiúscula na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas na linha referem-se aos dias e letras minúsculas nas colunas referem-se aos tratamentos.

No entanto, as espigas despalhadas e embaladas em filme de PVC atingiram maior conservação, 18 dias de armazenamento, independente do hidrorresfriamento. Neste contexto, o hidrorresfriamento influenciou uma menor taxa de acúmulo de amido (Tabela 16).

Nos grãos das espigas sem hidrorresfriamento, sem palha e com filme PVC, houve acúmulo de amido ao final do armazenamento de 23,74%, enquanto que as espigas com hidrorresfriamento, sem palha e com filme PVC acumularam 22,67% de amido durante os 18 dias de armazenamento, ambos significativamente superiores aos demais dias, mas diferentes entre si (Tabela 16).

Marcos *et al.* (1999), avaliando o acúmulo de amido nos grãos de espigas do híbrido AG 1051 acondicionadas em filme PVC, verificaram que o armazenamento com refrigeração não conteve a taxa metabólica do milho-verde e que a permeabilidade desse filme é baixa, restringindo a passagem de O₂ e a saída de CO₂. Isto pode ter levado a alterações no metabolismo do milho-verde, passando à via anaeróbica e resultando em maiores taxas de acúmulo de amido.

Também em pesquisa com milho dentado, BRAZ *et al.*, 2008 verificou que a embalagem com filme de PVC, mesmo a 5°C, não diminui a taxa de acúmulo de amido.

4 – CONCLUSÕES

Em grãos de milho super doce, o hidrorresfriamento contribuiu com menor índice de queda nos teores de açúcares solúveis totais, armazenadas por quatro dias a 22°C; contribuiu na redução do índice de perda de açúcares solúveis totais identificado após o 7^o dia e até o 14^o dia tanto no tratamento com palha como no tratamento sem palha e embalado com filme PVC, em grãos de milho de grãos super doce, a 5°C; contribuiu com menor taxa de queda na conservação dos teores de açúcares não redutores, em grãos de milho super doce, a 22°C; reduziu a taxa de aumento do amido em grãos de milho super doce armazenados a 22°C; e nos primeiros 4 dias, o hidrorresfriamento foi eficiente em reduzir a taxa de aumento do amido. Não houve tendência consistente na influência do hidrorresfriamento na conservação dos teores de açúcares redutores em grãos de milho super doce armazenados a 22°C, nem na conservação dos açúcares redutores em grãos de milho super doce armazenadas a 5°C. Não influenciou a conservação dos açúcares não redutores, em grãos de milho super doce, a 5°C,

O hidrorresfriamento causou, em grãos dentados, a menor taxa de acúmulo de amido em grãos de milho verde dentado, nos armazenamentos a 22°C e a 5°C; não influenciou conservação dos teores de açúcares solúveis totais em grãos de milho verde dentado, armazenados a 22°C e a 5°C; não manteve os teores de açúcares redutores em grãos de milho verde dentado, a 22°C; não exerceu influência na conservação dos teores de açúcares redutores em grãos dentados, a 5°C; nem na conservação dos teores de sacarose em espigas de milho verde dentado, nos milhos sem palha, embalados com filme de PVC, e armazenados a 22°C. O hidrorresfriamento não exerceu influência na conservação dos teores de sacarose em grãos de milho verde dentado, no armazenamento a 5°C.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAZ, R. F. Conservação pós-colheita de espigas de milho verde em função do cultivar, da temperatura e da forma de acondicionamento. 2002. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), UFV, Viçosa.

BRAZ, R. F.; GALVÃO, J.C.C.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G.V.; PUIATTI, M. Teor de amido em espigas de milho verde mantidas em diferentes condições de armazenamento. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.7, n.1. 2008.

BRAZ, R. F.; GALVÃO, J.C.C.; FINGER, F. L.; MIRANDA, G.V.; PUIATTI, M.; ALMEIDA, A. A. Perda de peso pós-colheita de espigas de milho-verde em função de diferentes formas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.1, p.139-144, 2006.

CANIATO, D. A.; GALVÃO, J. C. C.; FINGER, F. L.; PUIATTI, M.; OLIVEIRA, D. A.; FERREIRA, J. L. Quantificação de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e amido nos grãos verdes de cultivares de milho na colheita. **Ciência agrotec.**, Lavras, v.31, no6, p.1893-1896, Nov/dez, 2007.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. 1ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006.

