

Compostos fenólicos em hortaliças cultivadas nos sistemas convencional e orgânico: uma revisão

Phenolic compounds in vegetables cultivated by conventional and organic processes: a review.

DEUS, V.L.^{1,2*}; SANTOS, A.P.C.; WALKER, J.F.; SANTANA NETA, L.G.; SOUZA, L.S.

¹Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

²Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

Autor correspondente: Valterney Lima Deus
E-mail: neideus@hotmail.com

DOL: <https://doi.org/10.29327/226760.1.1-8>

Recebido em 09/01/2019; Aceito em 23/01/2019

RESUMO

A técnica da produção de alimentos orgânicos tem se difundido entre os consumidores fundamentando-se em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais. Muitos estudos têm demonstrado que os alimentos produzidos organicamente têm tendência a possuírem menor teor de nitrato, maior teor de vitamina C, matéria seca e compostos com ação antioxidante. As propriedades antioxidantes nos alimentos estão diretamente relacionadas com a presença dos compostos fenólicos, em especial os ácidos fenólicos e os flavonóides. Entretanto, com relação à qualidade nutricional para a maioria dos nutrientes, até o momento, não existe um consenso sobre a superioridade dos orgânicos em relação aos convencionais. Esta revisão fornece um panorama das principais pesquisas relacionadas aos teores dos compostos fenólicos nas hortaliças no cultivo convencional e orgânico. Pelas pesquisas científicas, existem diversos fatores que podem contribuir com o teor de compostos fenólicos em hortaliças, como por exemplo, o sistema de cultivo empregado, composição do solo, fatores genéticos, condições ambientais, disponibilidade de nitrogênio, quantidade de irrigação e nutrientes recebidos, assim como a variedade da planta e o seu grau de maturação. Hortaliças orgânicas apresentam um enorme potencial para inovação tecnológica, visto a necessidade da manutenção destes compostos importantes para a saúde, sem prejuízo do sabor agradável, esperado pela população.

Palavras-chave: Bioativos, vegetais, radicais livres, antioxidante, saúde

ABSTRACT

The technique of organic food production has spread among consumers based on agro-ecological principles and conservation of natural resources. Many studies have found that organically produced foods tend to have lower nitrate content, higher vitamin C content, dry matter, and antioxidant compounds. The antioxidant properties in foods are directly related to the presence of phenolic compounds, especially phenolic acids and flavonoids. However, with respect to the nutritional quality for most nutrients, to date, there is no consensus on the superiority of organic foods compared to conventional ones. This review provides an overview of the main research related to the content of phenolic compounds in vegetables in conventional and organic cultivation. According to scientific research, there are several factors that may contribute to the content of phenolic compounds in vegetables, such as the cropping system, soil composition, genetic factors, environmental conditions, nitrogen availability, amount of irrigation and nutrients received, as well as the variety of the plant and its degree of ripeness. Organic vegetables have an enormous potential for technological innovation, since there is a need to maintain these important compounds for health, without detriment to the pleasant taste expected by the population.

Keywords: Bioactive, vegetable, free radicals, antioxidant, health



INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica fundamenta-se em princípios agroecológicos e de conservação de recursos naturais. Baseada numa visão holística, promove o desenvolvimento sustentável dos agroecossistemas, obedecendo a biodiversidade, os ciclos biogeoquímicos e a atividade biológica do solo utilizando fertilizantes de origem orgânica e fontes renováveis de energia (GUZMÁN e GONZÁLEZ, 2009). Na agricultura orgânica os processos biológicos substituem os insumos tecnológicos. Além disso, consegue aliar o melhor aproveitamento dos recursos naturais renováveis e dos processos biológicos, à manutenção da biodiversidade, à preservação ambiental, ao desenvolvimento econômico, bem como, à qualidade de vida humana. Por outro lado, o sistema de produção denominado convencional baseia-se na utilização intensiva de insumos químicos (agrotóxicos), mecanização e melhoramento genético voltado para a produtividade física (PIMENTEL et al., 2005; ARBOS et al., 2010).

Atualmente, é possível observar uma busca dos consumidores por alimentos de qualidade, a preço justo, saudáveis do ponto de vista sanitário, isentos de resíduos químicos e produzidos com menor uso de insumos artificiais (SABA e MESSINA, 2003; MACHADO e CORAZZA, 2004; CAVALCANTE et al., 2007). Com isso, a produção de alimentos orgânicos é uma demanda atual da sociedade e tem recebido crescente atenção no cenário mundial, especialmente nos países industrializados.

Algumas evidências epidemiológicas demonstram que existe uma forte correlação inversa entre o consumo regular de frutas e hortaliças e a prevalência de algumas doenças degenerativas (MELO et al., 2006, 2009; HSU et al., 2007). O efeito protetor exercido por estes alimentos tem sido atribuído à presença de compostos antioxidantes, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, além dos mais

conhecidos β -caroteno, vitamina C e vitamina E. Estas substâncias por possuírem propriedade antioxidante, atuam retardando a velocidade da reação de oxidação, por ação sinérgica ou não, protegendo o organismo, contra as espécies reativas de oxigênio e nitrogênio (MELO et al., 2009). As hortaliças e frutas são consideradas como fontes importantes desses diversos compostos antioxidantes, sendo esta uma das razões para o incentivo do consumo continuado desses tipos de alimentos.

Os compostos fenólicos também são considerados de grande importância fisiológica e morfológicas para as plantas, podendo atuar como fitoalexinas (POPA et al., 2008), antioxidantes, atrativos para os polinizadores, agentes de proteção contra raios UV e ainda contribuem para a pigmentação da planta (NACZK e SHAHIDI, 2006). Essas propriedades bioativas desempenham um papel importante no crescimento e reprodução das plantas, proporcionando uma proteção eficaz contra patógenos e predadores.

