

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MODO DE CULTIVO E SANITIZAÇÃO NA PÓS-COLHEITA DE
REPOLHO HÍBRIDO 'FUYUTOYO'**

JOSIANE PEREIRA DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**MODO DE CULTIVO E SANITIZAÇÃO NA PÓS-COLHEITA DE
REPOLHO HÍBRIDO 'FUYUTOYO'**

JOSIANE PEREIRA DA SILVA

Orientadora: Prof^ª Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima
Coorientadora: Prof^ª Dr^a Romy Goto

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP
Fevereiro - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586m Silva, Josiane Pereira da, 1988-
Modo de cultivo e sanitização na pós-colheita de repolho híbrido 'Fuyutoyo' / Josiane Pereira da Silva. - Botucatu : [s.n.], 2013
xi, 85 f. : il., color., grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima
Co-orientador: Rummy Goto
Inclui bibliografia

1. Repolho - Cultivo. 2. Repolho - Pós colheita. 3. Alimentos - Aspectos higiênicos. 4. Alimentos - Análise. 5. *Brassica oleracea* var. *capitata*. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. III. Goto, Rummy. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: "MODO DE CULTIVO E SANITIZAÇÃO NA PÓS-COLHEITA DE
REPOLHO HÍBRIDO FUYUTOYO"**

ALUNA: JOSIANE PEREIRA DA SILVA

ORIENTADORA: PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
CO-ORIENTADORA: PROFª DRª RUMY GOTO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROF. DR. BEN-HUR MATTIUZ



PROFª DRª LUCIANA MANOEL DE OLIVEIRA

Data da Realização: 22 de fevereiro de 2013.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Josiane Pereira da Silva, filha de Antonio Santos Silva e Eldenira Pereira da Silva, nasceu em Abaetetuba/PA, em 25 de Outubro de 1988.

Em junho de 2011 graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia.

Durante os estudos de graduação foi bolsista PIBIC-CNPq.

Em julho de 2011 ingressou no curso de mestrado, na área de concentração de Produção Vegetal/Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP.

Durante os estudos de pós-graduação foi bolsista CAPES e bolsista FAPESP (processo-nº 2011/16291-9).

*Aos meus pais, Antonio Silva e Eldenira Silva, que nunca mediram esforços para dar uma bela educação aos seus filhos, mostrando o caminho certo a seguir, e esta foi a forma que tive para agradecer. **DEDICO***

*Aos meus irmãos Antonildo Silva e Kelliane Silva, minhas maravilhosas sobrinhas Andressa Silva e Lara Vieira, minha cunhada Elane Silva, minha tia Dulcenira Rodrigues, meu primo Fábio Rodrigues, que mesmo distante sempre me apoiaram nessa caminhada e ao meu amado noivo Paolo Silva, pela paciência, companheirismo, força, pelo amor e dedicação, TE AMO. **OFEREÇO***

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e força que me deu para seguir com meus objetivos.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Campus de Botucatu pela formação e oportunidade de concretizar o curso de mestrado em Agronomia/Horticultura.

Pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de mestrado, Processo nº 2011/16291-9.

À minha querida orientadora Profª Drª Giuseppina Lima, pela orientação e paciência, graças a Deus em minha vida sempre tive bons orientadores, você é um exemplo de pessoa, que oferece o que tem de melhor em um ser, a sabedoria, sem pedir nada em troca. Levarei comigo a certeza que tive, além de uma maravilhosa orientadora, uma grande amiga. OBRIGADA DE CORAÇÃO.

À minha amada coorientadora Profª Drª Romy Goto, que foi minha inspiração no período da graduação, que além de professora é amiga.

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela formação.

Ao meu eterno orientador Profº Dr Sergio Gusmão que me mostrou o caminho a seguir, me ensinando a ter paixão pelo que faço.

À todos os amigos da graduação, em especial aos companheiros: Diego Avelino, Carlos Eduardo, Giovane Couto, Vicente Filho, Cristiane Melo, Caroline Amaral, Tamiris Kempner e Vivian Farias, que fizeram grande diferença em minha vida, e mesmo distante sempre lembro nossos momentos felizes.

À minha querida e amada amiga Rafaelle Fazzi, que sempre esteve comigo, ajudando e incentivando. Só nós sabemos a dificuldade que tivemos para chegarmos até aqui. TE AMO AMIGA!

À todos do laboratório, em especial à Marizete Cavalcante, Natalia Reis, Mariana Lozano, Sérgio Marques, Luciana Manoel, Raquel Cavasini, Adelita Kupper e Kamila Monaco pela ajuda na implantação do projeto e nas análises do experimento.

À Luciana Borges, Alexandre Mansano, Willian Takata, pelo desenvolvimento da dissertação.

À nova família que formei em Botucatu, a família paraense: Hellen Siglia, Kelly Nunes, Ana Emília, Hugo Sales, Ana Karolina Ripardo, José Humberto e Guilherme Monteiro.

Aos novos amigos que formei em Botucatu, em especial: Ana Paula Paiva, Breno Araguaia, Alaine Moraes, Leandro Tadeu, Leysimar Pitzr e Wemerson Luiz.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XII
MODO DE CULTIVO E SANITIZAÇÃO NA PÓS-COLHEITA DE REPOLHO HÍBRIDO 'FUYUTOYO'	1
RESUMO	1
METHOD OF CULTURE AND SANITIZING IN POST-HARVEST OF CABBAGE HYBRID 'FUYUTOYO'	3
ABSTRACT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVO GERAL	8
2.1. Objetivos específicos	8
3. REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1. Caracterização da cultura	9
3.2. Sistemas de cultivo	10
3.3. Sanitização	14
3.3.1. Cloro	14
3.3.2. Ozônio	14
3.4. Refrigeração	16
4. REFERÊNCIAS	18
CAPÍTULO I	26
O USO DE ÁGUA OZONIZADA INFLUENCIA NAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE REPOLHOS ORGÂNICOS?	27
RESUMO	27
DOES OZONATED WATER INFLUENCED ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ORGANIC CABBAGES?	28
ABSTRACT	28
1. INTRODUÇÃO	29

2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1. Matéria-prima.....	31
2.2. Tratamentos com sanitizantes	31
2.3. Análises realizadas	32
2.4. Análises microbiológicas	34
2.5. Análises de resíduos organoclorados	34
2.6. Delineamento experimental e tratamentos	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4. REFERÊNCIAS	56
CAPÍTULO II	65
CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO NUTRICINAL DE REPOLHOS INFLUENCIADOS PELO MODO DE CULTIVO	66
RESUMO	66
BIOMETRICS CHARACTERISTICS AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF CABBAGE INFLUENCED BY CULTIVATION	67
ABSTRACT	67
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1. Matéria-prima.....	70
2.2. Análises nutricionais	73
2.3. Delineamento experimental e tratamentos	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	76
4. REFERÊNCIAS	82

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I.....	26
Tabela 1. Teor de fenóis (g/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	37
Tabela 2. Teor de flavonóides (mg/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	38
Tabela 3. Teor de ácido ascórbico (mg/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	41
Tabela 4. Teor de clorofila total (µg/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	43
Tabela 5. Teor de nitrato (PPM) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	45
Tabela 6. Teor de putrescina (µg/g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	47
Tabela 7. Teor de espermidina (µg/g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	48
Tabela 8. Teor de espermina (µg/g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	49
Tabela 9. Capacidade antioxidante (µm/g) de repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	52
Tabela 10. Análise de pesticida nas amostras de repolho orgânico e convencional. Botucatu, FCA- NESP, 2013.	54
Tabela 11. Análise microbiológica de <i>Salmonella</i> , Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Escherichia coli</i> . nas amostras de repolho orgânico e convencional. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	54
CAPÍTULO II.....	65

Tabela 1. Características físicas e químicas de água da área do sistema de cultivo orgânico e convencional. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	71
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	26
Figura 1. Tratamento com ozonização. A e B - Ozonizador utilizado para sanitizar os repolhos convencionais e orgânicos. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	32
CAPÍTULO II	65
Figura 1. Cultivo de repolho orgânico no campo. A - Repolhos em canteiros. B – Início da produção das cabeças de repolho. C. Fim do ciclo de cultivo. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	72
Figura 2. Cultivo de repolho convencional no campo. A - Repolhos em canteiros. B – Início da produção das cabeças de repolho. C. Fim do ciclo de cultivo. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	72
Figura 3: Características avaliadas em repolhos. A. Pesagem da cabeça. B. Diâmetro do caule. C. Diâmetro longitudinal da cabeça. D. Diâmetro transversal da cabeça. E. Contagem do número de folhas. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	73
Figura 4. Características de campo de repolho orgânico e convencional. Peso da cabeça (PC), diâmetro do caule (DC), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e número defolhas componentes da saia (NF). Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	76
Figura 5: Folha de repolho de cultivo convencional. A. Presença de <i>Xanthomonas campestris</i> . (em V). B. Folhas de repolho de cultivo orgânico sem a manifestação de doença. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	77
Figura 6. Teor de carboidrato em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	77
Figura 7. Teor de proteína em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	78
Figura 8. Teor de carotenóides em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.	79
Figura 9. Teor de fibra em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	80
Figura 10. Teor de lipídeo em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.....	81

MODO DE CULTIVO E SANITIZAÇÃO NA PÓS-COLHEITA DE REPOLHO HÍBRIDO 'FUYUTOYO'. Botucatu, 2013. 85p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: Josiane Pereira da Silva

Orientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima

Coorientadora: Rummy Goto

RESUMO

O repolho é uma hortaliça que se destaca como fonte de β -caroteno, vitamina C, fornece de vitaminas B1, B2, E e K, além de sais minerais. O mercado de produtos orgânicos vem crescendo muito nos últimos anos, sendo uma ótima alternativa para os pequenos agricultores, já que utiliza menor quantidade de insumos agrícolas e proporcionam alto valor agregado dos produtos, devido à preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis. Os compostos clorados são amplamente utilizados como sanitizantes, porém apresentam a desvantagem da formação de subprodutos (organoclorados). Por outro lado, o ozônio é considerado um sanitizante alternativo devido às suas características de instabilidade e não formação de subprodutos. O modo de cultivo, armazenamento, ambiente, assim como o clima influenciam nas qualidades nutricionais dos vegetais. O objetivo do capítulo I foi avaliar a influência de diferentes sistemas de cultivo e água ozonizada durante a pós colheita de repolhos, através da análise de compostos com atividade antioxidante. No segundo capítulo objetivou-se avaliar a influência do tipo de cultivo na produção de repolho e na composição nutricional de repolho. No capítulo I avaliou-se os teores de fenóis totais, flavonóides totais, ácido ascórbico, clorofila total, nitrato, poliaminas e atividade antioxidante; além da presença de pesticida e micro-organismos. As análises foram realizadas nos períodos de 0, 12 e 20 dias de armazenamento em câmara fria e aos 12 dias em câmara fria +4 dias de ambiente e 20 dias em câmara fria +4 dias de ambiente (simulação de comercialização). As características avaliadas no capítulo II foram produção em massa fresca de repolho por unidade de área;

ciclo de cultivo; peso da cabeça (PC); diâmetro do caule (DC); índice de formato de cabeça (IFC); o número de folhas componentes da saia (NF) e ocorrência de pragas e doenças. Após a classificação os repolhos foram selecionados, higienizados e submetidos às análises nutricionais de: carboidratos, proteínas, carotenóides, fibras e lipídios. Para o capítulo I conclui-se que a partir dos resultados, não é possível afirmar que os orgânicos foram melhores que os convencionais. Os sanitizantes usados não mostraram influência na atividade antioxidante de repolhos, seja orgânico ou convencional e a sanitização com ozônio foi eficaz na manutenção da qualidade microbiológica. Não foi detectada presença de pesticida nas amostras de repolho orgânico e convencional. No capítulo II os resultados mostram que para as características biométricas os repolhos cultivados de modo orgânico apresentaram superioridade em relação ao convencional para todas as características avaliadas. Em relação às características nutricionais, os repolhos cultivados de modo convencional apresentaram maiores teores de carboidrato e proteína, os teores de carotenóides e lipídeos foram mais elevados logo após a sanitização em sistema de cultivo orgânico e os teores de fibra foram mais elevados após 20 dias de armazenamento cultivados de modo orgânico.

Palavras-chave: orgânico, convencional, *Brassica oleracea* var. *capitata*.

METHOD OF CULTURE AND SANITIZING IN POST-HARVEST OF CABBAGE HYBRID 'FUYUTOYO'. Botucatu, 2013. 85p.

Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Josiane Pereira da Silva

Adviser: Giuseppina Pace Pereira Lima

Second Adviser: Rummy Goto

ABSTRACT

Cabbage is a vegetable that stands out as a source of β -carotene, vitamin C, provides vitamins B1, B2, E and K, and minerals. The market for organic products has grown considerably in recent years and is a great alternative for small farmers, since it uses fewer inputs and have a high added value, due to consumer preference for healthier foods chlorinated compounds are widely used as sanitizers, but have the disadvantage of formation of bioproducts (organochlorines), moreover, ozone is considered a sanitizing alternative due to its characteristics of instability and no formation of bioproducts. The cultivation method, storage environment and climate can affect the nutritional quality of plants. Chapter I one aimed to evaluate two crop systems and ozonized water on cabbage post-harvest, through antioxidant compounds. The second chapter aimed to evaluate nutritional cabbage characteristics. The evaluation of levels of total phenols, total flavonoid, ascorbic acid, chlorophyll, nitrate, polyamines and antioxidant activity during periods of 0, 12 and 20 days of cold storage and 12 days in cold storage + 4 days room temperature and 20 days in cold storage + 4 days room temperature (commercialization simulation). The characteristics were evaluated in Chapter II mass production of fresh cabbage per unit area; crop cycle; head weight (BW), stem diameter (DC), head shape index (SFI). The number of components leaves skirt (NF), occurrence of pests and diseases besides pesticide analysis. After classifying the cabbages were selected, cleaned and subjected to nutritional analyzes of: carbohydrates, protein, carotene, fiber and lipids. For the chapter I, it can be concluded that from the results, we cannot say that the organics

were better than conventional. The sanitizers used did not influence the antioxidant activity of cabbages, whether organic or conventional. The sanitized with ozone was effective in maintaining the microbiological quality. There were not detected samples of pesticide in conventional and organic cabbage. In Chapter II the results show that for biometrics cabbages grown organically were better over conventional for all traits. Regarding the nutritional characteristics cabbages grown conventionally showed higher levels of carbohydrate and protein levels of carotenoids and lipids were higher immediately after sanitization in organic cropping system and fiber contents were higher after 20 days of storage grown organically.

Keywords: organic, conventional, *Brassica oleracea* var. *capitata*.

1. INTRODUÇÃO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é uma planta da família das Brassicaceae (crucíferas), herbácea, folhosa, com grande aplicabilidade, não somente por apresentar um alto valor nutritivo, alta concentração de cálcio, proteínas e ácido ascórbico (FILGUEIRA, 2000; LÉDO et al., 2000), mas também pelo seu caráter social, pois se trata de uma planta cultivada essencialmente por pequenos agricultores (FILGUEIRA, 2000).

A agricultura orgânica visa ao estabelecimento de sistemas ecologicamente equilibrados e estáveis, economicamente produtivo em grande, média e pequena escala. Apresenta elevada eficiência quanto à utilização dos recursos naturais de produção e socialmente bem estruturados que resultem em alimentos saudáveis, de elevado valor nutritivo e livre de resíduos tóxicos e produzidos em total harmonia com a natureza e com as reais necessidades da humanidade (PASCHOAL, 1994). Nos últimos anos, a agricultura mundial tem passado por uma reflexão de seus rumos, visto ser crescente a preocupação com alguns efeitos adversos da tecnologia convencional, de base agroquímica, sobre o meio ambiente (SOUZA, 1998).

Os sistemas de produção agroecológicos são cada vez mais utilizados, resultando em produtos diferenciados no mercado. Todo consumidor busca nas hortaliças fonte de saúde para si e para seus familiares (GUSMÃO; GUSMÃO, 2007). De acordo com Primavesi (2002; 2006) o uso intensivo da terra, a exposição do solo à incidência direta dos raios solares, o uso de maquinaria pesada, a não reposição adequada de matéria orgânica,

dentre outros, são fatores que têm levado ao empobrecimento dos solos na agricultura convencional.

A disponibilidade de alimentos que melhoram ou afetam as funções orgânicas de forma adicional aos seus valores nutricionais, tem sido incrementada por meio de diferentes práticas nutricionais e de manejo. Dentre estas práticas, destaca-se a obtenção de produto orgânico, o qual apresenta aceitação superior ao convencional aliado à perspectiva de agregar valor (MARCHIORI, 2006).

Entretanto, apesar da grande demanda por produtos orgânicos, são escassas as informações disponíveis aos órgãos governamentais, comerciantes e consumidores a respeito da qualidade nutricional destes produtos, tornando-se necessário gerar conhecimentos aplicáveis ao ambiente produtivo, devido às excelentes perspectivas de mercado no Brasil (MARCHIORI, 2006).

Os alimentos orgânicos possuem menores níveis de resíduos de pesticidas ou, simplesmente, não contêm quantidades detectáveis de tais resíduos. Porém, a escassez de dados sobre a presença de resíduos de pesticidas em alimentos produzidos organicamente não permite conclusões definitivas para estabelecer alguma diferença entre alimentos orgânicos e convencionais (BORGUINI; TORRES, 2006).

As informações indicam que existem diferenças relativas à qualidade nutritiva quando se estabelece uma comparação entre os alimentos produzidos pelo método orgânico e convencional (LIMA et al.; 2008; 2009; 2011). Entretanto, as evidências não são suficientes para assegurar de forma definitiva a superioridade do alimento produzido organicamente.

Em países como Alemanha, Bélgica e Holanda o cloro é proibido. Em outros países da Europa, sua aplicação como sanitizante em vegetais é restrita, uma vez que resíduos clorados ou seus subprodutos devem estar ausentes no produto para o consumo final. Nos EUA, o hipoclorito de sódio pode ser usado desde que seguido de lavagem em água da rede de abastecimento para remover o máximo possível de alguns resíduos clorados. Além disso, consumidores de produtos orgânicos em todo mundo rejeitam o uso da água clorada na sua sanitização (KIM et al., 2003; BAUR et al., 2004; MACGLYNN, 2004; VAROQUAUX, 2006).

Atualmente o ozônio tem sido utilizado como sanitizante (VAN OS, 2009). O ozônio apresenta vantagens pelo seu alto potencial antioxidante na higienização de alimentos, no tratamento de água para reuso, no tratamento de efluentes,

na redução da demanda química e bioquímica de oxigênio, na redução de trihalometanos, na remoção de ferro e manganês solúveis e na remoção de gostos e odores indesejáveis (CHIATTONE et al, 2008).

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar o repolho sob diferentes sistemas de cultivo orgânico e convencional e qualidade do mesmo em relação a compostos antioxidantes, com o uso de diferentes sanitizantes, bem como a influência do armazenamento refrigerado nestas substâncias.

2.1. Objetivos específicos

Avaliar o efeito de um sanitizante alternativo e seguro (ozônio), para os alimentos em substituição ao cloro.

Avaliar algumas características bioquímicas após a colheita.

Avaliar a influência do tipo de cultivo na produção de repolho.

Avaliar as características biométricas do repolho.