CYRULIN, D. **A importância dos carboidratos**. In: www.minhavidacom.br/alimentação/matérias/4608-a-importancia-dos-carboidratos, consultora nutricionista Daniela Cyrulin. Acesso em 02/07/2012.

DIAS, L. A. & BARROS, W. S. *Biometria Experimental*. Viçosa: Suprema, 2009.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytic Chemistry**. v. 28, p. 350-356, 1956.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R. A.; SCAPIM, C. A.; MIRANDA, G. V.; REZENDE, L. M. Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.34, p.99-101, 2012.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays* L.) para a industrialização. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, n.2, p.93-103, 2007.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. Artmed: Porto Alegre, 2011.

McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; et al. Determination of starch and amylase in vegetables. **Analytic Chemistry**, v. 22, p. 1156-1158, 1950.

MAGALHÃES, P. C. & DURÃES, F. O. M. **Aspectos fisiológicos para o consumo como milho-verde**. In: PEREIRA FILHO, I. A. O cultivo de milho-verde. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2003.

MARCOS, S. K.; HONORIO, S. L.; JORGE, J. T.; AVELAR, J. A. A. Influência do resfriamento do ambiente armazenamento e da embalagem sobre o comportamento pós-colheita do milho verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, 1999.

NELSON, N. A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose. **J. Biology Chemistry**, v.135, p.136-75, 1944.

PAES, M. C. D. Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do grão de milho. Circular Técnica. EMBRAPA: Sete Lagoas, 2006.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, N. V.; ALCANFOR, J.X.; ASSIS, E. M.; ASQUIERI, E. R. **Comparison methods for the determination of reducers sugars and total in honey**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v. 23, n.3, 2003.

SOUSA, S. C. C.; SILVA, W. R.; FINGER, F. L.; GALVÃO, J. C. C. Conservação pós-colheita de milho verde como ferramenta de combate à perda de alimentos, desperdício e fome, e como opção de erradicação da pobreza. Resumo expandido. *In*: Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia 'Economia verde, sustentabilidade e erradicação da pobreza'. IFMG/MEC/MCT: Ouro Preto, 2012

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Artmed: Porto Alegre, 2006.

CONCLUSÕES GERAIS

Com embasamento nos resultados encontrados, conclui-se que:

- A temperatura de estabilização do milho verde é 2,5°C, alcançada aos 70 minutos em milho super doce sem palha, 80 minutos em milho super doce com palha, 80 minutos em milho dentado sem palha e 90 em milho dentado com palha.
- O armazenamento da espiga sem palha, acondicionada em embalagem de isopor recoberta com PVC, independentemente do hidrorresfriamento e da temperatura de armazenamento, contribuiu com o menor índice de perda de massa fresca, em espigas de milho super doce e em espigas de milho dentado.
- O hidrorresfriamento, a 22°C, contribuiu na redução do índice de queda no teor de clorofila da palha de milho super doce e dentado;
- O hidrorresfriamento, a 22°C contribui em menores índices de perdas do teor relativo de água.
- Na quantificação de carboidratos, a 22°C, em milho super doce, o hidrorresfriamento contribuiu com menores índices de perdas de açúcares solúveis totais;
- A 22°C, em milho super doce, o hidrorresfriamento contribuiu com menores índices de perdas de açúcares não redutores;
- O hidrorresfriamento, a 22°C, reduziu a taxa de aumento do amido, tanto em milho super doce como em milho dentado.
- A 5°C o hidrorresfriamento contribuiu na redução do índice de perda de açúcares solúveis totais identificado após o 7^o dia e até o 14^o dia em milhos de grãos super doce;

- O hidrorresfriamento contribuiu com menor taxa de acúmulo de amido em grãos de milho verde dentado;
- A temperatura de acondicionamento a 5°C e a embalagem com filme de PVC otimizaram os benefícios advindos do hidrorresfriamento no tocante à longevidade.
- É recomendada a utilização do hidrorresfriamento como técnica de conservação e qualidade pós-colheita de milho verde de grãos super doce e grãos dentados.