Inúmeros ensaios têm sido desenvolvidos para avaliar a capacidade antioxidante em diferentes alimentos. Alguns deles determinam a habilidade dos antioxidantes para sequestrar radicais livres gerados no meio da reação, outros avaliam a eficiência dos antioxidantes em inibir a peroxidação lipídica por meio da quantificação dos produtos da reação, como dienos conjugados e hidroperóxidos, bem como dos produtos de decomposição da peroxidação lipídica ou medindo a inibição da oxidação do lipídio do sistema pelo antioxidante a ser testado (MELO et al., 2006). Em decorrência dessa diversidade de métodos para avaliar a atividade antioxidante, não existe um procedimento metodológico universal e por isso existe a necessidade de avaliar a capacidade antioxidante por diferentes ensaios, por diferentes mecanismos de ação.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi realizar



uma revisão da literatura, no sentido de identificar informações objetivas e acuradas a respeito dos compostos fenólicos presentes em hortaliças, comparando o teor desses compostos obtidos de cultivos orgânicos e convencionais. Para isso, a metodologia para realização do presente estudo foi embasada em trabalhos publicados nos últimos dez anos, utilizando-se as palavras-chave *antioxidant activity*, *phenolic compounds*, *vegetables*, *organic and conventional*, encontradas em várias bases científicas no Portal de Periódicos CAPES.

Compostos fenólicos em alimentos

A busca por antioxidantes naturais para o emprego em produtos alimentícios ou uso farmacêutico tem aumentado consideravelmente desde o início dos anos 1980. O intuito é a substituição dos antioxidantes sintéticos, que tem sido restringido seu uso devido potencial de carcinogênese, bem como pela comprovação de diversos outros problemas como: aumento de peso do fígado e significativa proliferação do retículo endoplasmático (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004). O interesse nesses antioxidantes naturais tem aumentado devido aos seus efeitos benéficos da prevenção e redução do risco de várias doenças. Os compostos fenólicos são substâncias biologicamente ativas, que são considerados os principais antioxidantes naturais, sendo um grupo diversificado de compostos químicos, tendo uma característica em comum: a presença do anel de arilo, no qual pelo menos um grupo hidroxilo está ligado. São reconhecidos como componentes secundários importantes de muitas plantas comestíveis (O'CONNELL e FOX, 2001; SIGER et al., 2012; ALU'DATT et al., 2013).

Extratos de frutas, ervas, legumes, cereais, nozes e outros materiais vegetais ricos em fenóis são cada vez mais de interesse na indústria de alimentos. A importância dos componentes antioxidantes de materiais vegetais para a manutenção da saúde

e proteção contra doenças cardíacas e câncer também está aumentando o interesse dos cientistas, fabricantes de alimentos e consumidores (ARRÁEZ-ROMÁN et al., 2010).

Esses compostos exibem propriedades organolépticas, como a adstringência, que está associada a precipitações de glicoproteínas salivares e mucopolissacarídeos na língua, o que resulta no desenvolvimento de uma sensação de constrição, aspereza e secura do palato, sendo que essa sensação pode levar até 4 horas para se desenvolver. Relatos indicam que as propriedades olfativas de alimentos defumados são devido a compostos fenólicos, ou seja, guaiacol, eugenol, siringol, cresol e fenol, presentes na fumaça de madeira. Além de que, estendem a vida de prateleira de alimentos processados, inibindo o ranço oxidativo e desempenham papel importante no desenvolvimento da cor do vinho e muitos outros produtos alimentares (O'CONNELL e FOX, 2001).

Os compostos fenólicos possuem também várias atividades biológicas, como antioxidantes, antimutagênico, antibacteriano, aterosclerose, doença cardíaca coronária, ou efeitos anticâncer. Sua utilização *in vitro* ou *in vivo*, e em modelos animais, tem sido estudada para minimizar ou eliminar a iniciação ou progressão de várias doenças humanas, incluindo cancro, artrite e enfisema, que ocorrem por danos oxidativos. Muitos estudos foram concentrados em eliminar ou diminuir esses danos, usando vários compostos fenólicos. Como consequência, a ingestão de alimentos ricos em polifenóis é recomendada para ser incluída nos hábitos de dieta e novos suplementos alimentares e alimentos funcionais que contêm polifenóis têm sido lançados (CHUNG et al., 2011; MORENO et al., 2011).

Compostos fenólicos são amplamente distribuídos nas plantas e componentes importantes da dieta humana. Compreendem uma grande diversidade de compostos, tais como os flavonoides (antocianinas,



oxidativas, a quelação de metais de transição, através da interação com biomembranas ou decompondo peróxidos. Assim, eles são conhecidos por ser responsável pela atividade antioxidante de plantas. O organismo humano, naturalmente, defende-se dos radicais livres pela produção de antioxidantes endógenos. Porém, isso não é suficiente para satisfazer as necessidades do corpo, com isso, a ingestão de antioxidantes a partir de fontes externas, é fortemente recomendada (MAQSOOD e BENJAKUL, 2010; ERKAN, 2012; CONTESSA et al., 2013).

Compostos fenólicos em hortaliças cultivadas em diferentes sistemas

Cultivos convencionais

O efeito antioxidante de hortaliças foi evidenciado em estudos realizados com espinafre e repolho (ISMAIL et al., 2004), maçã (LEJA et al., 2003), coentro (MELO et al., 2005), entre outros. De acordo com Bacchi et al (2004) e Lombardo et al (2012), estudos feitos com cultivares de batatas, o produto quando manejado de forma convencional requer que os produtores adotem insumos agrícolas e defensivos químicos, o que pode resultar em resíduos indesejáveis para o solo, acumulando-se conseqüentemente nos tubérculos, por isto, como resultado, os sistemas orgânicos de produção inicial no cultivo da batata estão em ascensão. Tal fato evidencia que em diversos cultivares estudados, embora os níveis de rendimento sejam tipicamente mais baixos em sistemas orgânicos, este tipo de manejo tem ganhado a predileção de muitos produtores.