Avaliar as características nutricionais do repolho.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Caracterização da cultura

O repolho é uma hortaliça de “cabeça”, formada por folhas espessas, cerosas, conchoidais e imbricadas numa sobreposição de folhas. Destaca-se como fonte de β -caroteno (SILVA JÚNIOR et al., 1988; FERREIRA et al., 2002), vitamina C, mas também fornece vitaminas B1, B2, E e K, além de sais minerais, sobretudo cálcio e fósforo (MORETTI, 2007). Do ponto de vista econômico é a hortaliça mais importante da família das brássicas, dada à sua antiguidade, ampla distribuição, facilidade de produção e grande consumo (FONSECA, 2001). Sendo uma hortaliça que têm grande importância econômica entre as Brássicas, sua parte comestível constitui-se das folhas, o que representa uma preocupação quanto à presença de resíduos químicos em sua composição. O cultivo orgânico constitui-se em uma alternativa para este problema (SOUZA, 1999).

Juntamente com o repolho, o brócolis e a couve-flor são as três brássicas de maior importância econômica comercializadas no Estado de São Paulo. A comercialização de repolho no primeiro semestre em 2012 no estado de São Paulo foi de 29.761 toneladas (AGRIANUAL 2013). As brássicas estão entre as culturas que mais

respondem a adubação orgânica, podendo esta substituir os adubos minerais com resultados satisfatórios, principalmente em estações secas e/ou solos arenosos (KIMOTO, 1993).

Assim, entre as espécies olerícolas cultivadas no Brasil, algumas são mais adaptadas ao sistema de produção orgânico como, por exemplo, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (SOUZA, 1998). Esta hortaliça é a quinta mais produzida no Brasil, o que se deve a excelente composição nutricional, a versatilidade do consumo *in natura* e de processamento industrial e às propriedades terapêuticas, que fazem do repolho um alimento popular, barato e de grande importância sócio-econômica alimentar (SILVA JUNIOR, 1991).

3.2. Sistemas de cultivo

Os produtos comercializados *in natura*, sobretudo as hortaliças, são os mais expressivos na produção orgânica nacional (ORMOND et al., 2002). Segundo Souza; Alcântara (2003) no mercado de produtos orgânicos não existe um parâmetro definido para o estabelecimento de preços, mas sabe-se que as estratégias de atribuição de preços variam amplamente de acordo com o estabelecimento comercial.

O mercado de produtos orgânicos vem crescendo muito nos últimos anos, sendo uma ótima alternativa para os pequenos agricultores, já que utiliza menor quantidade de insumos agrícolas e apresentam um alto valor agregado, devido à preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001; BORGUINI, 2002). A preferência por estes produtos deve ser atribuída à idéia de que estes alimentos possam estar livres de muitos agrotóxicos capazes de induzir a uma série de males na população. Isto pode ser desencadeado pelos compostos organoclorados, fosforados, carbamatos, etc., ou seja, um coquetel de pesticidas que são utilizados de maneira incorreta e abusiva na agricultura convencional. O mercado orgânico representa 10% do sistema alimentar na Áustria, cerca de 8% na Suíça e cresce anualmente a taxas superiores a 20% nos EUA, na França e no Japão, envolvendo valores entre 23 e 25 bilhões de dólares (FAO, 2003). Segundo Dias (2007) durante o ano de 2006, verificou-se que o Brasil possuía área orgânica estimada em 800.000 hectares, contando com cerca de 15.000 produtores. Em complemento, Valle et al. (2007) afirmam que o mercado

brasileiro de produtos orgânicos movimenta U\$\$ 300 milhões por ano, sendo que o mercado de hortaliças orgânicas representa 60% deste total.

A agricultura orgânica parece ser uma ótima alternativa para o ambiente e para o ser humano, entretanto, não se sabe bem ao certo se existem diferenças significativas entre os alimentos produzidos em cultivo orgânico e convencional. Poucos trabalhos relatam estas diferenças (LIMA; VIANELLO, 2011).

Os alimentos orgânicos possuem menores níveis de resíduos de pesticidas ou, simplesmente, não contêm quantidades detectáveis de tais resíduos. Porém, a escassez de dados sobre a presença de resíduos de pesticidas em alimentos produzidos organicamente não permite conclusões definitivas para estabelecer alguma diferença entre alimentos orgânicos e convencionais (BORGUINI; TORRES, 2006).

A presença de resíduos de pesticidas é uma análise fundamental para diferenciar estes produtos. A intoxicação por pesticidas pode ser descrita como direta (exposição direta aos produtos, que é o caso, por exemplo, do trabalhador rural que está aplicando estes produtos sem proteção adequada) ou através da ingestão de alimentos contaminados (JEYARATNAM, 1994; RITTER, 1997). O efeito tóxico parece ser dependente do tipo de exposição do indivíduo (THOMAS et al., 1997). Estes resíduos podem ser encontrados nos alimentos tanto nas fases de produção, transporte e principalmente nos produtos armazenados (MACHADO-NETO, 1990; FEHBERLG et al., 2003). Foi sugerido por alguns autores que o consumo de alimentos orgânicos parece diminuir os riscos de exposição aos pesticidas (WILLIAMS; HAMMIT, 2001; CURL et al., 2003). A análise da urina em crianças que eram alimentadas com produtos cultivados de forma convencional detectou a presença de resíduos de organofosforado. Em contraposição, crianças que receberam exclusivamente alimentos orgânicos, não apresentaram esse resíduo na urina (CURL et al., 2003).

Outro ponto muito discutido em relação aos orgânicos ou biológicos é a presença de nitrato. O emprego de fertilizantes químicos nitrogenados usualmente utilizados no cultivo convencional e hidropônico pode levar ao acúmulo de nitrato em alguns vegetais (LYONS et al., 1994). Alguns estudos indicaram que vegetais (batata, cenoura, couve-flor, alface e outros) produzidos em sistemas convencionais apresentaram conteúdo de nitrato superior ao de vegetais produzidos em sistemas biodinâmicos ou orgânicos (BOURN, PRESCOTT, 2002), sendo esta situação vantajosa

devido à possibilidade de formação de compostos N-nitrosos, indutores do câncer (DUARTE; MÍDIO, 1996).

O nível de nitrato nas amostras se torna imprescindível também, uma vez que altos índices de nitrato podem se converter a nitrito, que na presença de aminas bioativas, como a putrescina e a cadaverina (denominadas poliaminas), podem formar nitrosaminas, que são substâncias indutoras de oncogênese em mamíferos (PFUNDSTEIN et al., 1991). Foi demonstrado que alimentos cultivados de forma convencional geralmente contêm uma quantidade maior de nitrato em relação aos cultivados organicamente (SIDERER et al., 2005).

As poliaminas putrescina, espermidina e espermina, embora não exerçam efeito tóxico direto nos alimentos, podem potencializar o efeito da tiramina e da histamina, aminas biogênicas encontradas em alguns alimentos (LOSER et al., 1999). Vários autores demonstram que a redução de poliaminas na dieta pode diminuir o crescimento de células tumorais (SARHAMN et al., 1989). Em contraposição, outros estudos mostram que a ingestão de alimentos que contenham estas poliaminas acaba tendo o mesmo efeito (QUEMENER et al., 1994; WADA et al., 2002; KALAC ; KRAUSOVÁ, 2005). Devido aos dados contraditórios observados na literatura, conhecer os níveis dessas aminas torna-se fundamental, principalmente quanto à segurança alimentar.

Entre outras ações das poliaminas, está a sua relação com o etileno. A diamina putrescina e as poliaminas espermidina e espermina são de ocorrência comum nas plantas superiores. Durante a senescência ocorrem aumentos na atividade da ACC sintase (1-aminociclopropano sintase) e ACC oxidase, as quais convertem SAM (S-adenosilmetionina) em ACC e etileno, respectivamente. Entretanto, SAM também é precursor da síntese de espermina e espermidina, através da SAM descarboxilase, as quais são relacionadas com a juvenilidade ou capacidade de crescimento dos tecidos (TIBURCIO et al., 1997). De acordo com LIMA et al. (2006) o modo de cultivo e o processamento destes alimentos podem alterar os níveis dessas substâncias e influenciar diretamente na saúde do homem. Assim, espécies vegetais como o repolho, dependendo do modo de cultivo, podem apresentar vida pós-colheita alterada devido ao teor de poliaminas.

Outras substâncias que podem colaborar na diferenciação entre orgânicos e convencionais tem sido descritas na literatura (LIMA et al., 2009; LIMA et al., 2012) e podem alterar a qualidade dos alimentos, como os compostos fenólicos, os quais

têm sido amplamente estudados devido a sua influência na qualidade e podem estar envolvidos com a eliminação de radicais livres. A presença destes compostos em plantas tem sido muito estudada por apresentarem propriedades farmacológicas e antinutricionais e ainda, por inibirem a oxidação de lipídios e a proliferação de fungos (HOLLMAN; KATAN, 1999).

Os compostos fenólicos, apesar de não apresentarem importância nutricional direta, têm recebido muita atenção devido a sua atividade biológica. Uma atraente hipótese sugere que os alimentos vegetais que contenham compostos metabólicos secundários apresentem efeitos benéficos à saúde, entre os quais o de antiinflamatórios e antioxidantes (HOLLMAN; KATAN, 1999; HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Vários estudos demonstram a atividade antioxidante exercida pelos flavonóides (um composto fenólico), principalmente o de sequestrar várias espécies oxidantes, tais como ânion superóxido, radical hidroxila e radical peroxila (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Além do potencial antioxidante, os flavonóides possuem outras propriedades, como atividade antimutagênica, redução dos riscos de doenças cardiovasculares, ação antiproliferativa de tumores, proteção à arteriosclerose, ação radioprotetiva, fortificante capilar, repositor hormonal natural em mulheres na menopausa e propriedades antimicrobianas (YAO et al., 2004). Considerando todas estas funções, é de grande interesse identificar fontes alimentares com estas atividades quimiopreventivas.

Esses compostos também podem ter sua concentração alterada durante o processo de armazenamento, dependendo da temperatura usada. De acordo com Lacoëuilhe (1982), os compostos fenólicos e seus precursores têm sido associados aos distúrbios causados pelas baixas temperaturas em vegetais. A refrigeração induz a modificações nos compostos fenólicos, que podem agir como substratos, cofatores ou inibidores da atividade enzimática.

3.3. Sanitização

3.3.1. Cloro

Os sanitizantes mais utilizados são os liberadores de cloro ativo, como o hipoclorito de sódio ou cálcio, pois são de fácil utilização e baixo custo. A desvantagem dos compostos clorados, que pode limitar seu uso é a formação de alguns subprodutos como resíduos organoclorados, trihalometanos (THM) formados quando em contato direto na água com os ácidos húmicos e fúlvicos produtos de decomposição da matéria orgânica (PEREIRA et al., 2006) e ácidos haloacéticos, que são mutagênicos, tóxicos e carcinogênicos, os quais podem permanecer nos alimentos, água, água de lavagem e superfícies de contato com os alimentos. Outro fator que, de acordo com estudos realizados, limita o uso de alguns compostos clorados é que os mesmos são inativados na presença de matéria orgânica (RICHARDSON et al., 1998; RODGERS et al., 2004).

Em países como Alemanha, Bélgica e Holanda o cloro é proibido. Em outros países da Europa, sua aplicação como sanitizante em vegetais é restrita, uma vez que resíduos clorados ou seus subprodutos devem estar ausentes no produto para o consumo final. Nos EUA, o hipoclorito de sódio pode ser usado desde que seguido de lavagem em água da rede de abastecimento para remover o máximo possível de alguns resíduos clorados. Além disso, consumidores de produtos orgânicos em todo mundo rejeitam o uso da água clorada na sanitização (KIM et al., 2003; BAUR et al., 2004; MACGLYNN, 2004; VAROQUAUX, 2006).

3.3.2. Ozônio

Atualmente o ozônio tem sido utilizado como sanitizante (VAN OS, 2009). O ozônio apresenta vantagens pelo seu alto potencial antioxidante na higienização de alimentos, no tratamento de água para reuso, no tratamento de efluentes, na redução da demanda química e bioquímica de oxigênio, na redução de trihalometanos, na remoção de ferro e manganês solúveis e na remoção de gostos e odores indesejáveis (CHIATTONE et al., 2008). Além disso, reduz a quantidade de micro-organismos como *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *E. coli* O157: H7 (SELMA et al., 2008).

O efeito germicida do ozônio difere dos outros sanitizantes pelo seu mecanismo de ação, ele age diretamente na parede celular, causando sua ruptura e morte

em menor tempo de contato, inviabilizando a recuperação dos microorganismos após o ataque. Dependendo do tipo de microorganismo, o ozônio pode agir até 3.125 vezes mais rápido que o cloro, na inativação celular (CHIATTONE et al., 2008). Essa ação do ozônio se deve ao potencial de oxidação associado à habilidade de se difundir através das membranas biológicas, sendo a superfície da célula microbiana o primeiro alvo a ser atingido. Sua ação antimicrobiana é decorrente do ataque através da oxidação dos glicolipídios, glicoproteínas e aminoácidos da parede microbiana, alterando a permeabilidade celular e causando uma rápida lise. Ataca também grupos sulfidríla de enzimas ocasionando o colapso da atividade enzimática celular, além de sua ação sobre o material nuclear dos microorganismos, alterando as bases púricas e pirimídicas dos ácidos nucleicos, como ocorre com alguns vírus onde o ozônio destrói o RNA, além de alterar as cadeias polipeptídicas de sua cápside protéica (VICTORIN, 1992; KIM et al., 1999).

Atualmente não há nenhuma evidência concreta de que o produto orgânico é mais ou menos seguro do ponto de vista microbiológico em relação ao alimento convencional. Dessa forma, há a necessidade de investigar as possíveis contaminações bacterianas e fúngicas nos produtos da agricultura orgânica após a colheita.

A presença de microorganismos patogênicos pode estar relacionada à utilização de estrume não tratado durante a adubação, à contaminação por répteis, roedores, insetos e pássaros e a falta ou deficiência dos processos de descontaminação (MAGKOS et al., 2006). As principais bactérias patogênicas que, em geral, estão relacionadas a alimentos frescos e minimamente processados são as enterobactérias *Escherichia coli* e *Salmonella* sp., as quais são responsáveis por toxinfecções que estão associados a problemas gastrointestinais de periculosidade leve a muito grave dependendo do mecanismo de virulência do microorganismo, do nível de exposição e do indivíduo afetado (SAGOO et al., 2001; LONCAREVIC et al., 2005). Embora haja descrito na literatura que os alimentos de planta orgânica são 8 vezes mais susceptíveis à contaminação por *E. coli*, na prática essa afirmação não têm sido comprovada (MAGKOS et al., 2006).

Em relação à presença de fungos filamentosos em alimentos, o problema reside na produção de micotoxinas que são produtos do metabolismo secundário desses microorganismos. Mais de 200 substâncias já foram identificadas como micotoxinas, sendo as aflatoxinas, os tricotecenos, as fumonisinas, a zearalenona, a ocratoxina A, os alcalóides do ergot e a patulina as mais estudadas. As micotoxicoses são ocasionadas pela

ingestão de alimentos contaminados com micotoxinas, sendo a severidade da doença dependente da toxicidade da toxina, da extensão da exposição, do estado nutricional do indivíduo e dos efeitos sinérgicos com outros agentes químicos ou biológicos presentes no alimento. Os principais fungos relacionados à produção de micotoxinas em alimentos são do gênero *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* (BANDO et al., 2007).

A exposição humana aos microrganismos e/ou aos produtos metabólicos dos mesmos pelo consumo de alimento contaminado é questão de saúde pública no mundo todo, por isso há uma preocupação crescente em relação à qualidade nutricional e microbiológica de alimentos orgânicos, cuja produção e consumo têm aumentado consideravelmente nos últimos anos.

3.4. Refrigeração

Uma forma de diminuir a contaminação seria o uso de refrigeração dos produtos, pois a temperatura é um fator de grande importância na preservação da qualidade de frutas e hortaliças, não só pela influência que exerce na atividade respiratória, como também pela sua influência sobre a velocidade de crescimento microbiano (BOLIN; HUXSSOL, 1989).

Assim, após a colheita, diversos vegetais são armazenados para futura comercialização e cuidados nessa etapa são fundamentais para que o produto mantenha o máximo possível as suas qualidades. As folhas de repolho possuem alta sensibilidade ao etileno, regulador vegetal que é produzido e acumulado em altas quantidades durante o armazenamento. Em refrigeração ou em atmosfera controlada, tem sido descrito níveis de até $1400\mu\text{L.L}^{-1}$ (TRUTER; COMBRINK, 1989). As condições as quais os vegetais são submetidos logo após a colheita afetam diretamente o tempo de vida útil e o seu comportamento respiratório (MEDINA et al., 1978).

Segundo Castro, Sigrist (1988) a respiração pode ser diminuída por meio da diminuição da temperatura e da modificação da atmosfera de conservação das frutas, aumentando assim a vida pós-colheita. A redução de temperatura diminui a respiração e atrasa a senescência, por desacelerar o metabolismo. Nos frutos refrigerados a taxa metabólica deve ser mantida a um nível mínimo suficiente para manter as células vivas, porém de forma a preservar a qualidade comestível, durante todo o período de armazenamento (WILEY, 1997).

Chitarra; Chitarra (2005) citam que as condições ideais de armazenamento variam largamente de produto para produto, e correspondem às condições ideais nas quais, pode ser armazenado pelo maior espaço de tempo possível, sem que haja perda apreciável de seus atributos de qualidade tais como: sabor, aroma, textura, cor e conteúdo de umidade.

Para frutas e hortaliças existe grande variação na temperatura ótima de refrigeração (WILEY, 1997). O repolho sob temperaturas próximas a 0° e umidade relativa do ar elevada (>90%) pode ser conservado por 3 a 4 meses. Sob temperaturas mais elevadas ao redor de 20°C, apresenta durabilidade em torno de duas semanas. Nestas temperaturas elevadas ocorre perda de água das folhas externas, que ficam murchas e podem ser removidas durante a comercialização (LUENGO, 2001). Por outro lado, baixas temperaturas (abaixo da temperatura mínima de segurança) podem promover danos aos tecidos.

4. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2013. p. 319.

BANDO, E.; GONÇALVES, L. N.; TAMURA, N. K.; MACHINSKI JUNIOR, M. Biomarcadores para avaliação da exposição humana às micotoxinas. **Brazilian Journal of Pathology and Laboratory Medicine**, v.43, p.175-180, 2007.

BAUR, S.; KLAIBER, R.; HAMMES, W. P.; CARLE, R. Sensory and microbiological quality of shredded package iceberg lettuce as affected by pre-washing procedures with chlorinated and ozonated water. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.5, p.45-55, 2004.

BOLIN, H. R.; HUXSSOL, C. C. Storage stability of minimally processed fruit. **Journal of Food Processing Preservation**. Westpor, v.13, n.4, p.281-289, 1989.

BORGUINI, R. G. Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião dos consumidores. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP**. Piracicaba, p127, 2002.

BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.13, p.64-75, 2006.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, p.1-34, 2002.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.18, p. 69-101, 2001.

CASTRO, J. V., SIGRIST, J. M. M. Matéria-prima. In: MEDINA, J.C., CASTRO, J.V., SIGRIST, J.M.M., MARTIN, Z.J., KATO, K., MAIA, M.L., GARCIA, A.E.B., LEITE, R.S.S.F. **Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ed. rev. ampl. Campinas: ITAL, 1988. Cap.2, p.121-177. (Série Frutas Tropicais, 6).

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos & Nutrição**, v.19, p.341-349, 2008.

CHITARRA M. I. F.; CHITARRA A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças- Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA. 785p, 2005.

CURL, C. L.; FENSKE, R. A.; ELGEHUN, K. Organophosphorus pesticide exposure of urban and suburban preschool children with organic and conventional diets. **Environmental Health Perspectives**, v.111, p.377-382, 2003.

DIAS, R. P. **Situação da produção orgânica 2007**. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acessado em 02 março de 2012.

