

Avaliação das Concentrações de Nitrato e Nitrito em Hortaliças Produzidas em Cultivos Convencional e Orgânico na Região do Vale do Taquari – RS

Nitrate and Nitrite Determination in Vegetables Produced in Conventional and Organic Farming in the Region of Taquari Valley- RS

Daniel Henrique Kreutz^a; Mauro Weizenmann^a; Mônica Jachetti Maciel^a; Cláucia Fernanda Volken de Souza^{a*}

^aCurso de Química Industrial, Centro Universitário UNIVATES, Rio Grande do Sul, Brasil

*E-mail: claucia@univates.br

Recebido: 9 de outubro de 2011; Aceito: 5 de março de 2012.

Resumo

Ao longo dos últimos anos é crescente a preocupação com a qualidade de vida e a preservação da saúde. A cultura orgânica, diante da tendência ao consumo de alimentos mais saudáveis, visa produzir alimentos sem a adição de agrotóxicos ou qualquer produto químico. Esta agricultura tem-se intensificado, pois contraria a agricultura convencional, cujo objetivo principal é a utilização intensiva de terras e de tecnologias que acarreta em um grande uso de fertilizantes, inseticidas e herbicidas. As hortaliças são componentes importantes em uma dieta saudável, ajudando a diminuir o risco de determinadas doenças, além de favorecer o trânsito intestinal e proporcionar efeito antioxidante no organismo. No entanto, estas hortaliças possuem nitrato e nitrito, componentes naturais, precursores de algumas formas de câncer e da metahemoglobinemia. Portanto, este trabalho teve como objetivo comparar a concentração de nitrato e nitrito em hortaliças, como beterraba, cenoura, espinafre e repolho, cultivados de forma convencional e orgânica. A determinação de nitrato e nitrito foi baseada na metodologia oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e os resultados foram comparados através do *Statistica® for Windows* versão 7.0. O nitrito foi encontrado na beterraba e no espinafre e o nitrato ocorreu em todas as amostras analisadas. Todos os vegetais apresentaram médias de valores superiores a 1000 mg/kg, portanto foram classificados como hortaliças com alto conteúdo de nitrato. Houve diferença significativa entre os níveis de nitrato dos vegetais da agricultura convencional para a orgânica, mostrando que o consumo de hortaliças orgânicas favorece uma menor ingestão destes elementos.

Palavras-chave: Verduras. Cultivos Agrícolas. Agricultura Orgânica.

Abstract

*In recent years there is a concern about the quality of life and public health. The organic farming aims to produce organic foods without pesticides due to the trend towards consumption of healthier foods. This type of farming contradicts the conventional farming, whose main objective is the intensive use of land, technology and fertilizers, insecticides and herbicides. Vegetables are important components in a healthy diet, since they minimize some disease risks, promote intestinal function and provide antioxidant effects in the body. However, these vegetables contain nitrate and nitrite, natural compounds, precursors of some forms of cancer and methemoglobinemia. This study aimed to compare the concentration of nitrate and nitrite in vegetables such as beets, carrots, spinach and cabbage, grown in conventional and organic production. The determination of nitrate and nitrite was based on the official methodology of the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply and the results were evaluated using the *Statistica® for Windows* version 7.0. Nitrite was found in beets and spinach and nitrate was found in all the samples. All plants showed high content of nitrate, which exceeded 1000 mg/kg. There were significant differences between the levels of nitrate from conventional farming to organic one, which shows that the intake of organic vegetables benefits a lower intake of these elements.*

Keywords: Vegetables. Agricultural Cultivation. Organic Agriculture.

1 Introdução

Os vegetais são componentes importantes em uma dieta saudável, sendo fonte de vitaminas, minerais e de compostos biologicamente ativos¹. A ingestão diária de, no mínimo, 400 g destes alimentos (excluindo batata e tubérculos amiláceos) se estima ser o suficiente para a prevenção de doenças cardíacas, câncer, diabetes e obesidade. Globalmente, calcula-se que até 2,7 milhões de vidas podem ser potencialmente salvas todos os anos se o consumo de frutas e hortaliças for aumentado².