Uma revisão recente por Lairon (2009) conclui que o teor de nitrato de alimentos cultivados organicamente (incluindo batata) é em geral menor do que em produtos cultivados convencionalmente. Isso pode ajudar a reduzir a ingestão total de nitrato, principalmente nos países onde os legumes são altamente consumidos. Juntamente com a água potável, os vegetais são a principal fonte alimentar de

nitrato, que é potencialmente perigoso para a saúde humana quando ingeridos em concentrações acima da ingestão diária aceitável (IDA) preconizados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), devido ao seu papel precursor para a formação de nitrosaminas, importante composto cancerígeno formado pela complexação de aminoácidos e nitratos. No entanto, estudos que investigam micronutrientes, diferentes bioativos e a capacidade antioxidante, tiveram resultados conflitantes. A literatura sugere que os teores mais elevados de compostos fenólicos em alimentos orgânicos ou convencionais podem variar não só entre cultivares, mas também com base na substância específica que está sendo analisada. Isto porque, o teor de polifenóis em uma planta é influenciado pelas condições de cultivo, tais como condições de crescimento, o grau de maturação e variedade (BARRETT et al., 2007; TOOR et al., 2006). A estes fatores soma-se a genética de plantas cultivadas, composição do solo e as condições de cultivo, estado de maturidade, e condições de colheita e pós-colheita. Desta forma, uma vez que a presença de polifenóis constituem parte dos mecanismos de defesa inatos das plantas, a síntese de polifenóis tem sido mostrado para ser estimulada sob condições de stress, como alterações de temperatura, exposição UV e ataques patogênicos, para as quais também podem ser submetidas também as plantações sob cultivo convencional (FALLER e FIALHO, 2009).

Não é consensual a evidência de que muitos antioxidantes desempenham um papel fundamental na adaptação das plantas a estresses abióticos, como estresse hídrico. Um número significativo de antioxidantes produzidos por plantas em resposta ao estresse são metabólitos secundários, incluindo uma vasta gama de compostos fenólicos simples e complexos derivados primariamente através da via fenilpropanóide (LUNA et al, 2012).

Alguns desses importantes compostos fenólicos são largamente disponíveis em diferentes frutas,



legumes e ervas íntegras, mas, também podem ser aproveitados a partir de resíduos agrícolas e industriais, tornando-se fontes atraentes de antioxidantes naturais. Segundo Ignat et al (2011), uma especial atenção está focada na extração de fontes de baixo custo ou residual das indústrias agrícolas. Subprodutos, remanescente após processamento de frutas e vegetais na indústria de processamento de alimentos, ainda contêm uma grande quantidade de compostos fenólicos. Importante exemplo pode ser evidenciado na citricultura que produz grandes quantidades de resíduos de casca e semente, os quais podem ser responsáveis por até 50% do peso total do fruto. Entretanto, segundo Koh et al (2009), até o momento, não há nenhum estudo sistemático que possa representar a sazonal variação ao longo do ano para o complemento de flavonóides, aminoácidos e vitamina C em alimentos, sendo necessária análise para um intervalo de diferentes cultivares, agrícolas e manejo pós-colheita e condição de armazenamento histórias. Mas, há um crescente interesse e necessidade de dados quantitativos sobre os níveis e variabilidade de bioativos importantes na produção comercial. Estes valores são crítico para estimar a disponibilidade e para o desenvolvimento de precisão bancos de dados, pois, requerem múltiplas amostragens durante longos períodos, a fim de compensar os efeitos das variações anuais, varietais e sazonais.

Cultivos orgânicos

A agricultura orgânica é um sistema de gerenciamento de produção holístico, que promove e melhora a saúde do ecossistema agrícola, incluindo a biodiversidade, os ciclos biológicos e a atividade biológica do solo. Sistemas orgânicos de produção são baseados em normas específicas e precisas de produção que visam alcançar agro-ecossistemas ideais que são socialmente, ecologicamente e economicamente sustentáveis (HAAS, 2008). Evita o uso de pesticidas sintéticos, herbicidas, adubos

químicos, hormônios de crescimento, antibióticos ou manipulação genética. Em vez disso, os agricultores orgânicos usam uma variedade de técnicas que ajudam a manter os ecossistemas e reduzir a poluição. Ele reduz drasticamente insumos externos, abstendo-se do uso de quimio-sintéticos fertilizantes, pesticidas e produtos farmacêuticos. Em vez disso, ele permite que as leis poderosas da natureza para aumentar os rendimentos agrícolas e resistência à doença (OLIVEIRA, 2009).

Orgânico é um termo de rotulagem que indica que os produtos são produzidos de acordo com as normas da produção orgânica, e que estão certificados por autoridade ou entidade de certificação devidamente constituída. A agricultura orgânica se baseia no emprego mínimo de insumos externos. Devido à contaminação ambiental generalizada, as práticas de agricultura orgânica não podem garantir ausência total de resíduos. No entanto, é possível aplicar métodos destinados a reduzir ao mínimo a contaminação do ar, do solo e da água (FAO/OMS, 2008).

Há uma crescente demanda por hortaliças orgânicas, entre outros produtos, e os agricultores de todo o mundo estão mudando suas práticas de produção para enfrentar esse desafio (DIPEOLU e AKINBODE, 2005, 2006). Sabe-se que os alimentos orgânicos têm atributos sensoriais superiores, contêm níveis mais baixos de pesticidas e fertilizantes sintéticos, têm níveis mais elevados de nutrientes e fitoquímicos protetores e menores níveis de nitrato de que alimentos produzidos convencionalmente. Este fenômeno é, possivelmente, devido a um maior teor de água em culturas convencionais, o que faz com que a diluição de nutrientes (VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2012).

É bem conhecido que a biossíntese de compostos fenólicos em plantas é fortemente influenciada pela cultivar, o modo de fertilização, a temperatura, a luz e



as variações sazonais (SLIMESTAD e VERHEUL, 2009). A tendência de maior concentração de polifenol em frutas e vegetais produzidos organicamente poderia ser explicada por uma maior absorção de fósforo e de limitada disponibilidade nitrogênio (VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2012). Um aumento da absorção de fósforo pode fornecer a energia necessária para a síntese de fitoquímicos. Além disso, demonstrou-se que as plantas sintetizam mais flavonóides quando o nitrogênio é limitado (MITCHELL et al., 2007).