DUARTE, M.; MÍDIO, A. F. Nitratos e nitritos em alimentos. **Cadernos de Nutrição**, v.12, p.19-30, 1996.

FAO. **World agriculture: towards 2015/2030** FAO perspective. Disponível em: <http://www.fao.org/organicag>>. Acesso em: outubro de 2012.

FEHBERLG, L. C. C.; LUTZ, L. V.; MOREIRA, A. H. Agrotóxicos e seus efeitos sócio-culturais: Zona Rural do Valão de São Lourenço, Santa Teresa, ES, Brasil. **Natureza on line**, v.1, p.51-55, 2003.

FERREIRA, W. R.; RANAL, M. A.; FILGUEIRA, F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve da malásia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.635- 640, 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂ na água de irrigação**. Piracicaba: ESALQ, 2001. 72p.(Dissertação mestrado).

GUSMÃO, S. L.; GUSMÃO, M. T. A. **Produção de hortaliças com princípios orgânicos**. Belém, UFRA, p. 24. 2007.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v.55, p.481-504, 2000.

HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.937-942, 1999.

JEYARATNAM, J. Organophosphorus compounds. **Toxicology**, v.91, p.15-27, 1994.

KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v.90, p.219-230, 2005.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods. A review. **Journal of Food Protection**, v.62, p.1071-1087, 1999.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; KHADRE, M. A. Ozone and its current and future application in the food industry. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.45, p.167-218, 2003.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos,. p. 149-178, 1993.

LACOEUILHE, J. J. Cuidados com o fruto após a colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal : UNESP-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, p.217-234. 1982.

LÉDO, F. J. S.; SOUZA, J. A.; SILVA, M. R. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.138-140, 2000.

LIMA, G. P. P.; ABDALLAH. S.; TAKAKI, M. 2006. Teores de poliaminas na dieta básica do povo brasileiro. **Ciência Rural** 36 (4): 1294-1298.

LIMA, G. P. P.; ROCHA. S. A; TAKAKI, M.; RAMOS, P. R. R.; ONO, E. O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v.43, p.1838-1843, 2008.

LIMA, G. P. P.; LOPES, T. V. C.; ROSSETTO, M. R. M.; VIANELLO, F. Nutritional composition, phenolic compounds, nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture subject to thermal treatment. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.1118-1124, 2009.

LIMA, G. P. P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based food. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1-13, 2011.

LIMA, G. P. P.; SILVA, J.T.; BERNHARD, A.; PIROZZI, D.C.Z.; FLEURI, L.F.; VIANELLO, F. Organic and conventional fertilisation procedures on the nitrate, antioxidants and pesticide content in parts of vegetables. **Food Additives & Contaminants**. Part B. Surveillance Communications, v. 5, p. 188-193, 2012.

LONCAREVIC, S.; JOHANNESSEN, G. S.; RORVIK, L. M. Bacteriological quality of organically grown leaf lettuce in Norway. **Letters in Applied Microbiology**, v.41, p.186-189, 2005.

LÖSER, C.; EISEL. A.; D. HARMS.; FÖLSCH, U. R. Dietary polyamines are essential luminal growth factors for small intestinal and colonic mucosal growth and development. **Gut**, v.44, p.12-16, 1999.

LUENGO, R. F. A; CALBO, A. G. **Armazenamento de Hortaliças**- Brasília: Embrapa Hortaliças, p 218, 2001.

LYONS, D. J.; RAYMENT, G. E.; NOBBS, P. E.; MCALLUM, L. Nitrate and nitrite in fresh vegetables from Queensland. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.64, p.274-281, 1994.

MACGLYNN, W. Guidelines for the Use of chlorine bleach as a sanitizer in food processing operations: FAPC – 116. Stillwater: Okalahoma State University, 2004.

MACHADO-NETO, J. G. **Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos em culturas estaqueadas de tomate**, região de Cravinhos-SP. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic Food: Buying More Safety or Just Peace of Mind? A critical review of the literature. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.46, p.23-56, 2006.

MARCHIORI, J. M. G. **Qualidade nutricional dos queijos mussarela orgânico e convencional elaborados com leite de búfala e de vaca**. 2006. 54p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade Estadual Paulista, Araraquara. 2006.

MEDINA, J. C., GARCIA, J. L. M., KATO, K., MARTIM, Z. J., VEIRA, L. F., RENESTO, O. V. **Goiabas: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, 1978. 106p. (Série Frutas Tropicais, 6).

MORETTI, C. L. **Manual de Processamento de Frutas e Hortaliças**. Embrapa. Brasília, DF. Cap 25. pág. 465-482, 2007.

ORMOND, J. G. P., PAULA, S. R. F., FERREIRA FILHO, P., ROCHA, L. T. M. **Agricultura Orgânica: quando o passado é futuro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar.2002.

PASCHOAL, A. D. **Produção orgânica de alimentos: a agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. São Paulo, ESALQ, 191p. 1994.

PEREIRA, M. E. C.; CANTILLANO, F. F.; GUTIERREZ, A. S. D.; ALMEIDA, G. V. B. de. Procedimentos pós-colheita na produção integrada de citros. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 40p (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 156), 2006.

PFUNDSTEIN, B.; TRICKER, A. R.; THEOBALD, E.; SPIEGELHALDER B.; PREUSSMANN, R. Mean daily intake of primary and secondary amines from foods and beverages in West Germany in 1989-1990. **Food Chemical and Toxicology**, v.29, p.733-739, 1991.

PRIMAVESI, A. M. **Cartilha do solo**. Ibiúna, F. Mokiti Okada, p.117. 2006.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, Nobel, p.549. 2002.

QUEMENER, V.; BLANCHARD, Y.; CHAMAILLARD, L.; HAVOUI, R.; CIPOLLA, B.; MOULINOX, J. P. Polyamine deprivation: a new tool in cancer treatment. **Anticancer Research**, 14, 443-448, 1994.

RICHARDSON, S. D.; THRUSTON, A.; CAUGHRAN, T.; COLLETTE, T.; PATTERSON, K.; LYKINS, B. Chemical by-products of chlorine and alternative disinfectants. **Food Technology**, v.52, p.58-61, 1998.

RITTER, L. Report of a panel on the relationship between public exposure to pesticides and cancer. **Cancer**, v.80, p.2019, 2033, 1997.

RODGERS, S. L.; CASH, J. N.; SIDDIQ, M.; RYSER, E. T. A comparison of different chemical sanitizers for inactivating *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in solution and on apples, lettuce, strawberries, and cantaloupe. **Journal of Food Protection**, v.66, p.721-731, 2004.

SAGOO, S. K.; LITTLE, C. L.; MITCHELL, R. T. The microbiological examination of ready-to-eat organic vegetables from retail establishments in the United Kingdom. **Letters in Applied Microbiology**, v.33, p.434-439, 2001.

SARHAN, S., KNÖDGEN, B., SEILER, N. The gastrointestinal tract as polyamine source for tumour growth. **Anticancer Research**, 9, 215-224, 1989.

SELMA, M. V.; IBÁÑEZ, A. M.; ALLENDE, A.; CANTWELL, M.; SUSLOW, T. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157:H7 during cutting. **Food Microbiology**, v. 25, p.162-268, 2008.

SIDERER, Y.; MAQUET, A.; ANKLAM, E. Need for research to support consumer confidence in the growing organic food market. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p.332-343, 2005.

SILVA JÚNIOR, A. A.; MIURA, L.; YOKOYAMA, S. Repolho: novas cultivares de verão. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.1, n.3, p.47-49, 1988.

SILVA JUNIOR, A. A. Efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense** 4: 53-56, 1991.

SOUZA J. L. **Agricultura Orgânica**. Vitória: EMCAPA. 176p, 1998.

SOUZA, J. L. **Cultivo orgânico de hortaliças – brócolis, couve-flor e repolho**. Viçosa, CPT, 134p, 1999.

SOUZA, A. P. O, ALCÂNTARA, R. L. C. Alimentos orgânicos: estratégias para o desenvolvimento do mercado. In: Neves MF, Castro LT (org) **Marketing e estratégia em agronegócios e alimentos**. São Paulo: Atlas; 2003.

THOMAS, W.; SHELDON, L. S., PELLIZZARI, E. D.; HANDY, R. W.; ROBERTS, J. M.; BERRY, M. R. Testing duplicate diet sample collection methods for measuring personal dietary exposures to chemical contaminants. **Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology**, v.7, p.17–36, 1997.

TIBURCIO, A. F.; ALTABELLA, T.; BORREL, A.; MASGRAU, C. Polyamine metabolism and its regulation. **Journal of Plant Physiology**, v.100, p. 664-674, 1997.

TRUTER, A. B.; COMBRINK, J. C. Ethylene levels in commercial CA stores and low ethylene storage of ‘Golden Delicious’, ‘Starking’ and ‘Granny Smith’ apples and ‘Packham’sTriumph’ pears. **In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE CONFERENCE**, Wenatchee. Proceedings...Wenatchee, Washington State University, v.1, p.333-339, 1989.

VALLE, J. C. V; CARNEIRO, R.G; HENZ, G.P. **Mercado e comercialização**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

VAN OS, E. A. Comparison of some chemical and non-chemical treatments to disinfect a recirculating nutrient solution. **International Society for Horticultural Science**, 843:229-234, 2009.

VAROQUAUX, P. Overview of the fresh-cut process in France. **In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 4, 2006. Piracicaba. Palestra... Piracicaba: ESALQ, p.72-76, 2006.

VICTORIN, K. Review of genotoxicity of ozone. **Mutation Research**, v.227, p.221-238, 1992.

WADA, M.; FUNADA-WADA, U.; MANO, H.; HIGASHIGUCHI, M.; HABA, R.; WATANABE, S.; UDAKA, S. Effects of dietary polyamines on the promotion of mammary tumor in rats. **Journal of Health Science**, 48, 376-380,2002.

WILEY, R. C. **Frutas y Hortalizas Mininamente Processadas y Refrigeradas**. Traduzido por José Fernández-Salguero Carretero. Zaragoza, Espanha: Ed Acríbia, 1997. 362p.

WILLIAMS, P. R. D.; HAMMIT, J. K. Perceived risks of conventional and organic produce: pesticides, pathogens, and natural toxins. **Society for Risk Analysis**, v.21, p.319–330, 2001.

YAO, L. H.; JIANG, Y. M.; SHI, J.;TOMÁS-BARBERÁN, S. A.; DATTA, N.; SINGANUSONG, R.; CHEN, S. S. **Plant Foods for Human Nutrition**. 59: 113-122. 2004.

CAPÍTULO I

O USO DE ÁGUA OZONIZADA INFLUENCIA NAS PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DE REPOLHOS ORGÂNICOS?

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de diferentes sistemas de cultivo e água ozonizada na pós-colheita de repolhos, híbrido Fuyutoyo. As cabeças de repolho foram adquiridas diretamente de produtores da região de Botucatu/SP. Ao fim do ciclo da cultura, que ocorreu aos 120 dias após a semeadura, foi feita a colheita nas primeiras horas da manhã, transportados imediatamente ao laboratório e selecionados. O material foi submetido aos tratamentos com imersão em água, cloro e ozônio nos tempos de 10 e 20 minutos. Após a sanitização, as cabeças de repolho foram dispostas em papel-toalha para secagem e levados para câmara refrigerada a 5° C. Para simular efeito de comercialização, aos 12 e 20 dias, foram retiradas cabeças de repolhos da câmara fria, analisados e mantidos em temperatura ambiente por quatro dias. Foram feitas análises bioquímicas de fenóis totais, flavonóides totais, ácido ascórbico, clorofila total, nitrato, poliaminas e atividade antioxidante nos períodos de 0, 12 e 20 dias de armazenamento em câmara fria e aos 12+4 e 20+4 (simulação de comercialização). Além disso, foi verificada a ocorrência de pragas e doenças e análise de presença de pesticida. A partir dos resultados, não é possível afirmar que os orgânicos foram melhores que os convencionais. Os sanitizantes usados não mostraram influência na atividade antioxidante de repolhos, seja orgânico ou convencional. A sanitização com ozônio foi eficaz na manutenção da qualidade microbiológica. Não foi detectada presença de pesticida nas amostras de repolho orgânico e convencional.

Palavras-chave: Sanitização, convencional, híbrido Fuyutoyo.

DOES OZONATED WATER INFLUENCED ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF ORGANIC CABBAGES?

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the influence of different cropping systems and ozonated water in post-harvest cabbages, hybrid Fuyutoyo. The heads of cabbage were purchased directly from producers in the region of Botucatu / SP. At the end of the crop cycle, which occurred at 120 days after sowing, harvesting was done in the early hours of the morning, immediately transported to the laboratory and selected. Samples were treated with water, chlorine and ozone in the times 10 and 20 minutes. After sanitization, the cabbage heads were placed on paper towels for drying and taken to a refrigerated chamber at 5° C. To simulate the effect of commercialization, at 12 and 20 days, heads of cabbages were removed from the chamber, analyzed and kept at room temperature for four days. Biochemical analyzes were performed for total phenols, total flavonoid, ascorbic acid, chlorophyll, nitrate, polyamines and antioxidant activity during periods of 0, 12 and 20 days of cold storage and 12 +4 and 20 +4 (marketing simulation) . Furthermore, we detected the occurrence of pests and diseases and pesticide analysis. From the results, it is not possible to say that the organics were better than conventional. The sanitizers used did not influence the antioxidant activity of cabbages, whether organic or conventional. The sanitized with ozone was effective in maintaining the microbiological quality. There were not detected samples of pesticide in conventional and organic cabbage.

Keywords: Sanitation, conventional, hybrid Fuyutoyo.

1. INTRODUÇÃO

Entre as espécies olerícolas cultivadas no Brasil, algumas são mais adaptadas ao sistema de produção orgânico como, por exemplo, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (SOUZA, 1999). Esta hortaliça é a quinta mais produzida no Brasil, o que se deve a excelente composição nutricional, a versatilidade do consumo *in natura* e de processamento industrial e às propriedades terapêuticas, que fazem do repolho um alimento popular, barato e de grande importância sócio-econômica alimentar (SILVA JUNIOR, 1991).

Nos últimos anos, a agricultura mundial tem passado por uma reflexão de seus rumos, visto ser crescente a preocupação com alguns efeitos adversos da tecnologia convencional, de base agroquímica, sobre o meio ambiente (SOUZA, 1998).

O mercado de produtos orgânicos vem crescendo muito nos últimos anos, sendo uma ótima alternativa para os pequenos agricultores, já que utiliza menor quantidade de insumos agrícolas e apresentam um alto valor agregado, devido à preferência dos consumidores por alimentos mais saudáveis (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001; BORGUINI, 2002).

Em países como Alemanha, Bélgica e Holanda o cloro é proibido. Em outros países da Europa, sua aplicação como sanitizante em vegetais é restrita, uma vez que resíduos clorados ou seus subprodutos devem estar ausentes no produto para o consumo final. Nos EUA, o hipoclorito de sódio pode ser usado desde que seguido de lavagem em água da rede de abastecimento para remover o máximo possível de alguns resíduos clorados. Além disso, consumidores de produtos orgânicos em todo mundo rejeitam o uso da água clorada na sua sanitização (KIM et al., 2003; BAUR et al., 2004; MACGLYNN, 2004; VAROQUAUX, 2006).

Atualmente o ozônio tem sido utilizado como sanitizante (VAN OS, 2009). O ozônio apresenta vantagens pelo seu alto potencial antioxidante na higienização de alimentos, no tratamento de água para reuso, no tratamento de efluentes, na redução da demanda química e bioquímica de oxigênio, na redução de trihalometanos, na remoção de ferro e manganês solúveis e na remoção de gostos e odores indesejáveis (CHIATTONE et al., 2008) diminuindo inclusive, *Salmonella typhimurium*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *E. coli* O157: H7 (SELMA et al., 2008).

O armazenamento em baixas temperaturas, logo em seguida à colheita, é a técnica mais utilizada para prolongar a conservação dos frutos. A redução da temperatura faz com que as reações enzimáticas, especialmente às associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. Essa diminuição da atividade respiratória é o principal processo fisiológico pós-colheita, e propicia na sua decorrência, menores perdas de características físicas e físico-químicas, tais como aroma, sabor, textura, cor e outros atributos de qualidade dos frutos e hortaliças (BRON et al., 2002).

A oxidação é um processo metabólico que leva à produção de energia necessária para as atividades essenciais das células. Entretanto, o metabolismo do oxigênio nas células vivas também leva à produção de radicais. Oxidantes são compostos produzidos pelo metabolismo normal do corpo e, se não controlados, podem provocar danos extensivos (ADEGOKE, 1998). Antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, através de um ou mais mecanismos, tais como inibição de radicais livres e complexação de metais (PIETTA, 2000). Como o nome diz, os antioxidantes são substâncias capazes de agirem contra os danos normais causados pelos efeitos do processo fisiológico de oxidação no tecido animal. Nutrientes (vitaminas e minerais) e enzimas (proteínas no corpo que ajudam as reações químicas) são antioxidantes. Acredita-se que os antioxidantes ajudam na prevenção do desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, as doenças cardíacas, derrame, Mal de Alzheimer, artrite reumatoide e catarata (GONZAGA, 2007).

O objetivo do trabalho foi avaliar o repolho em diferentes sistemas de cultivo orgânico e convencional e qualidade do mesmo em relação a alguns compostos antioxidantes, com o uso de diferentes sanitizantes, bem como a influência do armazenamento refrigerado nestas substâncias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) híbrido Fuyutoyo. Os repolhos foram cultivados em duas propriedades, uma em área de produtor convencional e outra em área de produtor orgânico, na região de Botucatu/SP. (latitude 22°53'09''S e longitude 48°26'42''W e altitude 804 metros).

Os produtos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, sendo selecionados, em relação à ausência de danos e descarte das menores cabeças e transportados, imediatamente, ao Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociência, UNESP – Botucatu/SP, onde foram submetidos aos tratamentos.

2.2. Tratamentos com sanitizantes

Os repolhos cultivados em sistema orgânico e convencional foram submetidos aos tratamentos de imersão e disposto em papel-toalha para secagem. Foram realizados 4 tratamentos de sanitização (água, cloro e ozônio (duas concentrações), como demonstrado abaixo:

Tratamento controle – Os vegetais orgânicos e convencionais foram submetidos apenas às operações de lavagem com água da rede de abastecimento público durante 10 minutos.

Tratamento padrão - As amostras padrão (orgânicos e convencionais) foram submetidas ao tratamento de imersão em água clorada com 100 mg L⁻¹ de hipoclorito de sódio durante 10 minutos.

Tratamento por ozonização - Amostras de vegetais (orgânicos e convencionais) foram submetidas à sanitização por ozonização, utilizando-se água de abastecimento público, em dois tempos de exposição: 10 e 20 minutos. O equipamento utilizado gera em torno de 1 g de ozônio por litro por segundo, em um tanque de 180 litros (Figura1. A e B).



Figura 1. Tratamento com ozonização. A e B - Ozonizador utilizado para sanitizar os repolhos convencionais e orgânicos. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Os repolhos foram armazenados a 5°C e UR de >90%, avaliados em três retiradas intercaladas (0,12 e 20). Aos 12 e 20 dias foram retirados repolhos da câmara fria, analisados e mantidos em temperatura ambiente por mais 4 dias, para simular a comercialização.

2.3. Análises realizadas

Fenóis Totais: A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico com o uso do reativo de Folin-Ciocalteau (SINGLENTON; ROSSI, 1965). A leitura de absorbância foi realizada a 725 nm.

Flavonóides Totais: A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico adaptado de Santos; Blatt (1998); Awad et al. (2000). A leitura da absorbância foi realizada a 425 nm.