Em relação aos atributos de qualidade dos alimentos orgânicos, os resultados ainda são pouco conclusivos. Darolt (2003) afirma existir um grande número de fatores que pode afetar a qualidade de um alimento, como fatores genéticos (variedades), clima, condições de solo, armazenamento pós-colheita e modo de produção (orgânico ou convencional). Pelo lado negativo, foi sugerido que a utilização de estrume e reduzida utilização de fungicidas e antibióticos em agricultura orgânica, pode resultar em uma maior contaminação de alimentos orgânicos por microrganismos ou produtos microbianos (HOEFKENS et al., 2009).

Numerosos estudos já foram conduzidos abordando as propriedades antioxidantes de frutas, hortaliças e plantas medicinais (RAMOS et al., 2003; CAI et al., 2004; MIGUEL et al., 2004; SCHAFFER et al., 2005; HSU et al., 2007; YU et al., 2007). Todavia, poucos trabalhos são conduzidos visando verificar a influência do tipo de cultivo na ação antioxidante desses alimentos. Alimentos produzidos organicamente têm tendência a possuírem menor teor de nitrato, maior teor de vitamina C e matéria seca, bem como maior teor de compostos com ação antioxidante, tais como flavonoides e carotenoides (DAROLT, 2003; STERTZ et al., 2005; MAGKOS et al., 2006).

Em relação à qualidade nutricional, de forma geral, para a maioria dos nutrientes ainda não existe um consenso sobre a superioridade dos orgânicos.

Todavia, para alguns elementos é possível observar algumas tendências. Ficou evidente que a maior parte dos estudos comparativos apontam para um menor teor de nitratos, um teor superior de matéria seca e um maior teor de vitamina C para produtos orgânicos, notadamente em legumes e folhosas. É provável que isto esteja ligado à menor quantidade e fontes menos disponíveis de nitrogênio em sistemas orgânicos. Em relação a substâncias como os compostos fenólicos, responsável por uma maior proteção ao organismo, a maioria dos estudos mostra um teor mais elevado em produtos provenientes da agricultura orgânica (DAROLT, 2003).

Compostos fenólicos em hortaliças orgânicas e convencionais

Os fitoquímicos são compostos provenientes do metabolismo secundário de plantas e, dentre eles, os compostos fenólicos merecem destaque, em razão da sua atividade antioxidante. A capacidade de inativação dos radicais livres pelos compostos fenólicos vem sendo atribuída à presença de grupamentos hidroxilas (OH^-) que possuem capacidade de se ligar a radicais livres presentes no organismo, impedindo sua ação, a qual pode causar danos e/ou oxidação de componentes de células (SEVERO et al., 2009).

O teor de componentes bioativos presentes nos vegetais é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, tipo de cultivo, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros (MELO et al., 2006). Dessa maneira, a probabilidade de se conseguir um resultado de pesquisas mais confiável, na comparação entre produtos oriundos de cultivos orgânicos e convencionais, aumenta quando um maior número de variáveis é monitorado (ARBOS, 2009).

Sistemas convencionais e orgânicos diferem também na quantidade de irrigação recebida (sequeiro ou irrigado), nas quantidades de nutrientes aplicadas como fertilizantes e em matéria orgânica aplicada



ao solo como resíduos de colheitas de inverno, cultura de cobertura por leguminosas ou esterco compostado. A disponibilidade de nitrogênio inorgânico, em particular, tem o potencial influenciar a síntese de metabólitos secundários de plantas, proteínas e sólidos solúveis. (LOMBARDO et al., 2012). Segundo dados de Degl'Innocenti et al. (2007), as fundamentais diferenças entre os sistemas de produção orgânico e convencional, especialmente na gestão para fertilidade do solo, podem afetar a composição nutricional das plantas, incluindo metabólitos secundários de plantas. Além disso, as plantas de produção biológica têm um longo período de maturação em comparação com as plantas convencionais, porque ocorre uma liberação mais lenta dos nutrientes fornecidos, e como flavonóides são formados durante o período de maturação, pode-se esperar um maior teor destes compostos em plantas cultivadas organicamente.

A agricultura biológica, forma como é chamada a agricultura com manejo orgânico, de acordo com Faller e Fialho (2009), em geral, é caracterizada pela sua restrição ao uso de pesticidas sintéticos e fertilizantes. Esta característica básica levou os pesquisadores a duas hipóteses principais justificando o motivo pelo qual as frutas e vegetais cultivados organicamente podem resultar em alimentos com maior teor de polifenóis. A primeira reflete o impacto das diferentes práticas de fertilização sobre o metabolismo da planta, já que os fertilizantes sintéticos oferecem fontes mais botanicamente biodisponíveis de nitrogênio, o que acelera o desenvolvimento das plantas, alocando recursos vegetais para efeitos de crescimento e não para a produção do derivado metabólitos tais como polifenóis. A segunda hipótese é baseada na exposição da planta a situações de tensão resultantes a ausência de pesticidas, tais como, os ataques de insetos, ervas daninhas e patógenos, levando a um aumento das substâncias naturais de defesa

(bioativos) tais como os compostos fenólicos.

Em diversas regiões do Brasil e em outros países, têm sido realizados estudos com a finalidade de comparar a composição química, qualidade nutricional e a segurança do consumo de produtos hortícolas obtidos a partir de diferentes tipos de sistemas de produção (FAVARO-TRINDADE, 2007; ARBOS, 2009; NASSUR, 2009; BAVEC et al., 2010; FERREIRA et al., 2010; LUTHRIA et al., 2010; SOLTOFT et al., 2010; LEME, 2012; SOUZA, 2012). Parte desses estudos confere uma melhor qualidade nutricional aos produtos cultivados em sistema de produção orgânico. Em alguns casos não existem diferenças significativas entre os produtos oriundos de diferentes sistemas de produção.

No que concerne às concentrações de substâncias bioativas, como é o caso dos compostos fenólicos, a maioria dos estudos realizados apresentam teor mais elevado em hortaliças provenientes de sistemas orgânicos de produção (NASSUR, 2009; ARBOS, 2010; LEME, 2012). Conforme Arbos et al. (2010) o sistema empregado no cultivo de hortaliças contribui, concomitante com o maior teor de compostos fenólicos, para uma mais efetiva atividade antioxidante das hortaliças orgânicas. Associados aos benefícios dos antioxidantes naturais presentes nesses vegetais, pesquisas mostram que alimentos orgânicos têm conquistado espaço no mercado consumidor (LEME, 2012). Em pesquisas realizadas com alfaces produzidas no Agreste Sergipano, Souza (2012) analisou alfaces dos grupos Lisa, Crespa e Americana oriundas de sistemas de produção orgânico e convencional. Verificou-se que o grupo Americana cultivada em sistema de produção orgânico apresentou teores de compostos fenólicos totais superiores quando comparada ao grupo Americana cultivada em sistema convencional, com teores de 12,18 mg D-catequina.g⁻¹ e de 5,20 mg D-catequina.g⁻¹, respectivamente, sendo a única variedade que apresentou diferença



significativa entre as médias dos tratamentos. As médias dos teores de compostos fenólicos totais em sistemas orgânicos, nos três grupos de alface analisados foram superiores quando comparados com as médias obtidas pelas amostras de alface cultivadas em sistema convencional.

Leme (2012) ao avaliar qualidade pós-colheita de pimentão cultivar Maximus produzidos em Brasília-DF em sistemas de cultivos orgânico e convencional, armazenados por 18 dias em ambiente refrigerado, verificou que os teores de compostos fenólicos totais foram influenciados pelos fatores sistemas de produção e tempo de armazenamento, separadamente. Frutos cultivados em sistema orgânico apresentaram maiores teores de compostos fenólicos ($90,35 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$) em relação aos cultivados convencionalmente ($77,36 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$). Quanto ao tempo de armazenamento, observou-se grande variação no teor de fenólicos totais, com picos máximos no 3° e 16° dias e mínimos ao 0, 9 e 18 dias de armazenamento. Nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal, Nassur (2009) avaliou a manutenção da qualidade de frutos de tomate tipo italiano produzidos em sistemas orgânico e convencional. Dentre as características avaliadas, determinou compostos fenólicos totais utilizando o método de Folin-Denis. O autor verificou que o teor de fenólicos em tomates orgânicos, recém-colhidos, foi superior ao de tomates convencionais. Ao longo do armazenamento refrigerado, tomates orgânicos prevaleceram sobre os convencionais, quanto aos fenólicos, à exceção do 15° dia, quando nenhuma diferença foi verificada. Durante o armazenamento ambiente, diferenças estatísticas não foram notadas entre tomates orgânicos e convencionais, exceto a maior concentração de fenólicos em tomates orgânicos, aos 5 dias de armazenamento. O autor verificou ainda que a temperatura de armazenamento não influenciou, consistentemente, os níveis de fenólicos durante o armazenamento de tomates

orgânicos e convencionais.

Arbos (2009) quantificou o teor de fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteu em alface (*Lactuca sativa*), rúcula (*Eruca sativa*) e almeirão (*Cichorium intybus* L.) cultivados em hortas experimentais orgânica e convencional do Campus Agrárias da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal. Os extratos obtidos das hortaliças provenientes de cultivo orgânico apresentaram teores de compostos fenólicos significativamente superiores aos extratos obtidos das hortaliças convencionais. Os resultados em ordem decrescente foram os seguintes: rúcula orgânica ($126,84 \pm 4,46 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$), alface orgânica ($108,72 \pm 2,34 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$), almeirão orgânico ($92,15 \pm 1,09 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$), alface convencional ($91,22 \pm 0,91 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$), rúcula convencional ($90,78 \pm 2,23 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$), e almeirão convencional ($81,04 \pm 3,64 \text{ mg EAG.100g}^{-1}$) (ARBOS, 2009). Os autores justificam que o maior teor desses bioativos em produtos orgânicos pode aumentar em função do tipo de adubação empregada na agricultura orgânica, esperando-se, portanto, que o teor de compostos fenólicos em alimentos produzidos organicamente seja superior aos convencionais (ARBOS, 2009; NASSUR, 2009).

As diferenças entre as amostras do sistema convencional e orgânico podem ser decorrentes de diversos fatores, como cultivares, estádios de maturação dos frutos, composição do solo, fertilização, condições climáticas e manejo (FERREIRA et al., 2010). Toor et al. (2006) pesquisaram a influência de diferentes tipos de fertilizantes convencionais sobre os principais componentes antioxidantes de tomates. Os autores verificaram que as fontes de adubos podem ter um expressivo efeito sobre a concentração destes compostos. Devido à maior disponibilidade de nitrogênio e ao maior crescimento das plantas adubadas com soluções minerais, a produção de metabólitos secundários, que estão envolvidos na defesa da planta, foi reduzida e esta



redução pode estar associada ao menor teor de compostos fenólicos observados para os frutos no sistema de cultivo convencional. Porém, os autores alegam que há a necessidade de estudos em escala comercial, para que seja possível a confirmação de tais resultados.

Soltoft et al. (2010) analisaram amostras de batata, cenoura e cebola de três diferentes localizações geográficas (Flakkebjerg, Foulum e Jyndevad), cultivadas em três diferentes sistemas agrícolas em todos os locais: um sistema convencional e dois sistemas orgânicos OA e OB, o primeiro contou com a utilização de esterco animal e no segundo o fornecimento de nutrientes foi baseado na utilização de culturas de cobertura. Os autores observaram que o teor do ácido 5-O-cafeoilquínico (5-CQA), um fenólico predominante em batatas e cenouras, foi superior em batatas cultivadas no sistema OB. Os autores justificam que o maior teor de 5-CQA em batatas desse sistema de cultivo pode estar relacionado a um menor nível de potássio na fertilização em comparação com o sistema convencional. Os autores alegaram que não houve diferenças significativas no teor de ácidos fenólicos entre os sistemas convencional e orgânicos e que a capacidade das culturas selecionadas para sintetizar metabólitos secundários não foi sistematicamente afetada pelo sistema de cultivo e localizações geográficas.