Ácido ascórbico: foi realizada pelo método de Tillmans foi feita por titulometria, baseando-se na redução do corante 2,6 diclorofenol-indofenol pelo ácido ascórbico. O ácido ascórbico foi colocado para reagir com o indicador oxidado o 2,6 diclorofenol-indofenol, (IAL, 2005).

Clorofila Total: foi realizada na matéria fresca segundo o método validado por Sims; Gamon (2002), que se basearam no coeficiente de absorvidade molar dos pigmentos: clorofilas e antocianinas em solução tamponada de acetona. Após centrifugação foram levados para análise em espectrofotômetro usando leitura na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b) e 537 (antocianina) nanômetros. Os valores de

absorbância foram convertidos com base nas fórmulas propostas por Sims e Gamon (2002).

Clorofila a ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,01373(A_{663}) - 0,000897(A_{537}) - 0,003046(A_{647})$;

Clorofila b ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,02405(A_{647}) - 0,004305(A_{537}) - 0,005507(A_{663})$;

Antocianinas ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,08173(A_{537}) - 0,00697(A_{647}) - 0,002228(A_{663})$.

O teor de clorofila total foi encontrado pela soma das clorofilas (clorofila A e clorofila B)

Teor de nitrato: O conteúdo de nitrato foi determinado através de um “medidor compacto de íon”, modelo c-141 da Horiba (Japão).

Teor de Poliaminas: foram analisadas de acordo com o método proposto por Flores; Galston (1982); Lima et al. (1999). Material fresco foi homogeneizado em ácido perclórico gelado 5 % (v/v) e, após centrifugação por 20 minutos a 4°C, foi adicionado ao sobrenadante cloreto de dansila e carbonato de sódio saturado e após uma hora a 60°C, foi adicionada prolina. O tolueno foi usado para extrair as poliaminas dansiladas e alíquotas foram aplicadas em placas de cromatografia de camada delgada (placas de vidro recobertas por sílica Gel 60G – Merck (20 x 20 cm) e submetidas à separação em fase móvel contendo clorofórmio: trietilamina (10:1). Padrões de putrescina, espermidina e espermina foram submetidos ao mesmo processo. As poliaminas foram quantificadas, por comparação com os padrões, também aplicados nas placas, por espectroscopia de emissão de fluorescência (excitação em 350 nm e medida de emissão em 495 nm), no “Video Documentation System”, utilizando o programa “Software Image Máster”, versão 2.0 da “Amersham Pharmacia Biotech” 1995, 1996.

Determinação da atividade antioxidante (DPPH•): A análise foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de BRAND-WILLIAMS et al., 1995. A leitura da absorbância foi realizada a 517 nm.

2.4. Análises microbiológicas

Nos vegetais orgânicos e convencionais, após tratamento de imersão em ozônio, água e cloro, foram realizadas análises microbiológicas, segundo as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Segundo essa resolução, o produto final deve apresentar-se isento de *Salmonella*, apresentar até 10^2 UFC/g de Coliformes termotolerantes, 10^3 UFC/g de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. As amostras foram analisadas através do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes (KORNACKI; JONHSON, 2001), detecção da presença de *Salmonella*, segundo (ANDREWS et al., 2001), enumeração de *Staphylococcus* coagulase positiva (LANCETTE; BENNETT, 2001).

Os extratos vegetais pulverizados em nitrogênio líquido foram ressuspensos em solução tampão fosfato de sódio 0,1 M, pH 7,0, previamente esterilizada a 121°C a 1 atm por 20 minutos e foram inoculados em meios de cultivos para a verificação da presença ou ausência de bactérias e fungos.

2.5. Análises de resíduos organoclorados

A determinação de resíduos organoclorados foi realizada no início do tratamento (caracterização e logo após os tratamentos de sanitização) em cromatografia de camada delgada, segundo AOAC (1995), onde à 5 gramas da amostra foram adicionadas 5 mL de água destilada, 0,5 mL de ácido fórmico, 2 mL de sulfato de sódio 30%, 30 mL de acetona, seguido de agitação por 10 minutos e posterior centrifugação a 2000rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi colocado em funil de separação extraído 2 vezes com 20 mL de éter de petróleo, desprezando-se a fase acetona. A fase de éter de petróleo foi filtrada sobre sulfato de sódio anidro com posterior secagem e resuspensão com 2 mL de éter de petróleo, sendo pingado na quantidade de 15 gotas em placa de gel sílica de 0,25 mm tendo como revelador a rodamina.

2.6. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos de sanitização (água, cloro e água ozonizada no tempo de 10 e 20 minutos) e dois sistemas de cultivo (orgânico e convencional). O material que veio do campo foi armazenados em câmara fria e temperatura ambiente.

Para comparação entre as médias, foi aplicado o teste estatístico de Tukey a 1% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o armazenamento em câmara fria, aos 12 dias, nota-se uma nítida tendência do maior teor de fenóis totais (Tabela 1) nos repolhos convencionais, permanecendo constante até o vigésimo dia, em todos os tratamentos. Após a retirada da câmara fria (simulação de comercialização), nota-se que os repolhos do cultivo convencional mostraram maior teor de fenóis em relação aos do cultivo orgânico na primeira retirada para o ambiente, isto é, aos 12 + 4. No tempo de 20 + 4 houve uma redução no teor de fenóis dos repolhos convencionais, exceto nos tratamentos com água ozonizada. Essa tendência encontrada de maior teor de compostos fenólicos totais em vegetais convencionais foi independente do sanitizante usado.

Geralmente os sanitizantes usados podem induzir alterações nas células, gerando espécies reativas de oxigênio e induzindo a atividade de enzimas oxidativas como a fenilalanina amonialiase (PAL, EC 4.2.1.5), enzima chave da síntese de compostos fenólicos (ALOTHMAN et al., 2010). Entre os sanitizantes (Tabela 1), apenas o tratamento com água ozonizada por 20 minutos em repolhos convencionais armazenados em câmara fria e/ou deixados por 4 dias em temperatura ambiente induziu aumento dos compostos fenólicos. Assim, neste estudo, o uso de água ozonizada parece não ter afetado potencialmente a PAL.

Tabela 1. Teor de fenóis (g/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Ambiente: Botucatu, FCA - UNESP, 2018.				
Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	0,32±0,02bA	0,31±0,01aA	0,25±0,02bB	0,27±0,01bA
Convencional	0,47±0,03aB	0,31±0,02aC	0,71±0,03aA	0,50±0,01aB
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	5,18			
12 dias a 5°C				
Orgânico	0,38±0,01bA	0,35±0,03bB	0,35±0,03bA	0,41±0,03bA
Convencional	0,58±0,04aA	0,51±0,02aB	0,57±0,04aA	0,56±0,03aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	5,64			
20 dias a 5°C				
Orgânico	0,32±0,01bA	0,37±0,01bA	0,35±0,03bA	0,34±0,02bA
Convencional	0,54±0,03aA	0,54±0,03aA	0,57±0,02aA	0,54±0,01aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	5,33			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,36±0,03bB	0,37±0,02bA	0,38±0,01bA	0,41±0,00bA
Convencional	0,53±0,03aC	0,57±0,01aB	0,59±0,01aB	0,66±0,03aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	4,05			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,46±0,02aA	0,47±0,02aA	0,44±0,03bA	0,38±0,00bB
Convencional	0,47±0,01aA	0,44±0,03aB	0,50±0,02aA	0,52±0,02aA
Sist x San	NS	NS	**	**
CV(%)	4,62			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Maiores teores de flavonóides totais (Tabela 2) foram observados logo após a sanitização nos repolhos orgânicos, para todos os tratamentos. Entretanto, essa tendência não é observada nos demais períodos de avaliação.

No décimo segundo dia houve maior teor de flavonóides totais em repolhos sanitizados com cloro no sistema de cultivo convencional. No vigessimo dia as sanitizações com cloro, água ozonizada no tempo de 10 e 20 minutos, no sistema de cultivo orgânico, assim como a sanitização com ozônio no tempo de 10 minutos no sistema de cultivo convencional, apresentaram maiores níveis desses compostos.

Tabela 2. Teor de flavonóides (mg/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	0,014±0,00aC	0,02±0,00aB	0,02±0,00aA	0,02±0,00aA
Convencional	0,01±0,00bA	0,01±0,00bA	0,01±0,00bB	0,01±0,00bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	8,77			
12 dias a 5°C				
Orgânico	0,01±0,00aA	0,01±0,00bA	0,01±0,00aB	0,01±0,00aB
Convencional	0,01±0,00aB	0,02±0,00aA	0,01±0,00aB	0,01±0,00aB
Sist x San	NS	**	NS	NS
CV(%)	12,02			
20 dias a 5°C				
Orgânico	0,01±0,00aB	0,02±0,00aA	0,02±0,00aA	0,02±0,00aA
Convencional	0,01±0,00aB	0,01±0,00bA	0,02±0,00aA	0,02±0,00bA
Sist x San	NS	**	NS	**
CV(%)	7,73			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,02±0,00aA	0,01±0,00bC	0,02±0,00bB	0,01±0,00aD
Convencional	0,01±0,00bC	0,02±0,00aA	0,02±0,00aB	0,01±0,00aD
Sist x San	**	**	**	NS
CV(%)	3,35			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,02±0,00aA	0,01±0,00bB	0,01±0,00aB	0,02±0,00aA
Convencional	0,02±0,00aB	0,02±0,00aA	0,01±0,00aB	0,02±0,00bB
Sist x San	NS	**	NS	**
CV(%)	11,65			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Pesquisas afirmam que o aumento de compostos fenólicos, incluindo os flavonóides em alguns vegetais poderiam ser causados por modificações na parede celular durante a exposição ao ozônio; estas modificações podem aumentar a extratibilidade e liberação de alguns compostos fenólicos da parede celular (ALOTHMAN et al., 2010). Assim, vegetais tratados com ozônio tenderiam a apresentar maiores teores de compostos fenólicos, incluindo flavonóides. Entretanto, esses resultados não foram observados em todos os tratamentos com água ozonizada; o único tratamento que esse efeito pode ser notado, isto é, aumento de compostos fenólicos é o uso de água ozonizada por 20 minutos em repolhos convencionais e o mesmo tempo para orgânicos, quando se avalia o teor de flavonóides.

Para os repolhos armazenados em temperatura ambiente (tempo de simulação de comercialização), não ocorreu também uma resposta conclusiva para orgânicos ou convencionais, submetidos as diferentes sanitizações, o que nos leva a afirmar que os sanitizantes usados não influenciaram no teor de flavonóides de repolhos. Houve um aumento significativo de flavonóides totais em repolhos cultivados em sistema orgânico tratados apenas com água e repolhos cultivados em sistema e cultivo convencional tratados com cloro, na primeira retirada. No tempo de 20+4 houve um aumento significativo desses compostos. Para as sanitizações tratadas com água e ozônio no tempo de 20 minutos no sistema de cultivo orgânico e repolhos cultivados em sistema e cultivo convencional tratados com cloro. Martínez-Sánchez et al. (2006) também não observaram alterações nos níveis de flavonóides em rúculas lavadas com água ozonizada, semelhante ao observado neste estudo.

Os compostos fenólicos, incluindo os flavonóides são descritos por ocorrerem em maior teor nos vegetais orgânicos (ASAMI et al., 2003; LIMA ; VIANELLO, 2011; PICCHI et al., 2012) e é influenciado pela cultura, condições de cultivo e época de colheita. Em nossa pesquisa, os fenóis totais foram maiores no cultivo convencional, sendo que a sanitização pouco influenciou o nível dessas substâncias. Por outro lado, não foi encontrada a mesma tendência para os flavonóides. Diferenças fundamentais entre os sistemas de produção orgânico e convencional, especialmente no manejo da fertilidade do solo, podem afetar a composição nutritiva das plantas, incluindo metabólitos secundários de plantas (VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2012).

Alguns pesquisadores sugerem que de entre os nutrientes usados para medidas de qualidade, os fotoquímicos apresentam um grande potencial para diferenciar os orgânicos dos convencionais (WOESE et al., 1997). Entre os fotoquímicos, os compostos fenólicos merecem atenção, pois estão relacionados com atividade antioxidante, colaborando na promoção da saúde. Os compostos fenólicos, apesar de não apresentarem importância nutricional direta, têm recebido muita atenção devido a sua atividade biológica. Uma hipótese sugere que os alimentos vegetais que contenham compostos metabólicos secundários apresentem efeitos benéficos à saúde, entre os quais o de anti-inflamatórios e antioxidantes (HOLLMAN; KATAN, 1999; HARBORNE; WILLIAMS, 2000).

Vários estudos demonstram a atividade antioxidante exercida pelos flavonóides (um composto fenólico), principalmente o de sequestrar várias espécies

oxidantes, tais como ânion superóxido, radical hidroxila e radical peroxila (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Além do potencial antioxidante, os flavonóides possuem outras propriedades, como atividade antimutagênica, redução dos riscos de doenças cardiovasculares, ação antiproliferativa de tumores, proteção à arterioesclerose, ação radioprotetiva, fortificante capilar, repositivo hormonal natural em mulheres na menopausa e propriedades antimicrobianas (YAO et al., 2004). Dessa forma, é de se esperar que os repolhos orgânicos apresentassem maior teor desses compostos, entretanto, em nossa pesquisa com repolhos, apenas os fenóis totais ocorreram em maior quantidade, enquanto para os flavonóides, não houve uma nítida diferenciação, indo de encontro a outros trabalhos em que repolhos cultivados organicamente continham maior teor de flavonóides (YOUNG et al., 2000).

Nesta pesquisa, em relação ao teor de ácido ascórbico (Tabela 3), mais uma vez pode ser notado que o tratamento com ozônio não influenciou nos níveis dessa vitamina. Os resultados podem nos levar a perceber que o tipo de cultivo foi mais influente do que a sanitização.

Em ambos os metabolismos de animais e de plantas, a função biológica do ácido L-ascórbico está centrada nas propriedades antioxidantes desta molécula. Vários estudos têm mostrado o efeito protetor desta substância no estresse oxidativo de plantas e também em várias doenças crônicas nos mamíferos, as quais são provocadas pelo estresse oxidativo (DAVEY et al., 2000). Muitos artigos tem descrito que vegetais cultivados de modo orgânico tendem a apresentar maiores teores de vitamina C (CARIS-VEYRAT et al., 2004; LIMA; VIANELLO, 2011).

Tabela 3. Teor de ácido ascórbico (mg/100g) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Temperatura ambiente: Botucatu, FCA - UNESP, 2013.				
Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	17,20±1,60aA	15,52±1,65bA	16,53±0,23aA	17,20±1,32aA
Convencional	18,08±0,44aA	19,25±1,02aA	16,35±0,83aA	15,21±1,44aB
Sist x San	NS	**	NS	NS
CV(%)	7,20			
12 dias a 5°C				
Orgânico	14,88±1,39aB	13,69±0,20aC	17,46±1,37aA	16,27±0,00aA
Convencional	13,35±2,34bB	13,13±0,17aA	14,81±1,38bA	12,03±1,20bB
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	6,58			
20 dias a 5°C				
Orgânico	21,96±0,26aA	22,62±2,08aA	17,66±1,79aB	17,86±1,59aB
Convencional	13,04±0,19bA	13,76±1,20bA	14,48±1,50bA	14,18±1,38bA
Sist x San	**	**	NS	**
CV(%)	8,50			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	15,87±0,00aA	11,90±1,32aC	13,71±0,15aB	13,45±0,38aB
Convencional	8,93±0,11bA	9,04±0,22bA	8,93±0,11bA	10,03±0,99bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	5,66			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	12,50±1,39aA	10,93±0,15aA	10,71±0,13aA	9,59±1,26bB
Convencional	12,57±0,99aA	10,03±0,99aB	11,57±0,00aA	13,45±0,38aA
Sist x San	NS	NS	NS	**
CV(%)	7,32			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Os valores encontrados neste estudo são muito próximos aos descritos na literatura. Um estudo realizado por Singh et al. (2007) em diferentes genótipos de repolhos, as variações são entre 5,9 a 12,9 mg de vitamina C por 100g e os autores atribuem essa diferença às variações genéticas, influência do meio ambiente, época de colheita, assim como os métodos de análise. Essa variação pode ser também influenciada pelo armazenamento e processamento, como descrita nos estudos de Rinaldi et al. (2005) com repolhos minimamente processados, que mostram valores iniciais de 25 mg/100g e após 15 dias de armazenamento refrigerado, os teores chegam a 10 mg/100g aproximadamente de vitamina C.

Em nosso estudo, os sanitizantes usados tiveram pouca influência no teor de ácido ascórbico. Nota-se diminuição em alguns tratamentos, mas sem uma tendência definida. No 20º dia de armazenamento em câmara fria, tratamento com água ozonizada induziu diminuição nos níveis dessa vitamina apenas nos repolhos orgânicos

Para os repolhos armazenados em temperatura ambiente, aos 12+4 os repolhos orgânicos sanitizados com cloro apresentaram menores teores de ácido ascórbico foi verificado em repolhos, enquanto que no segundo dia de armazenamento em temperatura ambiente, essa diminuição é notada apenas no maior tempo de exposição (20 minutos), também em repolhos orgânicos. O sistema antioxidante, o qual a vitamina C é integrante, seria esperado que prevenisse injúrias (KEUTGEN; PAWELZIK, 2008) tendo seu teor aumentado. Em cultivo orgânico, provavelmente, as plantas por estarem em ambientes sem a proteção de pesticidas, a tendência seria maior teor de ácido ascórbico e outras substâncias com potencial antioxidante. Além disso, devido ao ozônio ser uma agente capaz de promover estresse oxidativo, nos tratamentos usando água ozonizada poderia ocorrer uma diminuição nos níveis dessa vitamina. De acordo com alguns relatos, a geração de ROS induziria perdas de vitamina C, como uma forma de defesa das células (LEE; KADER, 2000; TIWARI et al., 2008). Entretanto, esse efeito não foi observado neste estudo, o que poderia mais uma vez contribuir com a hipótese de que as condições usadas (ozônio) não induziram estresse nas plantas, medidos pelos níveis de agentes antioxidantes, como compostos fenólicos e vitamina C. Outros estudos também observaram que o uso de ozônio ou cloro não afetou o teor de vitamina C, como relatado em alface minimamente processada (BELTRÁN et al, 2005).

Maiores teores de clorofila total (Tabela 4) foram observados logo após a sanitização dos repolhos cultivados em sistema de cultivo orgânico, com exceção do uso do ozônio por 20 minutos. Nessa época, os repolhos lavados apenas com água apresentaram o maior teor de clorofila total para os repolhos em cultivo orgânico. No décimo segundo dia, maior teor desse pigmento é observado nos repolhos convencionais, exceto naqueles tratados com cloro. No vigésimo dia não ocorreram variações entre os sistemas de cultivo nos tratamentos usando água e água ozonizada por 20 minutos. Nesta época de análise, as hortaliças do sistema orgânico não apresentaram variações significativas entre os tratamentos de sanitização.

Para os repolhos armazenados em temperatura ambiente (tempo de simulação de comercialização), aos 12 + 4 dias, os repolhos convencionais mostraram

maiores teores de clorofila total (clorofila a + b), sendo que o uso de cloro ou água ozonizada induziram os menores valores. Esse efeito não é observado aos 20 +4 dias, isto é, ocorreram variações entre os sistemas de cultivo, o que não nos permite afirmar qualquer resposta definida, entretanto, nota-se que o uso de água ozonizada por 20 minutos induziu maiores teores de clorofilas totais em ambos sistemas de cultivo.