Luthria et al. (2010) avaliaram a influência que práticas de agricultura orgânica e convencional exercem sobre o teor de fenólicos totais em amostras de berinjela de duas cultivares, Blackbell (berinjela Americana) e Millionaire (berinjela Japonesa), cultivadas em condições climáticas semelhantes, na cidade de Hanford - Califórnia. A determinação do conteúdo fenólico foi realizada por dois processos independentes, por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e pelo método de Folin-Ciocalteu.

Os resultados das análises realizadas por HPLC mostraram uma significativa variação no teor do ácido 5-cafeoilquínico em berinjelas provenientes de plantas diferentes. Quando cultivadas em condições convencionais, o teor desse ácido em berinjelas da cultivar Blackbell variou de 2,24-8,30 mg/100 g, com média de 4,11 mg/100g de amostra. Cultivadas em sistema orgânico, o teor do ácido 5-cafeoilquínico variou de 1,36-4,04 mg/100 g, com média de 2,63 mg/100 g. Semelhante à cultivar Blackbell, grandes variações no teor do ácido 5-cafeoilquínico foram observadas em berinjelas da cultivar Millionaire coletadas em plantas diferentes. A análise de variância não mostrou diferença estatística no teor de ácido 5-cafeoilquínico entre amostras de berinjela cultivadas em ambientes orgânicos e convencionais. Os autores relatam que essa variação no teor de compostos fenólicos, pode ser atribuída a variações biológicas entre planta-a-planta e sua resposta aos fatores do meio ambiente, como a intensidade da luz, estresse e disponibilidade de nutrientes.

A determinação dos compostos fenólicos pelo método de Folin-Ciocalteu mostrou também tendência semelhante, em comparação à quantificação de ácido 5-cafeoilquínico por análise de HPLC. Para a cultivar Blackbell, a média do conteúdo fenólico foi de 9,88 mg GAE/g e 8,90 mg GAE/g, para berinjelas convencionais e orgânicas, respectivamente. A tendência foi revertida com a cultivar Millionaire, onde amostras de berinjela cultivadas organicamente teve um maior teor de compostos fenólicos (13,64 mg GAE/g) quando comparado com amostras de berinjela cultivadas convencionalmente (11,61 mg GAE/g). A análise de variância mostrou diferença significativa no teor de compostos fenólicos de amostras de berinjelas provenientes de cultivos convencionais e orgânicos.

Em pesquisa realizada por Bavec et al. (2010) analisou-se o conteúdo de compostos fenólicos e outras características em beterrabas cultivadas no Centro



Universitário Agrícola da Universidade de Maribor, em sistemas agrícolas convencional, orgânico, integrado, biodinâmico e um sistema de produção controle. O teor de fenólicos totais foi determinado através de ensaio com o reagente Folin-Ciocalteu. Os autores observam que amostras do cultivo biodinâmico e controle apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos. O menor resultado foi encontrado nas amostras de beterrabas provenientes do cultivo convencional.

Algumas pesquisas indicam que existem diferenças relativas à qualidade, quando são considerados atributos como sabor, valor nutricional mediante comparação entre os alimentos produzidos em cultivos orgânicos e convencionais (FERREIRA, 2004; STERTZ, 2004; BORGUINI e SILVA, 2005; FAVARO-TRINDADE, 2007). No entanto, as evidências até o momento, não são suficientes para garantir que as frutas e hortaliças cultivadas sob o sistema orgânico sempre irão suplantar os valores nutricionais avaliados (ARBOS, 2009). Apesar de existir uma série de dados disponíveis sobre diferentes atributos dos alimentos produzidos no sistema orgânico e convencional, não é possível fazer uma comparação válida, devido a grande variabilidade de parâmetros que deveriam ser avaliados (ARBOS, 2009). Segundo Soltoft et al. (2010) para fazer comparações válidas entre vegetais produzidos em sistemas orgânicos e convencionais, importantes variações causadas por vários fatores, tais como localização geográfica e estação de crescimento devem ser incluídas para assegurar que as possíveis diferenças encontradas são sistemáticas e confiáveis, o que não é o caso da maioria dos estudos realizados.

Devido ao substancial aumento do interesse do consumidor pelos alimentos orgânicos, existe a necessidade de conhecer o alcance das bases científicas para as alegações de superioridade atribuídas aos produtos orgânicos (BORGUINI e TORRES, 2006). Desse modo, são fundamentais

que novas pesquisas que avaliem a qualidade dos alimentos orgânicos sejam desenvolvidas (ARBOS, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propriedades antioxidantes nos alimentos estão diretamente relacionadas com a presença dos compostos fenólicos, em especial os ácidos fenólicos e os flavonóides. Numerosos estudos revelam que os alimentos produzidos organicamente têm tendência a possuírem menor teor de nitrato, maior teor de vitamina C, matéria seca e compostos com ação antioxidante. Entretanto, com relação à qualidade nutricional para a maioria dos nutrientes, até o momento, não existe um consenso sobre a superioridade dos orgânicos em relação aos convencionais. Os estudos abordados demonstram que existem diversos fatores que podem contribuir com o teor de compostos fenólicos em hortaliças, como por exemplo, o sistema de cultivo empregado, composição do solo, fatores genéticos, condições ambientais, disponibilidade de nitrogênio, quantidade de irrigação e nutrientes recebidos, assim como a variedade da planta e o seu grau de maturação. Dessa forma, em pesquisas em que se comparam a quantidade de compostos fenólicos presentes em hortaliças oriundas de sistemas de cultivos convencionais e orgânicos, é fundamental o monitoramento do maior número de variáveis possíveis a fim de garantir resultados confiáveis e fidedignos. Diante do exposto, nota-se a necessidade de mais estudos que visam verificar a influência do tipo de cultivo e outros parâmetros importantes, possibilitando realizar comparações válidas entre os diferentes sistemas empregados e avaliar a real ação antioxidante desses alimentos.