Tabela 4. Teor de clorofila total ($\mu\text{g}/100\text{g}$) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
	1dia a 5°C			
Orgânico	3,09±0,05aA	2,33±0,28aB	0,78±0,00aC	1,03±0,09bC
Convencional	0,59±0,07bB	0,35±0,03bB	0,01±0,00bC	3,73±0,65aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	11,44			
	12 dias a 5°C			
Orgânico	0,69±0,05bA	1,22±0,17aA	0,58±0,08bA	1,10±0,17bA
Convencional	3,37±0,77aB	1,51±0,23aC	4,01±1,08aB	6,12±0,66aA
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	10,79			
	20 dias a 5°C			
Orgânico	0,97±0,05aA	0,85±0,00bA	0,67±0,08bA	0,79±0,03aA
Convencional	1,22±0,14aB	3,16±0,11aA	3,67±0,47aA	0,94±0,33aB
Sist x San	NS	**	**	NS
CV(%)	9,92			
	12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente			
Orgânico	0,78±0,04bB	1,32±0,05bA	0,45±0,02bC	1,15±0,15bA
Convencional	4,65±0,13aA	3,42±0,34aB	3,06±0,43aB	3,28±0,13aB
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	9,43			
	20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente			
Orgânico	0,80±0,05aB	1,00±0,05bB	0,96±0,04bB	4,56±0,16aA
Convencional	0,74±0,14aC	3,14±0,83aB	2,97±0,49aB	3,28±0,52bA
Sist x San	NS	**	**	**
CV(%)	8,64			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

O teor de clorofila é um dos parâmetros mais eficazes na avaliação da qualidade pós-colheita, indicando o grau de senescência das folhosas além de fornecer informações como o grau de amadurecimento, estado de conservação e nutrição mineral (SILVA et al., 2007). Os sanitizantes usados não mostraram uma tendência definida em induzir aumentos ou diminuições nos teores de clorofila total em repolhos, seja orgânico

ou convencional. Resultados semelhantes foram descritos por Soares (2012) que não evidenciou em seu estudo influência significativa na degradação de clorofila tratada com água ozonizada em alface.

Alguns estudos mostram que o uso de ozônio pode promover a destruição de clorofilas e carotenoides, como relatado por Sakaki et al. (1983) após o tratamento de folhas de espinafre com ozônio. Outros relatos mostram que o ozônio induz degradação de clorofila, como encontrado por Saitanis et al. (2001) em tabaco. Em nossa pesquisa, este efeito não foi observado em repolhos (Tabelas 4), com exceção do primeiro dia, logo após a lavagem dos repolhos orgânicos com os sanitizantes e no 12º dia, nos repolhos convencionais. Outros relatos mostram resultados semelhantes aos obtidos em nossa pesquisa, como os dados obtidos com gramíneas (SLOAN; ENGELKE, 2005), que relatam que o uso de água ozonizada promoveu o aumento do teor de clorofila.

De acordo com Knudson et al. (1977); Della Torre et al. (1998), o conteúdo de clorofila pode ser um indicador de avaliação de injúrias promovido por ozônio. Em nossa pesquisa, o ozônio usado como sanitizante (dissolvido em água) não foi deletério na diminuição dos níveis de clorofilas em repolhos.

Em relação ao teor de nitrato (Tabela 5), no início do experimento notou-se maior teor de nitrato em repolhos convencionais, sob tratamento com ozônio no tempo de 10 minutos. No 12º dia os repolhos convencionais apresentaram valores de nitrato superiores para os repolhos orgânicos sanitizados com cloro e ozônio no tempo de 20 minutos.

E no 20º dia de armazenamento maiores teores de nitrato foram encontrados em repolhos convencionais sanitizados com água, cloro e ozônio no tempo de 10 minutos.

Após a retirada da câmara fria para temperatura ambiente (simulação de comercialização), não ocorreu uma resposta definitiva para orgânicos e convencionais. No dia 12+4 houve um aumento significativo no teor de nitrato em repolhos cultivados em sistema orgânico tratados com cloro, sendo que na segunda retirada houve um aumento significativo no teor de nitrato para a sanitização tratada com ozônio no tempo de 10 e 20 minutos no sistema de cultivo orgânico e repolhos cultivados em sistema de cultivo convencional tratados com cloro.

Tabela 5. Teor de nitrato (PPM) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo					Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20				
					1dia a 5°C			
Orgânico	3800±0aC	4600±300aA	4450±150bA	4050±250aB				
Convencional	3400±200aC	4500±300aB	5150±250aA	4000±265aB				
Sist x San	NS	NS	**	NS				
CV(%)	5,16							
					12 dias a 5°C			
Orgânico	3600±100aA	3266±115bA	2800±0aB	3250±50bA				
Convencional	3700±0aA	3733±153aA	3050±450aB	4050±550aA				
Sist x San	NS	**	NS	**				
CV(%)	7,11							
					20 dias a 5°C			
Orgânico	3700±300bB	2500±100bC	3800±265bB	4200±200aA				
Convencional	4650±150aA	3850±50aC	4900±100aA	4500±173aB				
Sist x San	**	**	**	NS				
CV(%)	4,01							
					12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente			
Orgânico	4750±250aC	7300±300aA	5350±50aB	4350±50aC				
Convencional	4900±300aA	4950±50bA	4800±0bA	3600±200bB				
Sist x San	NS	**	**	**				
CV(%)	4,04							
					20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente			
Orgânico	6000±500aC	4250±250bD	6900±100aB	7800±0aA				
Convencional	4550±150bB	5666±208aA	4300±300bB	5600±100bA				
Sist x San	**	**	**	**				
CV(%)	4,36							

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Vários estudos têm descrito que vegetais cultivados de modo orgânico tendem a apresentar maior teor de nitrato (BOURN; PRESCOTT, 2002; VOGTMANN et al., 1993; MIYAZAWA et al., 2001). Segundo Chung et al. (2004), em ambiente refrigerado, a enzima redutase do nitrato mostra baixa atividade em função da baixa temperatura. Em hortaliças armazenadas à temperatura ambiente, os autores observaram aumento significativo do nível de nitrito e redução do nível de nitrato após o quarto dia. Provavelmente, esse efeito não ocorreu no experimento, pois nota-se que não ocorreram grandes variações entre a refrigeração e ambiente, em relação aos níveis de nitrato. Os vegetais são fontes naturais de nitrato, composto utilizado como fonte de nitrogênio para o crescimento das plantas. Estima-se que os vegetais, em particular os

verdes folhosos, contribuam com mais de 70% do nitrato total ingerido. No entanto, as concentrações normais de nitrato e nitrito nos alimentos naturais dependem do uso de fertilizantes e das condições nas quais os alimentos são cultivados, colhidos e armazenados (GUADAGNIN, 2004).

As maiores fontes de ingestão de nitrato são a água, carnes curadas (embutidos) e os vegetais (SANTAMARIA, 2006). A FAO (Organização das Nações Unidas) responsável pela agricultura e alimentação em nível mundial relata que o índice máximo de ingestão diária admissível de nitrato é de $2,5 - 5 \times 10^3$ ppm ou mg/kg ou µg/g.

Miyazawa et al. (2001) sugerem que a ingestão diária de aproximadamente 9 folhas de alface hidropônica, para uma pessoa de 70 kg, já atingiria o nível da dose de nitrato máxima permitida, entretanto, isto pode ser um equívoco, já que em seus experimentos utilizaram valores com base na matéria seca. Entretanto, estes autores não estavam tão fora da realidade, já que os vegetais *in natura* realmente contêm níveis preocupantes destas substâncias, principalmente as folhosas (SANTAMARIA, 2006). Uma estatística realizada nos Países Baixos mostrou que 15% da população estavam ingerindo nitrato acima do índice de ingestão diária recomendada e que 45% das crianças estavam ingerindo acima deste índice. As maiores fontes responsáveis por este aumento foram batatas e alface. Em nosso estudo, os níveis encontrados para repolhos, orgânicos e convencionais, estão dentro dos limites preconizados pela FAO e o uso de água ozonizada não induziu a formação desses compostos, o que poderia ser um fator interessante para a recomendação do seu uso nas sanitizações domésticas ou industriais.

Maiores teores de putrescina (Tabela 6) foram observados logo após colheita e a sanitização nos repolhos convencionais, para todos os tratamentos, sendo que os sanitizantes usados não tiveram influência no teor de putrescina. No décimo segundo dia maiores teores de putrescina foram observados nos repolhos orgânicos, independente do tratamento de sanitização, sendo que os sanitizantes usados também não influenciaram no teor de putrescina. No vigésimo dia, os maiores níveis dessa diamina ocorreram nos repolhos do sistema convencional e o uso de água ozonizada nos tempos de 10 e 20 minutos apresentaram maiores níveis de putrescina em repolhos de cultivo convencional e orgânico.

Após 16 dias (12 de refrigeração + 4 de ambiente) os repolhos convencionais tratados com água e com cloro mostraram os maiores valores, enquanto aos 24 dias de ambiente, isto é 20 de câmara fria e 4 de ambiente, os repolhos oriundos do

cultivo orgânico, tenderam a mostrar os maiores teores de putrescina, com destaque para os tratamentos com água ozonizada.

Tabela 6. Teor de putrescina ($\mu\text{g/g}$) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	4,89 ±0,08bA	5,11 ±0,08 bA	5,66 ±0,05 bA	6,39 ±0,71 bA
Convencional	14,25±3,89aA	14,12 ±0,72 aA	12,85 ±0,98aA	15,20±0,09 aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	13,99			
12 dias a 5°C				
Orgânico	13,11±1,69aA	11,98 ±0,51 aA	11,41 ±0,73aA	12,37±1,09 aA
Convencional	2,96±1,39 bA	4,28 ±0,03 bA	1,91±0,75 bA	4,33±2,18 bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	15,71			
20 dias a 5°C				
Orgânico	3,37±0,24bB	2,95±0,91 bB	7,17±0,05 bA	5,69±0,58 bA
Convencional	9,99±0,79 aC	15,14±0,42 aB	32,29±1,80 aA	33,60±1,39 aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	6,91			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,83±0,33 bB	1,58±0,30 bA	1,57±0,13 aA	5,11±0,88 aA
Convencional	6,29±1,04 aB	10,70±3,83 aA	3,83 ±0,72 aB	3,23±0,75 aB
Sist x San	**	**	NS	NS
CV(%)	17,69			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,73±0,30 bD	8,82±1,24 aC	14,50±0,48aA	10,35±0,10 aB
Convencional	3,04±0,35 aA	1,63±0,19 bB	3,79 ±0,12bA	3,89±0,15 bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	9,14			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Os níveis de espermidina (Tabela 7) dos repolhos convencionais tratados com cloro, no primeiro dia de análise, não mostraram diferença significativa dos orgânicos, sanitizante não permitido para os orgânicos, exceto aos 12 dias, todos os repolhos orgânicos apresentaram valores menores que o convencional.

Tabela 7. Teor de espermidina ($\mu\text{g/g}$) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo		Sanitizantes		
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1 dia a 5°C				
Orgânico	35,21±2,34bA	28,28 ±1,24aB	16,82± 0,09bC	12,05 ±1,36bD
Convencional	45,24±0,99aA	32,27 ±0,97aB	28,43 ±1,03aB	32,54 ±3,43aB
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	6,27			
12 dias a 5°C				
Orgânico	25,69±2,53aA	25,06 ±0,21aA	21,69 ±1,87aB	22,43 ±3,24aA
Convencional	12,36±0,76bA	13,41 ±0,94bA	12,27 ±0,78bA	15,60± 2,53bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	8,93			
20 dias a 5°C				
Orgânico	10,16±0,61bC	7,23± 0,19Bc	14,72± 0,87bB	21,69 ±0,31bA
Convencional	39,80±2,45aB	23,16± 1,46aC	62,08± 2,34aA	64,37 ±0,87aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	4,65			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	9,56 ±2,19bA	1,73± 0,68bB	7,70± 0,06bA	3,03± 1,37bB
Convencional	23,01±0,76aB	22,03±1,49aB	23,67±2,07aA	26,60±1,21aA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	10,16			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	1,63± 0,17bC	3,10 ±0,32bB	8,29 ±1,94aA	6,14 ±0,03bA
Convencional	29,41±3,08aA	9,56 ±1,49aC	11,97±0,53aC	16,64±1,49aB
Sist x San	**	**	NS	**
CV(%)	14,43			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Maiores teores de espermina (Tabela 8) foram observados logo após a colheita e sanitização nos repolhos convencionais. Aos 12 dias, os resultados mostram valores muito abaixo dos demais dias mesmo se expostos ao ambiente (12 + 4). Aos 20 dias de câmara fria, nos repolhos orgânicos ozonizados foram encontrados teores superiores a média geral e esse resultado não se manteve após a retirada da câmara fria e mantidos por 4 dias em ambiente, isto é, os maiores valores foram observados para os repolhos convencionais.

Tabela 8. Teor de espermina ($\mu\text{g/g}$) em repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Sistema de cultivo	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	565,02±15,12bB	598,38±33,13aA	568,39±7,17aA	550,77±11,86bB
Convencional	598,48±14,27aA	616,84±3,16aA	571,34±2,50aB	603,72±4,77aA
Sist x San	**	NS	NS	**
CV(%)	2,26			
12 dias a 5°C				
Orgânico	24,18±0,11aB	26,91±0,68aA	23,58±2,34aB	19,86±0,15aC
Convencional	10,91±0,85bC	14,29±0,71bA	16,46±1,65bA	13,75±0,50bB
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	5,85			
20 dias a 5°C				
Orgânico	222,31±10,72bC	184,85±2,37aC	640,35±54,10aA	559,42±53,53aB
Convencional	545,48±32,40aA	225,86±3,88aB	272,46±3,88bB	256,60±17,34bB
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	8,29			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	12,09±4,62bC	33,86±1,95aB	37,05±3,60aB	48,08±9,22aA
Convencional	27,09±0,96aB	22,44±0,84bC	31,84±1,04aA	36,88±1,64bA
Sist x San	**	**	NS	**
CV(%)	11,88			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	146,12±2,49bA	145,22±12,21bA	155,91±10,60bA	176,48±0,92bA
Convencional	308,60±7,69aA	301,14±6,82aA	290,50±2,37aA	258,29±36,88aB
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	6,65			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

As condições de armazenamento (umidade, temperatura, tratamentos com reguladores vegetais), a cultivar e o tempo de armazenamento pós colheita têm sido descrito como um dos principais fatores que afetam a qualidade e /ou a quantidade das poliaminas (ADÃO; GLÓRIA, 2005). Nota-se que os repolhos orgânicos, sanitizados ou não, mostraram tendência de menores teores de putrescina e espermidina. Essas aminas, juntamente com espermina, histamina e tiramina, tem sido sugeridas como indicadoras de deterioração de alimentos (REMANTANIS et al., 1985).

A putrescina é geralmente descrita na literatura, como a amina mais abundante nos alimentos (TETI et al., 2002). Em nosso estudo, essa diamina apresentou teores inferiores se comparados com a espermidina e espermina. Baixos níveis desta amina

tem sido relatado em tecidos vegetais, pois é geralmente formada durante a decomposição (*post-mortem*) de matéria orgânica (SHALABY, 1996; SILLA SANTOS, 1996) pois, nesta fase do metabolismo, ocorre acúmulo de putrescina, por não haver mais conversão em espermidina e espermina, já que todo o SAM (S-adenosilmetionina, precursor da síntese de etileno) é desviado para a síntese de etileno (BOUCHEREAU et al., 2000). Assim, os níveis encontrados nos repolhos orgânicos podem evidenciar maior preservação dos vegetais durante a pós-colheita.

O uso da água ozonizada como sanitizante influenciou os níveis de putrescina a partir do vigésimo dia de manutenção em câmara fria e durante o armazenamento, em ambos períodos estudados. O ozônio apresenta um efeito oxidativo, que pode causar danos às membranas das células, como descrito por diversos autores (BUNNING; HEMPEL, 1996; BORS et al., 1989)

Como essa amina, juntamente com esperimidina e espermina são descritas como antioxidantes, o aumento dos níveis observados após a sanitização com água ozonizada poderia ser um modo de evitar a deterioração das células promovidas pelos radicais livres formados durante o processo. Ao observar a tabela 9 (referente ao potencial antioxidante total – DPPH), nota-se que nesses tratamentos, ocorreu também um aumento da capacidade antioxidante dos repolhos orgânicos. Como os níveis de compostos fenólicos e vitamina C, as poliaminas poderiam estar participando das reações contra radicais livres formados, contribuindo para aumentar o potencial antioxidante do sistema.

As poliaminas apresentam atividade antioxidante por protegerem os ácidos nucleicos contra desnaturação enzimática ou oxidativa e por previnirem contra peroxidação de lipídeos (BOUCHEREAU et al., 1999). Segundo Lovaas (1997), as poliaminas atuam como quelantes de metais, diminuindo sua ação oxidativa nas células. Em vegetais, as poliaminas participam na floração, no desenvolvimento do fruto, na resposta ao estresse e inibem a produção de etileno e a senescência. Participam também da síntese de metabólitos secundários de interesse biológico, como a nicotina e alcalóides (LIMA; GLÓRIA, 1999).

Putrescina não apresenta efeito adverso na saúde, porém pode potencializar os efeitos tóxicos da tiramina ou histidina, por competir por enzimas detoxificantes e podem reagir com nitrito para formar nitrosaminas heterocíclicas carcinogênicas (SILLA - SANTOS, 1996). Estas aminas são endógenas e indispensáveis para a vida celular e são importantes na proliferação, regulação da função dos ácidos

nucléicos, síntese protéica, desenvolvimento cerebral, crescimento e regeneração de diversas células (ELIASSEN et al., 2002; KALAC; KRAUSOVÁ, 2005).

Baixos níveis de aminas biogênicas nos alimentos não são considerados maus para a saúde. Entretanto, quando consumidos em teores excessivos, elas podem causar danos farmacológicos, fisiológicos e efeitos tóxicos. Tem sido relatado que há relação da ligação de elevados teores de aminas biogênicas e câncer de cólon (PAPROSKI et al., 2002).

Após a colheita e lavagem dos repolhos com os diferentes sanitizantes, a atividade antioxidante medida através do DPPH no primeiro dia de análise (Tabela 9) mostra que o uso de cloro e a água ozonizada por 20 minutos foi menor nos repolhos cultivados de modo orgânico. Após 12 e 20 dias de câmara fria, esses vegetais orgânicos apresentaram maior atividade quando lavados com água clorada e água ozonizada, independente do tempo de exposição. Entretanto, esse resultado se altera aos 12 dias de câmara + 4 de ambiente, isto é, a atividade antioxidante total após a lavagem apenas com água e o uso de ozônio foi maior nos repolhos convencionais, enquanto que aos 20 + 4, os repolhos orgânicos sanitizados com ozônio no tempo de 20 e repolhos convencionais sanitizados com cloro apresentaram maiores teores de capacidade antioxidante.

Tabela 9. Capacidade antioxidante ($\mu\text{m/g}$) de repolhos orgânicos e convencionais, tratados em diferentes métodos de sanitização, armazenados em câmara fria e em temperatura ambiente. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Ambiente: Botucatu, FCAV/UNESP, 2010.				
Sistema	Sanitizantes			
	Água	Cloro	Ozônio 10	Ozônio 20
1dia a 5°C				
Orgânico	0,04±0,00aA	0,03±0,01bB	0,06±0,01aA	0,06±0,01bA
Convencional	0,05±0,00aC	0,11±0,01aA	0,056±0,01aC	0,08±0,01aB
Sist x San	NS	**	NS	**
CV(%)	15,92			
12 dias a 5°C				
Orgânico	0,03±0,00bC	0,09±0,01aA	0,09±0,00aA	0,07±0,01aB
Convencional	0,05±0,01aA	0,10±0,00bB	0,03±0,01bB	0,05±0,00bA
Sist x San	**	**	**	**
CV(%)	11,82			
20 dias a 5°C				
Orgânico	0,05±0,01aB	0,05±0,01aB	0,05±0,01aB	0,08±0,01aA
Convencional	0,04±0,00aA	0,03±0,00aA	0,01±0,00bC	0,02±0,00bB
Sist x San	NS	NS	**	**
CV(%)	10,84			
12 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,04±0,01bB	0,06±0,01aA	0,04±0,01bB	0,03±0,01bB
Convencional	0,08±0,00aA	0,05±0,00aB	0,06±0,01aB	0,08±0,01aA
Sist x San	**	NS	**	**
CV(%)	11,14			
20 dias a 5° C + 4 dias a temperatura ambiente				
Orgânico	0,06±0,00bB	0,05±0,01bB	0,05±0,00aB	0,11±0,01aA
Convencional	0,08±0,00aB	0,12±0,01aA	0,06±0,01aC	0,06±0,00bC
Sist x San	**	**	NS	**
CV(%)	9,10			

Letras minúsculas na coluna comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas na linha comparam médias entre sanitizantes para cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade. NS: Não Significativo

Devido a senescência ou outras condições de estresse, como armazenamento em baixa temperatura, pode ocorrer incrementos nos níveis de espécies reativas de oxigênio (NAVABPOUR et al., 2003). Por outro lado, certas culturas como o morango apresentaram menor nível de antocianina e aroma quando armazenados em baixa temperatura (AYALA-ZAVALA et al., 2004). Em nosso estudo, houve uma tendência de menor atividade antioxidante durante o armazenamento de repolhos e aumento após a transferência para o ambiente. Uma hipótese para esse resultado seria que as enzimas estariam com menor atividade devido a temperatura de armazenamento (GRAHAM; PATTERSON, 1982) o que promoveria menor transformação dos substratos, independente do modo de cultivo. Ao serem levados para condições ambientais, ocorreriam alterações na

cinética enzimática e conseqüentemente, mudanças nos níveis de compostos com potencial antioxidante. Outros estudos comprovam essa hipótese como os relatos de Yamaguchi et al. (2003). Eles mostraram maior diminuição na atividade anti radicalar de alface, brócolis e bardana a 25 °C comparada a 4 °C. Outros relatos também mostram que a temperatura mais alta, pode induzir aumento na capacidade antioxidante, como o encontrado em morangos por Ayala-Zavala et al. (2004).

Em relação à análise de capacidade antioxidante total, medida através do DPPH (Tabela 9), nota-se maior atividade após doze dias de armazenamento em temperatura ambiente para os tratamentos sanitizados com cloro e ozônio no tempo de 10 minutos, no cultivo orgânico, no final do experimento a sanitização com ozônio no tempo de 10 minutos, em sistema de cultivo convencional apresentou o menor capacidade antioxidante. Os repolhos armazenados sob refrigeração mostraram aumento da capacidade antioxidante após sua segunda retirada para o ambiente, nos tratamentos com cloro, no sistema convencional e ozônio no tempo de 20 minutos, no sistema orgânico. Arbos et al. (2010), estudando as variações na atividade antioxidante de alface, rúcula e almeirão, evidenciou a superioridade das hortaliças provenientes do cultivo orgânico, quando comparadas às obtidas pelo sistema convencional, os autores atribuem esse efeito ao maior teor de compostos fenólicos presentes em vegetais cultivados de modo orgânico.

A partir dos resultados de atividade antioxidante total, não é possível afirmar que os orgânicos foram melhores que os convencionais, como diversas pesquisas apontam (JIN et al., 2011). Estudos de Magkos et al. (2003); Lairon (2009) não evidenciam a superioridade dos alimentos orgânicos sobre os convencionais.

Os sanitizantes usados não mostraram uma tendência definida para aumentar ou diminuir a atividade antioxidante de repolhos, seja orgânico ou convencional. Geralmente, o ozônio é usado para estender a vida após a colheita de frutos e hortaliças. Um estudo com melões mostra que o uso do ozônio induziu aumento na atividade antioxidante, também medida através do uso do DPPH (SILVEIRA et al., 2010). Entretanto, em nosso estudo, o uso de água ozonizada não mostrou o mesmo efeito, independente do sistema de produção.

Não foi detectada a presença de pesticidas nas amostras de repolhos orgânicos e convencionais (Tabela 10), diferente de muitos autores que encontraram contaminação por pesticidas em plantas cultivadas de modo convencional quando

comparado ao sistema de cultivo orgânico. (BAKER et al., 2002; PUSSEMIER et al., 2006).

Tabela 10. Análise de pesticida nas amostras de repolho orgânico e convencional. Botucatu, FCA- NESP, 2013.

Amostras	Carbamatos	Clorados	Fosforados
Repolho Org. Campo	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Org. Água	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Org. Cloro	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Org. Ozônio 10	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Org. Ozônio 20	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Conv. Campo	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Conv. Água	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Conv. Cloro	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Conv. Ozônio 10	N.D.	N.D.	N.D.
Repolho Conv. Ozônio 20	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.=Não detectado, apresentando perfis cromatográficos semelhantes em todos os tratamentos.

Não foram observada presença de microorganismos (*Salmonella*, coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*), nas amostras de repolhos orgânicos e convencionais analisadas, sendo que a sanitização com ozônio foi eficaz na manutenção da qualidade microbiológica (Tabela 11).

Tabela 11. Análise microbiológica de *Salmonella*, Coliformes totais, Coliformes termotolerantes e *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. nas amostras de repolho orgânico e convencional. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Amostras	<i>Salmonella</i> (UFC/g)	Coliformes totais NMP/g	Coliformes termotolerantes NMP/g	<i>Staphylococcus</i> <i>aureus</i> (UFC/g)	<i>Escherichia</i> <i>coli</i> . (UFC/g)
Repolho Org. Água	Ausência	23	< 3	< 100	< 100
Repolho Org. Cloro	Ausência	9,1	< 3	< 100	< 100
Repolho Org. Ozônio 10	Ausência	9,1	< 3	< 100	< 100
Repolho Org. Ozônio 20	Ausência	< 3	< 3	< 100	< 100
Repolho Conv. Água	2,3X 10 ³	< 3	< 3	< 100	< 100
Repolho Conv. Cloro	Ausência	< 3	< 3	< 100	< 100
Repolho Conv. Ozônio 10	Ausência	2,3 x 10 ⁷	1,1 x 10 ⁵	< 100	< 100
Repolho Conv. Ozônio 20	Ausência	2,4 x 10 ⁶	9,1 x 10 ⁴	< 100	< 100

Leifert et al. (2008) mostraram que não há evidências científicas que alimentos orgânicos possam ser mais suscetíveis a contaminação microbiológica que alimentos convencionais.

Segundo Arbos et al. (2008), o modo de produção, convencional ou orgânico, não interfere preponderantemente na qualidade das hortaliças e sim as práticas inadequadas de produção é que aumentam significativamente o nível de contaminação.

A partir dos resultados, não é possível afirmar que os orgânicos foram melhores que os convencionais. Os sanitizantes usados não mostraram influência na atividade antioxidante de repolhos, seja orgânico ou convencional.

A sanitização com ozônio foi eficaz na manutenção da qualidade microbiológica. Não foi detectada presença de pesticida nas amostras de repolho orgânico e convencional.

4. REFERÊNCIAS

- ADÃO, R.C.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*). **Food Chemistry**, v.90, p.705-711, 2005.
- ADEGOKE, G. O.; KUMAR, M. N.; GOPALAKRISHNA, A. G.; VARDARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B.R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, v. 35, p. 283-298, 1998.
- ALOTHMAN, M., KAUR, B., FAZILAH, A., BHAT, R., AND KARIM, A. A. Ozone-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innov. Trends in Food Science & Technology**, 11(4), 666–671, 2010.
- ANDREWS, W. H.; FLORES, R. S.; SILLIKER, J.; BAILEY, J. S. *Salmonella* In: DOWNES F. P; ITO, K. (Eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC: Apha, 2001. p. 357-380.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Arlington, VA: **Association of Official Analytical Chemists**. 1995.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S.; STERTZ, S. C.; CARVALHO, L. A.; OLIVEIRA JR., C. A. Condições sanitárias de alface, cenoura e tomate orgânicos na região metropolitana de Curitiba-PR. In: ORGÂNICA 2008 – Fórum Internacional do Complexo Agroindustrial Orgânico e Biotecnologias. (2008: Curitiba). **Anais...** Curitiba-PR: Orgânica, 2008. CD Rom. p. 044. ISBN 978-85-60299-02-7.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S, STERTZ, S. C; DORNAS, M. F. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(2): 501-506, abr.-jun. 2010.
- ASAMI, D. K., HONG, Y. J., BARRETT, D. M.; MITCHELL, A. E. Comparison of the total phenolics and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 51, 1237-1241. 2003.
- AWAD, M. A.; DE JAGER, A; VAN WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, v.83, p.249-263, 2000.

AYALA-ZAVALA, J. F.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. **LTW – Food Science and Technology**, 37 (2004), pp. 687–695

BAKER, B. P; BENBROOK, C.M; GROTH, III E; BENBROOK, K.L. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. **Food Additives and Contaminants**. 2002; 19(5): 427-446.

BAUR, S.; KLAIBER, R.; HAMMES, W. P.; CARLE, R. Sensory and microbiological quality of shredded package iceberg lettuce as affected by pre-washing procedures with chlorinated and ozonated water. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.5, p.45-55, 2004

BELTRAN, D.; SELMA, M. V.; MARIN, A.; GIL, M. I. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, 53, 5654e5663, 2005.

BORGUINI, R. G. Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião dos consumidores. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP**. Piracicaba, p127, 2002.

BORS, L.; CRISTÃOS, L.; MICHEL, C.; SANDERMANN J. R. H. Polyamines as radical scavengers and protectants against ozone damage. **Phytochemistry**. Volume 28, Issue 6 , 1989, páginas 1589-1595.

BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F.; TANGUY, J.M. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Science**, v.140, p.103-125, 1999.

BOUCHEREAU, A.; GUÉNOT, P.; LARHER, F. Analysis of amines in plant materials. **Journal of Chromatography B**, v. 747, p. 49-67, 2000.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and a conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, New Zealand, v.42, n.1, p.1-34, 2002.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**., v. 28, p. 25-30, 1995.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 37, n. 10, p. 1349-1358, out. 2002.

BUNNING, G; HEMPEL, D. C. Vital-Fluorochromization of Microorganisms Using 3',6'-Diacetylfluorescein to Determine Damages of Cell Membranes and Loss of Metabolic Activity by Ozonation. *Ozone: Science & Engineering: The Journal of the International Ozone Association*. **Volume 18, Issue 2**, 1996.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.18, p. 69-101, 2001.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M. J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J. C, BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2004; 52: 6503-6509.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos & Nutrição**, v.19, p.341-349, 2008.

CHUNG, J. C.; CHOU, S. S.; HWANG, D. F. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. **Food Additives and Contaminants**, 21: 317-322, 2004.

DAVEY, M.W.; MONTAGU, M.V.; INZE, D.; SANMARTIN, M.; KANELIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J.; FAVELL, D.; FLETCHER, J. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 80: 825-860, 2000.

DELLA TORRE, G.; FERRANTI, F.; LUPATTELLI, M.; POCCHESCHI, N.; FIGOLI, A.; NALI, C.; LORENZINI, G. Effects of ozone on morphoanatomy and physiology of *Hedera helix*. **Chemosphere** 36, 651- 656, 1998.

ELIASSEN, K. A., REISTAD, R., RISOEN, U., & RONNING, H. F. Dietary polyamines. **Food Chemistry**, 78, 273–280, 2002.

FLORES, H. E.; GALSTON, A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, v.69, p.701-706, 1982.

GONZAGA, I. B.; MARTENS, A.; COZZOLINO, S. M. F. Selênio. IN: COZZOLINO S.M.F. **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 2.ed. São Paulo: Manole. P. 575-613, 2007.

GRAHAM, D.; PATTERSON, B. D. RESPONSES OF PLANTS TO LOW, NONFREEZING TEMPERATURES: PROTEINS, METABOLISM, AND ACCLIMATION. **Plant Physiology**, 1982. 33:347-72

GUADAGNIN, S. G. **Avaliação do teor de nitrato em hortaliças folhosas produzidas por diferentes sistemas de cultivo**. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, 2004.

HARBONE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v.55, p.481-504, 2000.

HOLLMAN, P. C. H; KATAN, M.B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.937-942, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. IV ed. Brasília: Editora Anvisa, p.672-673, 2005.

JIN, P.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y; ZHENG, Y. Effect of cultural system and storage temperature on antioxidant capacity and phenolic compounds in strawberries. **Food Chemistry**, Volume 124, Issue 1, 1 January 2011, Pages 262–270.

KALAC, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v. 90, p. 219-230, 2005.

KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Influence of pre-harvest ozone exposure on quality of strawberry fruit under simulated retail conditions. **Postharvest Biology and Technology**, 49(1),414 10-18. (2008).

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; KHADRE, M. A. Ozone and its current and future application in the food industry. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.45, p.167-218, 2003.

KNUDSON, B. L.; TIBBITTS, T. W. Variation in ozone sensitivity and symptoms expression among cultivars of *Phaseolus vulgaris* L. J. Am. Soc. **Horticulturae Scientia**, 104, 208-210. 1977.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON J. L. Enterobacteriaceae, Coliforms and *Escherichia coli* as Quality and Safety Indicators. In: ITO, K. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Food**. 4 ed. Ann Arbor: Sheridan Books 532p cap 8, p 69-82, 2001.

LAIRON, D. Nutritional quality and safety of organic food. **A review Agron Sustain**, 2009.

LANCETTE G. A.; BENNETT, R. W. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins. In: F.P. Downes and K. Ito, Editors, **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**, Apha, pp.387–403, 2001.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, 2000, 20, 207-220.

LEIFERT, C.; BALL, K.; VOLAKAKIS, N.; COOPER, J. M. Control of enteric pathogens in ready to eat vegetable crops in organic and “low input” production systems: a HACCP-based approach. **Journal of Applied Microbiology**, p. 1-20. The Society for Applied Microbiology, 2008.

LIMA, G. P. P; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based food. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1-13, 2011.

LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G.; OLIVEIRA, A. M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, v.56, n.1, p.21-25, 1999.

LIMA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A. Aminoácidos bioativos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, p. 70-79, 1999.

LOVAAS, E. Antioxidative and metal chelating effects of polyamines. **Advances in Pharmacology**, v. 38, p. 119-149, 1997.

MACGLYNN, W. Guidelines for the Use of chlorine bleach as a sanitizer in food processing operations: FAPC – 116. Stillwater: Oklahoma State University, 2004.

MAGKOS, F.; ARVANITI, A.; ZAMPELAS. Organic food: Nutritious food or food for thought? A review of the evidence. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 54 (2003), pp. 357–371.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; ALLENDE, A.; BENNETT, R. N.; FERRERES, F.; GIL, M. I. Microbial, nutritional and sensory quality of rocket leaves as affected by different sanitizers. **Postharvest Biology and Technology**, 42 (2006) 86–97.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C. A.; ODENATH-PENHA, L. A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzida em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**. Ano II, N. 7, Fev./Mar. 2001, p. 23.

NAVABPOUR, S.; MORRIS, K.; ALLEN, R.; HARRISON, E.; MACKERNESSE, S. A. H.; BUCHANAN-WOLLASTON, V. Expression of senescence-enhanced genes in response to oxidative stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, Issue 391 Pp. 2285-2292, 2003.

PAPROSKI, R. E.; ROY, K. I.; LUCY, C. A. Selective fluorometric detection of polyamines using micellar electrokinetic chromatography with laser-induced fluorescence detection. **Journal of Chromatography**, v. 946, p. 265-273, 2002.

PICCHI, V.; MIGLIORI, C.; SCALZO, R. L.; GABRIELE CAMPANELLI, G.; FERRARI, D. I.; CESARE, L.F. Phytochemical content in organic and conventionally grown Italian cauliflower. **Food Chemistry**, v. 130, n. 3, p. 501–509. 2012.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, n. 7, p.1.035-1.042, 2000.

PUSSEMIER L.; LARONDELLE Y.; PETEGHEM C. V.; HUYGHEBAERT A. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions. **Food Control**. 2006; 17: 14-21.

REMANTANIS, C. P.; FASSBENDER, S.; WENZEL. Investigations concerning the production of histamine, tyramine and tryptamine in dry sausages. **Archiv Fur Lebensmittel Hygiene**, 36 (1985), pp. 9-11.

RINALDI, M.M.; BENEDETTI, B.C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25:480-486, 2005.

SAITANIS, C. J.; RIGA-KARANDINOS, A. N.; KARANDINOS, M. G. Effects of ozone on chlorophyll and quantum yield of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) varieties. **Chemosphere** 42 945-95, 2001.

SAKAKI, T.; KONDO, N.; SUGAHARA, K. Breakdown of photosynthetic pigments and lipids in spinach leaves with ozone fumigation: Role of active oxygens. **Physiologia Plantarum**. v. 59, Issue 1, pages 28–34, September 1983.

SANTAMARIA, P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, Issue 1, pages 10–17, 15 January 2006.

SANTOS, M. D; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers de mata e de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.2, 1998.

SELMA, M. V.; IBÁÑEZ, A. M.; ALLENDE, A.; CANTWELL, M.; SUSLOW, T. Effect of gaseous ozone and hot water on microbial and sensory quality of cantaloupe and potential transference of *Escherichia coli* O157:H7 during cutting. **Food Microbiology**, v. 25, p.162-268, 2008.

SHALABY, A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. **Food Research International**, v. 29, n. 7, p. 675-690, 1996.

SILLA SANTOS, M. H. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 29, n. 2/3, p. 213-231, 1996.

SILVA, J. M. D.; GRAÇAS, O. M.; SAAVEDRA, D. A. J.; FUMI, S. F.; KLUGE, R. A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 8, n. 2, sin mes, pp. 53 – 59, 2007.

SILVA JUNIOR, A. A. Efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense**, v. 4: 53-56, 1991.

SILVEIRA, A. C; AGUAYO, E; ARTÉS, F. Emerging sanitizers and Clean Room packaging for improving the microbial quality of fresh-cut ‘Galia’ melon. **Food Control**, v. 21, Issue 6, June 2010, Pages 863–871.

SIMS, D. A., GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.337– 354, 2002.

SINGH, J.; UPADHYAY, A. K.; PRASAD, K.; BAHADUR, A.; RAI, M. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in Brassica vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, Issue 2, março de 2007, Pages 106-112

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. JR. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**. 16:3:144-158, 1965.

SLOAN, JOHN J.; ENGELKE, M. C. Efeito da água ozonizada em Creeping Crescimento Bentgrass em um meio de areia. **Hort technology**. janeiro-março de 2005 15 : 6

SOARES, E. K. B. **Avaliação das condições de temperatura e concentração água ozonizada para a sanitização de alface**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: [s.n.], 2012.

SOUZA J. L. **Agricultura Orgânica**. Vitória: EMCAPA. 176p, 1998.

SOUZA, J. L. **Cultivo orgânico de hortaliças – brócolis, couve-flor e repolho**. Viçosa, CPT, 134p, 1999.

TETI, D.; VISALLI, M.; McNAIR, H. Analysis of polyamines as markers of (patho) physiological conditions. **Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications**, v. 781, p. 107-149, 2002.

TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P.; PATRAS A.; BRUNTON, N.; CULLEN, P. J. Effect of ozone processing on anthocyanins and ascorbic acid degradation of strawberry juice. **Food Chemistry**. v. 113, Issue 4, 15 April 2008, Pages 1119–1126.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; CASALS-RIBES, I.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? **Food Chemistry**, v. 130, Issue1, 1 January 2012, Pages 222-227.