REFERÊNCIAS

ALU'DATT, M. H.; RABABAH T.; EREIFEJ K, ALLI I. Distribution, antioxidant and characterization of



- phenolic compounds in soybeans, flaxseed and olives. *Food Chem.*, 139:93–99, 2013.
- ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C.; DORNAS, M.F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 30(2):501-506, 2010.
- ARBOS, K. A. Qualidade sanitária e nutricional de hortícolas orgânicas. 162f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2009.
- BACCHI, M. A.; FERNANDES, E. A. N.; TSAI, S. M.; SANTO, L. G. C. Conventional and organic potatoes: Assessment of elemental composition using k0-INAA. *J. Radioanal. Nucl. Ch.*, 259(3): 421-424, 2004.
- BARRETT, D. M.; WEAKLEY, C.; DIAZ J.V.; WATNIK M. Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 72:441–451, 2007.
- BAVEC, M.; TURINEK, M.; GROBELNIK-MLAKAR, S.; LATNAR, A.; BAVEC, F. Influence of Industrial and Alternative Farming Systems on Contents of Sugars, Organic Acids, Total Phenolic Content, and the Antioxidant Activity of Red Beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* Rote Kugel). *J. Agr. Food Chem.*, 58(22): 11825–11831, 2010.
- BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensoriais do Tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por Cultivo orgânico em comparação ao convencional. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.*, Araraquara, 16(4): 355-361, 2005.
- BORGUINI, R.G.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. *Segur. Aliment. Nutr. Campinas*, 13(2):64-75, 2006.
- CAI, Y.; LUO, Q.; SUN, M.; CORKE, H. Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci.* 74(17):2157-2184, 2004.
- CAVALCANTE, A.C.R.; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; SOARES, J.P.G. Produção orgânica de caprinos e ovinos. Sobral: Embrapa Caprinos, 40, 2007.
- CHUNG, I. et al. Effect of processing, fermentation, and aging treatment to content and profile of phenolic compounds in soybean seed, soy curd and soy paste. *Food Chem.*, 127:960–967, 2011.
- CONTESSA, C. et al. Total antioxidant capacity and total phenolic and anthocyanin contents in fruit species grown in Northwest Italy. *Sci. Hort.* 160:351–357, 2013.
- DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional In: STRIGHETA, P.C & MUNIZ, J.N. Alimentos Orgânicos: Produção, Tecnologia e Certificação. 1 ed. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa - UFV, p. 289-312, 2003.
- DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visão Acadêmica*, Curitiba, 5 (1):33-40, 2004.
- DEGL'INNOCENTI, E.; TOGNONI, F.; PARDOSSI, A.; GUIDI, L. Physiological basis of sensitivity to enzymatic browning in 'lettuce', 'escarole' and 'rocket salad' when stored as fresh-cut products. *Food Chem.*, 104(3):209–215, 2007.
- DIPEOLU, A. O.; AKINBODE, S. O. Consumer Perceptions of Organic Produce in Abeokuta in OLASANTAN, F.O.; AIYELAAGBE, I.O.O.; OLOWE, V.I.O. Organic Agriculture for sustainable food security. In: National conference on organic agriculture in Nigeria, 1., Nigeria. Anais. p. 191-196, 2005.
- DIPEOLU, A. O.; AKINBODE, S. O. Comparative Economic Analysis of Organic and Inorganic Vegetable Production in Ogun State in OKOGUN, J.A.; ADEOLUWA, O. O.; ADEDIRAN, J.A. In: National Conference on Organic Agriculture in Nigeria, 2., Nigeria. Anais. p. 24-29, 2006,
- ERKAN, N. Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L.



Food Chem., 133:775–781, 2012.

FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. Food Res. int.42: 210-215, 2009.

FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations, 2008. Disponível em: <faostat.fao.org> Acesso em: 15 de Agosto de 2013.

FAVARO-TRINDADE, C.S.; MARTELLO, L.S.; MARCATTI, B.; MORETTI, T.S.; PETRUS R.R.; ALMEIDA, E.; FERRAZ, J.B.S. Efeito dos Sistemas de Cultivo Orgânico, Hidropônico e Convencional na Qualidade de Alface Lisa. Braz. J. Food Technol.,10:(2):111-115, 2007.

FERREIRA, S.M.R.; et al. Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. Ciênc. Tecnol. Aliment. 30(1), 224-230, 2010.

GUZMÁN, G.C.; GONZÁLEZ, M.M. Preindustrial agriculture versus organic agriculture. The land cost of sustainability. Land Use Policy, 26(2):502-510, 2009.

HAAS, G. The Organic Agriculture Approach in Organic Agro Expertise. Agosto, 2008. Disponível em: <www.agroexpertise.de>. Acesso em: 15 de Agosto 2013.

HOEFKENS, C.; Vandekinderen, I.; De Meulenaer, B.; Devlieghere, F.; Baert, K.; Sioen, I.; De Henauw, S.; Verbeke, W.; Van Camp, J. A literature-based comparison of nutrient and contaminant contents between organic and conventional vegetables and potatoes. Br. J. Nutr. 111: 1078–1097, 2009.

HSU, C.Y.; CHAN, Y.P.; CHANG, J. Antioxidant activity of extract from Polygonum cuspidatum. Braz. J. Med. Biol. 40:13-21, 2007.

IGNAT, I.;VOLF I.; POPA V.I.A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chem.,126:1821-1835, 2011.

ISMAIL, A.; MARJAN; Z. M.; FOONG, C. W. Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables. Food Chem., 87(4):581-586, 2004.

KOH, E. et al. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli. J. Food Compost. Anal., 22:637-643, 2009.

LAIRON, D. Nutritional quality and safety of organic food. A review. Agron. Sustain. Dev., 30(1): 33-41, 2010.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEN, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. Food Chem., 80:303-307, 2003.

LEME, S.C. Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico. 116f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2012.

LOMBARDO, S; PANDINO, G.; MAUROMICALE, G. Nutritional and sensory characteristics of “early” potato cultivars under organic and conventional cultivation systems. Food Chem., 133:1249-1254, 2012.