VAN OS, E. A. Comparison of some chemical and non-chemical treatments to disinfect a recirculating nutrient solution. **International Society for Horticultural Science**, 843:229-234, 2009.

VAROQUAUX, P. Overview of the fresh-cut process in France. **In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 4, 2006. Piracicaba. Palestra... Piracicaba: ESALQ, p.72-76, 2006.

VOGTMANN, H., MATTHIES, K., KEHRES, B., AND MEIER-PLOEGER, A., Enhanced food quality: effects of composts on the quality of plant foods, **Compost Science and Utilization**, 1993; 1: 82-100.

WOESE, K., LANGE, D., BOESS, C., BOGL, K.W. A comparison of organically and conventionally grown foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 74, 281–293. 1997.

YAMAGUCHI, T.; KATSUDA, M.; ODA, Y.; TERAOKA, J.; KANAZAWA, K.; OSHIMA, S. Influence of polyphenoloxidase and ascorbate oxidase during cooking process on the radical scavenging activity of vegetables. **Food Science and Technology Research**, 9 (1) (2003), pp. 79–83.

YAO, L. H.; JIANG, Y. M.; SHI, J.; TOMÁS-BARBERÁN, S. A.; DATTA, N.; SINGANUSONG, R.; CHEN, S. S. **Plant Foods for Human Nutrition**, 59: 113-122. 2004.

YOUNG, J.W., MAU, J.L., KO, P.T., HUANG, L.C. Antioxidant properties of fermented soybean broth. **Food Chemistry**, 71, 249–254. 2000

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS E COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DE REPOLHOS INFLUENCIADOS PELO MODO DE CULTIVO

RESUMO

O objetivo do experimento foi avaliar a influência do tipo de cultivo na produção de repolho e na composição nutricional. O material analisado foi a hortaliça repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) híbrido Fuyutoyo. Os repolhos foram adquiridos diretamente de produtores, oriundos do cultivo orgânico e convencional da região de Botucatu/SP. Ao fim do ciclo da cultura, foi feita a colheita das cabeças de repolhos orgânicos e convencionais nas primeiras horas da manhã, selecionados e transportados, imediatamente, ao laboratório, onde foi realizada a lavagem para a retirada de impurezas em água de abastecimento público e dispostos em papel toalha para secagem. Foram feitas avaliações biométricas de: produção em massa fresca de repolho por unidade de área; ciclo de cultivo; peso da cabeça (PC), diâmetro do caule (DC), índice de formato de cabeça (IFC). O número de folhas componentes da saia (NF) foi analisado no fechamento da cabeça. Após a classificação os repolhos foram selecionados, higienizados e submetidos às análises nutricionais de: carboidratos, proteínas, carotenoides, fibras e lipídios. O experimento foi montado no delineamento em blocos inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Os resultados mostram que para as características biométricas os repolhos cultivados de modo orgânico apresentaram superioridade em relação ao convencional para todas as características avaliadas. Em relação às características nutricionais os repolhos cultivados de modo convencional apresentaram maiores teores de carboidrato e proteína, os teores de carotenoides e lipídeos foram mais elevados logo após a sanitização em sistema de cultivo orgânico e os teores de fibra foram mais elevados após 20 dias de armazenamento dos repolhos cultivados de modo orgânico.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *capitata*, cultivo orgânico, cultivo convencional.

BIOMETRICS CHARACTERISTICS AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF CABBAGE INFLUENCED BY CULTIVATION

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of cultivation in cabbage production and nutritional composition. The studied food was the cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) hybrid 'Fuyutoyo'. The cabbages were purchased directly from producers, originating from organic and conventional cultivation of Botucatu / SP. At the end of the crop cycle, the harvest was made from the heads of cabbages organic and conventional in the early morning hours, selected and transported immediately to the laboratory, where it was held washing to remove impurities in the public water supply and willing paper towel to dry. Evaluations were made of biometrics: mass production of fresh cabbage per unit area; crop cycle; head weight (BW), stem diameter (DC), head shape index (SFI). The number of leaves components of the skirt (NC) was evaluated in the closure head. After classifying the cabbages were selected, cleaned and subjected to nutritional analyzes of: carbohydrates, protein, carotene, fiber and lipids. The experiment was arranged in a completely randomized block. Results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 1% probability. The results showed that for biometrics characteristics of cabbages that grown organically were better than conventional. Regarding the nutritional characteristics of cabbages that grown conventionally showed higher levels of carbohydrate and protein, levels of carotenoids and lipids were higher immediately after sanitization in organic cropping system and fiber contents were higher after 20 days of storage grown organically.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *capitata*, organic, conventional

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980, a mudança dos hábitos alimentares da população em busca da valorização da saúde, melhor qualidade e longevidade de vida, levou a um aumento do consumo de produtos cultivados de modo orgânico. Desta forma, a busca por uma dieta saudável e sem riscos para a saúde humana, associada à conscientização da população mundial para a preservação ambiental fortaleceu e conferiu à agricultura orgânica, considerável ganho de forma, principalmente no mercado internacional (VILELA et al., 2006).

Na agricultura orgânica, solos com maior teor de matéria orgânica e atividade biológica geralmente apresentam melhor que os convencionais. A produção agrícola em tais solos apresenta baixa incidência de pragas, cuja redução pode ser atribuída ao baixo conteúdo de nitrogênio (N) em culturas orgânicas. Práticas agrícolas, como o uso excessivo de fertilizantes inorgânicos, podem causar desequilíbrio nutricional (ALTIERI; NICHOLLS, 2003).

A tecnologia agrícola convencional está baseada no preparo intensivo do solo, na utilização de adubos minerais de alta solubilidade, agrotóxicos para controle de pragas, doenças e ervas e cultivares de alta resposta a fertilizantes e agrotóxicos químicos e sintéticos. Assim, esse modelo de agricultura compõe-se de um pacote tecnológico fortemente dependente de insumos industrializados, cuja produção e aplicação demandam um alto consumo energético e geram impactos negativos no ser humano, no meio ambiente e no entorno social (SOUZA; RESENDE, 2006).

As brássicas estão entre as culturas que mais respondem a adubação orgânica, podendo substituir os adubos minerais com resultados satisfatórios, principalmente em estações secas e/ou solos arenosos (KIMOTO, 1993). Assim, entre as espécies olerícolas cultivadas no Brasil, algumas são mais adaptadas ao sistema de produção orgânico como, por exemplo, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) (SOUZA, 1998).

Essas olerícolas, entre outras, podem apresentar variações nos constituintes nutricionais em resposta ao sistema de cultivo. Diversos estudos mostram variações dos conteúdos de vitamina C e minerais entre os vegetais cultivados de forma orgânica e convencional (LIMA; VIANELLO, 2011).

De acordo com alguns estudos as hortaliças orgânicas apresentam maiores teores de proteínas, quando comparada aos alimentos cultivados de forma convencional (LIMA et al., 2009; STERTZ et al., 2005).

Estudos realizado por Lima et al. (2012) comparando a qualidade bioquímica de várias partes de vegetais (beterraba, mamão verde, batata doce, jaca e acelga), cultivados de modo convencional e orgânico, observou que o cultivo convencional tem a tendência de gerar produtos com maiores valores de fibra bruta.

A composição química dos alimentos varia naturalmente com o grau de maturação e também devido a fatores ambientais (MERCADANTE et al., 1997). O cultivo em sistema orgânico vem mostrando destacável crescimento, sendo assim estratégico para o desenvolvimento sustentável. No entanto ainda são poucos os trabalhos que relatam as características nutricionais de qualidade dos produtos cultivados pelo sistema orgânico (BORGUINI; TORRES, 2006; AFSSA, 2003).

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características biométricas e parte da composição nutricional de repolhos produzidos em sistema de cultivo orgânico, comparado àqueles produzidos pelo sistema de cultivo convencional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria-prima

Foram utilizados repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) híbrido Fuyutoyo. Os repolhos foram cultivados em duas propriedades, uma em área de produtor convencional e outra em área de produtor orgânico, na região de Botucatu/SP. (latitude 22°53'09''S e longitude 48°26'42''W e altitude 804 metros).

No cultivo orgânico foram levantados canteiros, sendo feito a correção de pH para cerca de 6,5 com calcário e adubados com Yoorim (fosfato natural P_2O_5 total 15%) e 4L/m² de esterco bovino. Após 30 dias de transplante, foi feita adubação complementar nos canteiros com 1litro de esterco bovino/m².

O cultivo convencional também foi feito em canteiros, com idêntica correção da acidez. Os canteiros foram adubados com 50 g da formulação 10-28-20 por planta e 1L/m² de esterco bovino. Após 30 dias de transplante, foi feita adubação complementar com uréia, via foliar, sendo diluída 30g de uréia para 10 litros de água.

Das áreas experimentais foram analisadas as características químicas do solo e água. A característica química do solo foi obtida de 15 sub-amostras, de uma amostra composta, retirada das áreas experimentais do produtor de forma aleatória, na profundidade de 0-20 cm, e em seguida foi levada para o Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP, para análise.

A amostra de solo da área do sistema de cultivo orgânico apresentava as seguintes características químicas: pH=6,5; $Al^{+3}=0$ mmol_c/dm³; H+Al= 14 mmol_c/dm³; $Mg^{+2}=40$ mmol_c/dm³; $Ca^{+2}= 163$ mmol_c/dm³; K= 7,1 mmol_c/dm³; P= 304 mg/dm³; V % = 94; M.O= 38 g/dm⁻³.

A amostra de solo da área do sistema de cultivo convencional apresentava as seguintes características químicas: pH=5,3; $Al^{+3}=1$ mmol_c/dm³; H+Al= 36 mmol_c/dm³; $Mg^{+2}=11$ mmol_c/dm³; $Ca^{+2}= 32$ mmol_c/dm³; K= 1,8 mmol_c/dm³; P= 136 mg/dm³; V % = 55; M.O= 38 g/dm⁻³.

Foi feita análise de água das duas propriedades (Tabela 1).

Tabela 1. Características físicas e químicas de água da área do sistema de cultivo orgânico e convencional. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Parâmetros	Orgânico	Convencional	Unidades
Aspecto	Turvo	Límpida	—
pH	6,16	6,39	mg L ⁻¹
Nitrito	0,5	<0,1	mg L ⁻¹
Nitrato	0,11	0,12	mg L ⁻¹
Ferro total	0,8	0,21	mg L ⁻¹
Cálcio	4,3	13,6	mg L ⁻¹
Magnésio	2,6	2,6	mg L ⁻¹
Alcalinidade total	9,8	17,7	mg L ⁻¹
Dureza total	24	34	mg L ⁻¹
Dureza de cálcio	6	22	mg L ⁻¹
Dureza de magnésio	15,1	10	mg L ⁻¹
Cloreto	100,4	13,5	mg L ⁻¹
Fluoreto	0,4	0,41	mg L ⁻¹
Sulfato	0,5	0,51	mg L ⁻¹
Condutividade elétrica	11,4	61,3	mg L ⁻¹
Fósforo	0,5	<0,1	mg L ⁻¹
TOC	2,9	3,6	mg L ⁻¹
NT	0,13	0,18	mg L ⁻¹

<=Menor; >=Maior; TOC=Carbono Orgânico Total; TN=Nitrogênio Total

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno, com 128 células, usando como substrato HA. Trinta e cinco dias após a semeadura foi feito o transplante. A colheita foi realizada aos 85 dias após a semeadura. Foi adotado como ponto de colheita a firmeza da cabeça, determinada pela resistência à pressão exercida pelas mãos do avaliador. Foram feitas irrigações diárias por aspersão.

Os produtos foram colhidos nas primeiras horas da manhã, transportados, imediatamente, para o Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociência, UNESP – Botucatu/SP, onde foram avaliados.

As características avaliadas logo após a colheita foram: produção em massa fresca de repolho por unidade de área; ciclo de cultivo; peso da cabeça (PC), diâmetro do caule (DC) e índice de formato de cabeça (IFC). O número de folhas componentes da saia (NF) foi analisado no fechamento da cabeça. Além disso, foi verificada a ocorrência de pragas e doenças. O índice de formato de cabeça (IFC) foi determinado a partir da relação entre o diâmetro longitudinal e o transversal. Após a classificação os repolhos foram higienizados, sendo selecionados e lavados, logo após foi feita as análises nutricionais e após vinte dias de armazenamento em câmara fria a 5°C e UR de >90%.

A produção no campo de repolhos orgânicos pode ser verificada na

Figura 1



Figura 1. Cultivo de repolho orgânico no campo. A - Repolhos em canteiros. B – Início da produção das cabeças de repolho. C. Fim do ciclo de cultivo. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

A produção no campo de repolhos convencionais pode ser verificada na Figura 2.



Figura 2. Cultivo de repolho convencional no campo. A - Repolhos em canteiros. B – Início da produção das cabeças de repolho. C. Fim do ciclo de cultivo. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

A obtenção de dados a partir das análises biométricas (número de folhas, peso da cabeça, diâmetro da cabeça, entre outras) pode ser verificada pela Figura 3.

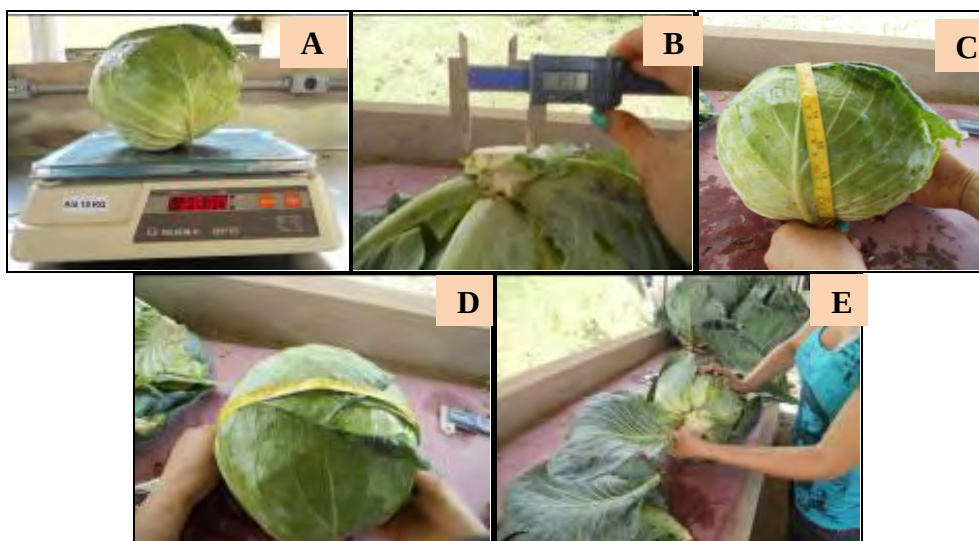


Figura 3: Características avaliadas em repolhos. A. Pesagem da cabeça. B. Diâmetro do caule. C. Diâmetro longitudinal da cabeça. D. Diâmetro transversal da cabeça. E. Contagem do número de folhas. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

2.2. Análises nutricionais

Carboidratos Totais: Os componentes foram extraídos em solução aquosa a 40°C das amostras finamente moídas, que posteriormente foram incubadas em banho-maria por 40 minutos. A determinação dos açúcares solúveis totais foram efetuadas de acordo como método de Dubois et al. (1956). As medidas foram comparadas com a curva padrão de glicose. As medidas foram comparadas com a curva padrão de glicose e os resultados foram expressos em g de glicose /100g.

Proteína Total: O nitrogênio orgânico total (N) foi determinado de acordo com o método de destruição de nitrogênio de Kjeldahl (AOAC, 1995) em material seco. Considerando que a proteína do material vegetal contém 16% de nitrogênio, o conteúdo de proteína total foi determinado multiplicando o valor de N por 6,25. Os resultados foram expressos em porcentagem de peso seco.

Carotenóides Totais: a extração dos carotenóides totais foi realizada na matéria fresca segundo o método validado por Sims; Gamon (2002) que se basearam no coeficiente de absortividade molar dos pigmentos: clorofilas, antocianinas e carotenóides em solução tamponada de acetona. Após centrifugação foram levados para

análise em espectrofotômetro usando leitura na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b), 537 (antocianina) e 470 (carotenóides) nanômetros. Os valores de absorbância foram convertidos em μg de carotenóides totais em 100g com base nas fórmulas: Sims e Gamon (2002).

Carotenóides ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $\{A_{470} - [17,1.(Cl_a + Cl_b)] - 9,479.\text{antocianina}\} / 119,26$;

Clorofila a ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,01373(A_{663}) - 0,000897(A_{537}) - 0,003046(A_{647})$;

Clorofila b ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,02405(A_{647}) - 0,004305(A_{537}) - 0,005507(A_{663})$;

Antocianinas ($\mu\text{mol mL}^{-1}$) = $0,08173(A_{537}) - 0,00697(A_{647}) - 0,002228(A_{663})$.

Fibra: A determinação do teor de fibra foi realizada de acordo com o método proposto por AOAC (1997) e os dados convertidos com base na fórmula:

$$\frac{(\text{Massa do filtro com o resíduo seco} - \text{Massa de filtro vazio})}{\text{Massa da amostra}} \times 100 = \% \text{ fibra bruta}$$

A quantidade de fibra foi determinada em porcentagem.

Lipídios: Os lipídios foram analisados de acordo com o método proposto por Blight; Dyer (1959). Em amostras previamente pesadas foi adicionado clorofórmio, metanol e água destilada, seguido de agitação (30 min.). Clorofórmio, e solução aquosa de sulfato de sódio foram acrescidos na solução e agitados. Os tubos contendo as soluções foram centrifugados a 3300 rpm à 25°C. Retirou-se o sobrenadante e a amostra foi submetida a diversas filtrações. O filtrado foi transferido para um becker, previamente pesado. Posteriormente, o becker permaneceu em estufa a 110°C por 20min e depois foi resfriado em dessecador para posterior pesagem. A quantidade de lipídios totais foi determinada em porcentagem.

2.3. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, com dois sistemas de cultivo (orgânico e convencional). Para as características biométricas foram utilizadas 20 cabeças de repolhos, sendo cada cabeça de repolho considerado uma repetição. As características nutricionais foram avaliadas logo após a colheita e depois de 20 dias de armazenamento em câmara fria. Para comparação entre as médias, foi aplicado o teste de Tukey a 1% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando-se o conjunto de todas as características produtivas avaliadas, a Figura 4 mostra incrementos significativos do sistema de cultivo orgânico sobre a produção de repolho, com um maior diâmetro longitudinal e transversal, maior diâmetro do caule, menor produção do número de folhas, além de uma maior produção de repolho por área. Esse resultado reforça a grande importância da matéria orgânica para a produção desta cultura, o que pode ser justificado pelo efeito benéfico desta na melhoria das características químicas e físicas do solo (SANTOS et al., 2001).

Em relação à produção, o sistema de cultivo convencional produziu 15,18 kg/m² e o sistema orgânico produziu 18,56 kg/m². Ambos tiveram um ciclo de cultivo de 120 dias.