LUNA, M.C. et al. Long-term deficit and excess of irrigation influences quality and browning related enzymes and phenolic metabolism of fresh-cut iceberg lettuce (*Lactuca sativa* L.). Postharvest. Biol. Technol., 73:37-45, 2012.

LUTHRIA, D.;SINGHB, A.P.; WILSON, T.; VORSA, N.; BANUELOS, G.S.; VINYARDE, D. T. Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp: Plant-to-plant variation. Food Chem., 121:406-411, 2010.

MACHADO, F.; CORAZZA, R. Desafios tecnológicos, organizacionais e financeiros da agricultura orgânica no Brasil. Rev. Fac. Cienc. Econ., 26(4):21-40, 2004.

MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. Int. J. Food Sci. Nutr., 54(5): 357-71, 2006.

MAQSOOD, S.; BENJAKUL, S. Comparative studies



- of four different phenolic compounds on *in vitro* antioxidative activity and the preventive effect on lipid oxidation of fish oil emulsion and fish mince. *Food Chem.*, 119: 123–132, 2010.
- McLEAN, J.A.; KARADAS, F.; SURAI, P.F.; MCDEVITT, R.M.; SPEAKE, B.K. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.*, 141:366–372, 2005.
- MELO, E. A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA, N. B. Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract (*Coriandrum sativum*L.). *Lebensmittel-Wissenschaft e Technologie*, 38(1):15-19, 2005.
- MELO, E. A. MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 26(3):639-644, 2006.
- MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; SANTANA, A.P.M. Capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. *Nutrire: J. Braz. Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, 34(1): 85-95, 2009.
- MIGUEL, G. SIMÕES, M.; FIGUEIREDO, A.C.; BARROSO, J.G.; PEDRO, L.G.; CARVALHO, L. Composition and antioxidant activities of the essential oils of *Thymus caespititius*, *Thymus camphoratus* and *Thymus mastichina*. *Food Chem.*, 86(2): 183-188, 2004.
- MIRNAGHI, F.S.; MOUSAVI, F.; ROCHA, S.M.; PAWLISZYN, J. Automated determination of phenolic compounds in wine, berry, and grape samples using 96-blade solid phase microextraction system coupled with liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 1276:12–19, 2013.
- MITCHELL, A.E.; HONG, Y.J.; KOH, E.; BARRETT, D.M.; BRYANT, D.E.; DENISON, R.F.; KAFFKA, S. Ten-year comparison of the influence of organic and conventional crop management practices on the content of flavonoids in tomatoes. *J. Agric. Food Chem.*, 55:6154–6159, 2007.
- MORENO, M.; ARRIBAS, A.S.; BERMEJO, E.; ZAPARDIEL, A.; CHICHARRO, M. Analysis of polyphenols in white wine by CZE with amperometric detection using carbon nanotube-modified electrodes. *Electrophoresis*, 32: 877–883, 2011.
- NACZK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 41:1523–1542, 2006.
- NASSUR, R. Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidos em sistema orgânico. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2009.
- O’CONNELL, J.E.; FOX, P.F. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. *Int. Dairy J.*, 11:103–120, 2001.
- OLIVEIRA, C.S. Propriedades Químicas e Sensoriais de Cacau de Cultivo Orgânico e Convencional da Região Sul da Bahia. 145 f. Dissertação – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Salvador. 2009.
- PIMENTEL, D.; HEPPEL, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55:573–582, 2005.
- POPA, V.I.; Dumitrua, M.; Volf, I.; Anghel, N. Lignin and polyphenols as allelochemicals. *Ind. Crops Prod.*, 27:144–149, 2008.
- RAMOS, A. et al. Screening of antimutagenicity via antioxidant activity in Cuban medicinal plants. *J. Ethnopharmacol.*, 87(2-3): 241-246, 2003.
- SABA, A.; MESSINA, F. Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides. *Food Qual. Prefer.*, 14:637–645, 2003.
- SCHAFFER, S.; SCHMITT-SCHILLIG, S.; ECKERT, G.



- P. Antioxidant properties of mediterranean food plant extracts: geographical differences. *J. Physiol. Pharmacol.*, 56(1):115-124, 2005.
- SEVERO, J.GALARÇA, S.P.; CANTILLANO, R.F.F.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A.; AIRES, R.F. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. *Braz. J. Food Technol.*, 2(1):65-70, 2009.
- SIGER, A.; CZUBINSKI, J.; KACHLICKI, P.; DWIECKI, K.; LAMPART-SZCZAPA, E.; NOGALA-KALUCKA, M. Antioxidant activity and phenolic content in three lupin species. *J. Food Compost. Anal.*, 25:190-197, 2012.
- SIKORA, E.; CIEŚLIK, E.; LESZCZYŃSKA, T.; FILIPIAK-FLORKIEWICZ, A.; PISULEWSKI, P.M. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chem.*, 107: 50-55, 2008.
- SLIMESTAD, R.; VERHEUL, M. Review of flavonoids and other phenolics from fruits of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, 89:1255-1270, 2009.
- SOLTOFT, M.; Nielsen, J.; Holst Laursen, K.; Husted, S.; Halekoh, U.; Knuthsen, P. Effects of Organic and Conventional Growth Systems on the Content of Flavonoids in Onions and Phenolic Acids in Carrots and Potatoes. *J. Agric. Food Chem.*, 58(19):10323-10329, 2010.
- SOUZA, A.L.G. Efeitos dos sistemas de produção orgânico e convencional na qualidade nutricional de alface dos grupos Lisa, Crespa e Americana. 80f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2012.
- STERTZ, S.C. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na região metropolitana de Curitiba, Paraná. 260f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 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 CEPPA*, 23(2):383-396, 2005.
- TOOR, R.K.; SAVAGE, G. P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food. Compost. Anal.*, 19(1):20-27, 2006.
- VALLVERDÚ-QUERALT, A. et al. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? *Food Chem.*, 130:222-227, 2012.
- YU, F. et al. Antioxidant activities of crude tea polyphenols, polysaccharides and proteins of selenium-enriched tea and regular green tea. *Eur. Food Res. Technol.*, 225(5-6):843-848, 2007.