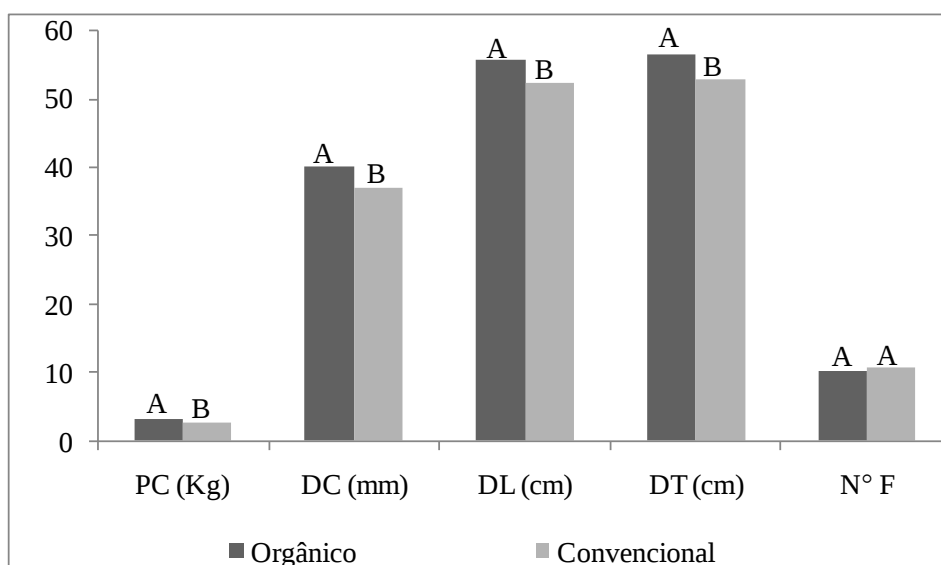


Figura 4. Características de campo de repolho orgânico e convencional. Peso da cabeça (PC), diâmetro do caule (DC), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT) e número de folhas componentes da saia (NF). Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras maiúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

Em relação a presença de doenças, notou-se que 90% das folhas de repolho convencional, no fim do ciclo de cultivo, mostraram-se contaminadas por *Xanthomonas campestris*, por outro lado, os repolhos orgânico não apresentaram nenhum tipo de doença como mostra a Figura 5.



Figura 5: Folha de repolho de cultivo convencional. A. Presença de *Xanthomonas campestris*. (em V). B. Folhas de repolho de cultivo orgânico sem a manifestação de doença. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

A partir dos valores observados (Figura 6) para carboidratos totais, nota-se que o período de armazenamento adotado não influenciou significativamente. No entanto, observou-se comportamento diferenciado quando se compara orgânico e convencional, sendo que repolhos cultivados em sistema de cultivo convencional apresentaram maiores níveis de carboidratos comparados ao sistema de cultivo orgânico.

De acordo com alguns relatos, os alimentos orgânicos apresentam maiores teores de carboidratos (LIMA et al., 2009; VOGTMANN, 1984), e a diferença pode ser em relação com o conteúdo de água mais baixo observada nos produtos orgânicos. Entretanto, esse efeito não foi observado nesse estudo, evidenciando maiores teores de carboidratos nos repolhos convencionais.

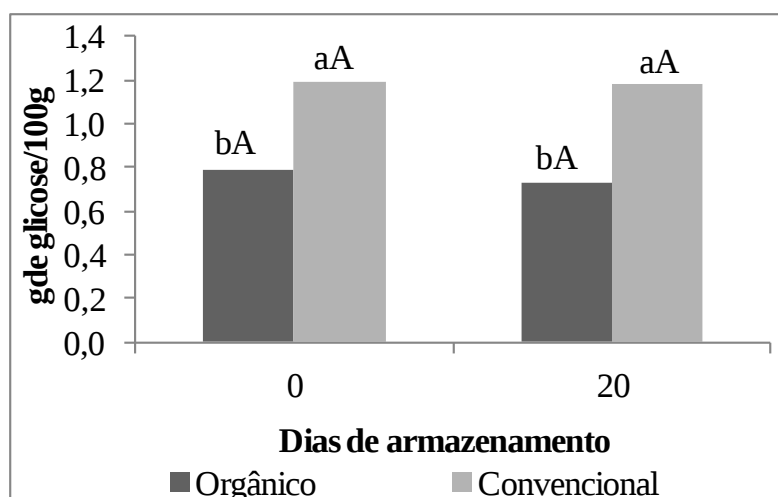


Figura 6. Teor de carboidrato em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas comparam médias entre dias para cada cultivo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade

Resultados semelhantes aos observados para os teores de carboidratos, ocorreram para proteínas totais ($N \times 6,25$), isto é, não ocorreram diferenças significativas entre os tipos de cultivo. Entretanto, durante o armazenamento em câmara fria, há nítida tendência do maior teor de proteína (Figura 7), no sistema de cultivo convencional. Resultados semelhantes foram encontrados por Yagui (2008) com coentro e alface, que apresentaram teores significativamente superiores de proteína (8,26 e 4,9% respectivamente) no sistema convencional em comparação àqueles produzidos de forma orgânica (6,47% para coentro e 3,38% para alface). Por outro lado, em trabalho realizado comparando hortaliças orgânicas, convencionais e hidropônicas, Stertz (2004) não observou diferença significativa para proteína total entre os sistemas de cultivo. Outros estudos mostram resultados diferentes dos descritos, isto é, que os vegetais orgânicos tem maiores teores de proteínas (STERTZ et al., 2005; WORTHINGTON, 1998).

Nesse estudo, o maior teor de proteína encontrada no sistema de cultivo convencional pode ser atribuído ao tipo de fertilizante utilizado. Diversos trabalhos mostram que os níveis de substâncias encontradas nos vegetais, são dependentes do tipo de cultivo, clima, ambiente, (VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2012). Alguns estudos afirmam que existe uma correlação positiva entre o teor de proteína vegetal e o uso de adubo rico em nitrogênio, entretanto, esta correlação não foi realizada nesta pesquisa (WESTON; BARTH, 1997),

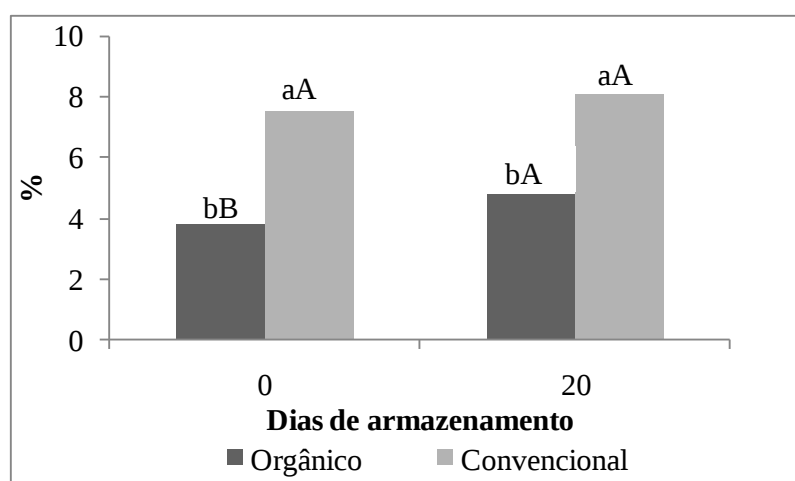


Figura 7. Teor de proteína em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas comparam médias entre dias para cada cultivo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade

Maiores teores de carotenóides (Figura 8) foram observados logo após a colheita em repolhos orgânicos, porém essa tendência não é observada após vinte dias de armazenamento. O fertilizante usado assim como o modo de cultivo pode ter influenciado nos teores de carotenóides. Segundo Taie et al. (2010) e Reif et al. (2012) os carotenóides aumentam em função da adubação. O conteúdo de carotenóides também podem variar em vegetais em razão da variedade utilizada, condições de cultivo, clima e idade (BOTELHO et al., 2003; BARANAUSKIENE et al., 2003), assim como, o armazenamento em câmara fria pode ser um fator que venha influenciar nos valores obtidos.

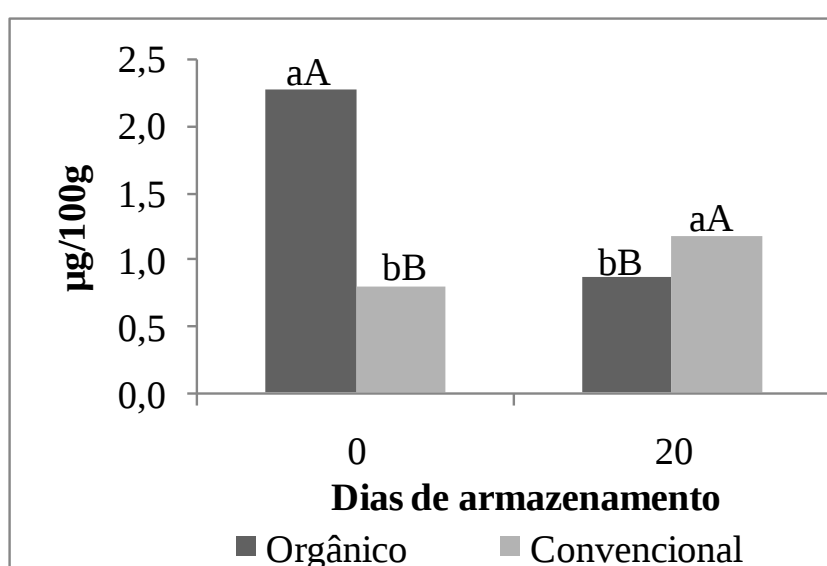


Figura 8. Teor de carotenóides em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas comparam médias entre dias para cada cultivo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade

O cultivo orgânico e convencional não induziu diferenças significativas no teor de fibras de repolhos (Figura 9) logo após a colheita, no entanto, observa-se comportamento diferenciado após vinte dias de armazenamento, com os repolhos orgânicos apresentando teores elevados de fibra quando comparado aos repolhos convencionais.

A qualidade nutricional dos produtos orgânicos aumenta o teor de matéria seca (BOURN; PRESCOTT, 2002; ISMAIL; FUN, 2003). A agricultura orgânica promove disponibilidade de nitrogênio, que por sua vez, aumenta diretamente a produção de fotossíntese (MARTINEZ, 2005) e o aumento do teor de fibra é provavelmente, um

resultado da melhoria da fertilidade do solo, pois a planta pode importar mais nutrientes dos solos ricos (SILVA et al., 2008).

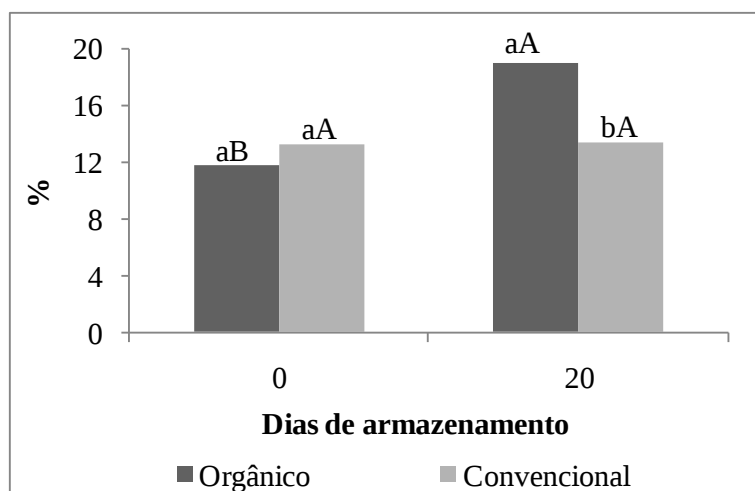


Figura 9. Teor de fibra em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas comparam médias entre dias para cada cultivo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade

Os repolhos orgânicos apresentaram maiores teores de lipídeos (Figura 10) no sistema de cultivo orgânico logo após a colheita. Após vinte dias de armazenamento não houve diferença estatística nos diferentes sistemas de cultivo. Lima et al. (2009) quantificaram o conteúdo de lipídios em plantas cultivadas em sistema orgânico e convencional e também não evidenciaram diferenças significativas nos diferentes modo de cultivo. Segundo Vilas Boas (1999), os lipídios compreendem menos de 1% da maioria dos frutos e hortaliças, dados semelhantes foram identificados no presente trabalho, podendo ser indicado para dietas para redução de peso. Os lipídeos de origem vegetal são ricos em ácidos graxos insaturados, sendo que muitos deles contêm ácidos graxos ômega que apresentam efeitos benéficos para a saúde do consumidor, em relação à prevenção de doenças cardiovasculares (AHMED, BARMORE, 1990; REBOLLO et al., 1995).

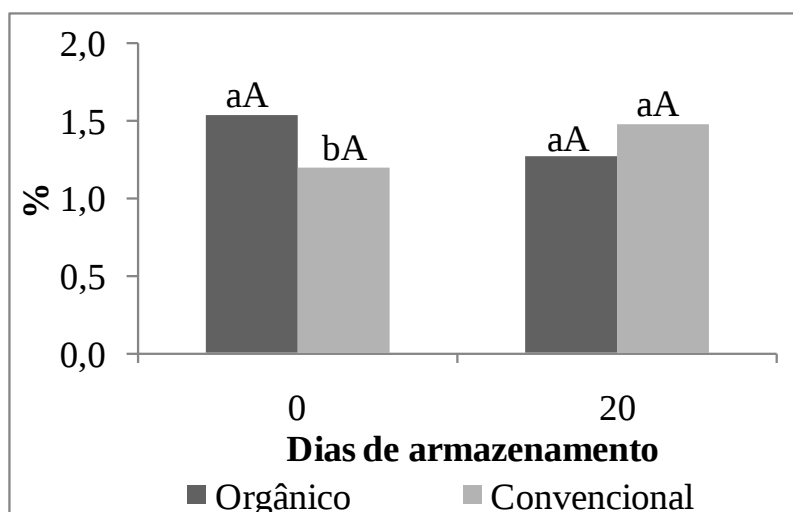


Figura 10. Teor de lipídeo em repolhos orgânicos e convencionais, avaliado no início da colheita e após 20 dias de armazenamento a 5°C. Botucatu, FCA- UNESP, 2013.

Letras minúsculas comparam médias dos tratamentos dentro de cada cultivo. Letras maiúsculas comparam médias entre dias para cada cultivo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade

Os resultados mostram que para as características biométricas os repolhos cultivados de modo orgânico apresentaram superioridade em relação ao convencional para todas as características avaliadas. Em relação às características nutricionais os repolhos cultivados de modo convencional apresentaram maiores teores de carboidrato e proteína, os teores de carotenoides e lipídeos foram mais elevados logo após a sanitização em sistema de cultivo orgânico e os teores de fibra foram mais elevados após 20 dias de armazenamento cultivados de modo orgânico.

4. REFERÊNCIAS

AFSSA. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Agroquímicos. Parte I - contaminação microbiológica superficial. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 109, p. 95-97, 2003.

AHMED, E. M.; BARMORE, C. R. Avocado, **In:** NAGY, S.; SHAW, P. E.; WARDOWSKI, W.F.(Ed.). Fruits of tropical and subtropical origin: composition, properties and uses. Lake Alfred: AVI, 1990. p. 121-156.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. **Soil and Tillage Research, Berkeley**, v. 72, n. 2, p. 203-211, 2003.

AOAC. Official Methods of Analysis. Arlington, VA: **Association of Official Analytical Chemists**. 1995.

AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed, 3^a rev., Gaithersburg Published by AOAC International, 1997.

BARANAUSKIENEŪ, R.; VENSKUTONIS, P.R.; VISYKELIS,P.; DAMBRAUSKIENE, E. Influence of Nitrogen Fertilizers on the Yield and Composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). **Journal Agriculture Food Chemistry**, 51, 7751-7758. 2003.

BLIGHT, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification use in determining vitamin E–lipid ratios. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BORGUINI, R. G; TORRES, E. A. F. S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v.13, p.64-75, 2006.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; CARVALHO, C.R.L. Efeitos do thidiazuron e do ácido giberélico nas características dos cachos e bagas de uvas ‘Niagara Rosada’ na região de Jundiaí- SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.96-99, 2003.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, p.1-34, 2002.

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

ISMAIL, A.; FUN, CS Determinação de vitamina C, β . caroten-e conteúdo de riboflavina em cinco verduras cultivadas organicamente e convencionalmente. **Jornal da Malásia de Nutrição**, v 9, n. 1, p. 31-39, 2003.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, p. 149-178, 1993.

LIMA, G. P. P.; LOPES, T. V. C.; ROSSETTO, M. R. M.; VIANELLO, F. Nutritional composition, phenolic compounds, nitrate content in eatable vegetables obtained by conventional and certified organic grown culture subject to thermal treatment. **International Journal of Food Science and Technology**, v.44, p.1118-1124, 2009.

LIMA, G. P. P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based food. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1-13, 2011.

LIMA, G. P. P. ; SILVA, J.T. ; BERNHARD, A. ; PIROZZI, D.C.Z. ; FLEURI, L.F. ; VIANELLO, F. Organic and conventional fertilisation procedures on the nitrate, antioxidants and pesticide content in parts of vegetables. **Food Additives & Contaminants**. Part B. Surveillance Communications, v. 5, p. 188-193, 2012.

MARTINEZ, C. A. **Aspectos Básicos da Fotossíntese**. 2005.

MERCADANTE, A. Z.; AMAYA, D. B. R.; BRITTON, G. HPLC and mass spectrophotometric analysis of carotenoids from mango. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.45, p.120-123, 1997.

REBOLLO, A. J. G. et al. Valor nutritivo de refeições coletivas: tabelas de composição de alimentos versus análises em laboratório. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 29, n.2, p.120-126, 1995.

REIF, C.; ARRIGONI, E.; NEUWEILER, R.; BAUMGARTNER, D.; NYSTRÖM, L.; HURRELL, R.F. Effect of sulfur and nitrogen fertilization on the content of nutritionally relevant carotenoids in spinach (*Spinacia oleracea*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2012.

SANTOS, R. H. S; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.

SILVA, R. G., GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, G. D.; ARNHOLD, E. Produtividade de Variedades de Milho nos Sistemas de Cultivo Orgânico e Convencional. **Caatinga**, v 21, n. 3, p 78-85, 2008.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.337– 354, 2002.

SOUZA, J. L. **Agricultura Orgânica**. Vitória: EMCAPA. 176p, 1998.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**, 2ª edição. 2. ed. Viçosa/MG: Aprenda Fácil, v. 1. 843 p, 2006.

STERTZ, S. C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná**. Curitiba. 260f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná. 2004.

STERTZ, S. C.; ROSA, M. I. S.; FREITAS, R. J. S. Qualidade nutricional e contaminantes da batata (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae) convencional e orgânica na região metropolitana de Curitiba – Paraná . **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, 23, 383–396, 2005.

TAIE, H. A., SALAMA, Z. A. R., RADWAN, S. Potential Activity of Basil Plants as a Source of Antioxidants and Anticancer Agents as Affected by Organic and Bio-organic Fertilization. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici**. 38 (1), 119-127. 2010.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; CASALS-RIBES, I.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? **Food Chemistry**, v. 130, Issue1, 1 January, 2012, Pages 222-227.

VILAS BOAS, E. V. B. **Alimentos e nutrientes**. Lavras: UFLA/FAEPE/DCA. 70p, 1999. VILELA, N. J; RESENDE, FV; GUIDUCCI FILHO, E; SAMINÊZ, TC; VALLE, JC V; JUNQUEIRA, L. P. Perfil dos consumidores de produtores orgânicos no Distrito Federal. **Comunicado técnico 40**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2006.

VOGTMANN, H. Organic farming practices and research in Europe. In: Organic Farming: Current Technology and Its Role in a Sustainable Agriculture (edited by D.F. Bezdicek, J.F. Power, D.R. Keeney & M.J. Wright). Pp. 19–36, Vol. 46. Special Madison, Wisconsin, USA: **American Society of Agronomy**. 1984.

WESTON, L. A.; BARTH, M. M. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetables. **HortScience**, 32, 812–816, 1997.

WORTHINGTON, V. Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. **Alternative Therapies in Health and Medicine**, 4, 58–69, 1998.

YAGUIU, PAULA. **Aspectos qualitativos dos produtos orgânicos: análises comparativas nutricionais. In: Qualidade de hortaliças e sustentabilidade de sistemas orgânicos em Sergipe. Cap.I.** Dissertação, Mestrado em Agroecossistemas – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2008.