O Brasil é um dos líderes mundiais na exportação de produtos agrícolas, ficando atrás somente dos Estados Unidos e dos países da União Européia³. A produção brasileira de hortaliças gerou 161 milhões de dólares em exportações

no ano de 2009, refletindo um aumento de 34% em relação ao ano anterior⁴. A agricultura predominante no Brasil é a convencional, caracterizada pela utilização intensiva de terras e de tecnologia, envolvendo a mecanização e o alto uso de insumos como fertilizantes, herbicidas e inseticidas, ocasionando, em curto prazo, resultados econômicos expressivos^{5,6}. No entanto, esse tipo de cultivo é frequentemente questionado em função de pesquisas que comprovam que os agrotóxicos fazem mal à saúde do consumidor, além de contaminarem o meio ambiente⁷.

Diante da tendência ao consumo de alimentos mais saudáveis, tem-se intensificado ao longo dos anos a utilização da agricultura orgânica. Prática que visa à produção de alimentos sem a adição de contaminantes intencionais, como

agrotóxicos ou qualquer outro tipo de produto químico; à redução ou à eliminação da dependência dos insumos utilizados e das energias não renováveis e à preservação do meio ambiente através da otimização dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis^{8,9}. O Brasil, em 2010, vendeu internamente R\$ 350 milhões em alimentos orgânicos, valor cerca de 40% superior ao do ano de 2009. As hortaliças orgânicas representam a maior fatia deste mercado, sendo o grupo de alimento orgânico mais procurado pelos brasileiros¹⁰.

Nitratos e nitritos podem ser encontrados em solos, vegetais, frutas, plantas em decomposição, esterco, água de abastecimento e em outros resíduos orgânicos. Além disso, são utilizados como ingredientes de fertilizantes, aditivos e como conservantes de produtos cárneos¹¹⁻¹⁵. O nitrato complementa o nitrogênio, nutriente fundamental para o desenvolvimento das plantas¹⁶, sendo que a contaminação acontece quando ocorre absorção maior do que o necessário para o crescimento sustentável do vegetal. Por si só não representa riscos, mas os metabólitos e os produtos de sua reação implicam em efeitos adversos para a saúde¹⁷. A preocupação com o nitrato é quanto à sua transformação em nitrito, reação que ocorre naturalmente no organismo humano, onde ele reage com as aminas podendo formar nitrosaminas, potencialmente carcinogênicas¹⁸⁻²⁰. Outra possibilidade de reação indesejada é a substituição do oxigênio da hemoglobina pelo nitrito, podendo causar a metahemoglobinemia, doença que causa o impedimento do transporte de oxigênio dos alvéolos para os tecidos, o que pode levar a morte^{21,22}. A Organização Mundial para Agricultura e Alimentação e a Organização Mundial da Saúde estabeleceram como admissível a dose diária de 3,65 mg do íon nitrato e 0,133 mg do íon nitrito por kg de peso corporal²³.

A agricultura orgânica utiliza o biofertilizante, produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos derivados de animais, vegetais e rochas minerais²⁴, liberando gradualmente o conteúdo de nitrogênio²⁵. Já a agricultura convencional utiliza adubo químico nitrogenado²⁶, caracterizado pelo fornecimento do nitrato diretamente às plantas. Portanto, a cultura orgânica pode apresentar menor teor de nitrato do que a agricultura convencional²⁷.

Diante deste contexto, o objetivo desse trabalho foi comparar os teores de nitrato e nitrito em hortaliças, cultivadas de forma orgânica e convencional, na região do Vale do Taquari/RS.

2 Material e Métodos

As amostras de hortaliças cultivadas sob o sistema orgânico foram coletadas em uma propriedade de hortigranjeiros, localizada no município de Cruzeiro do Sul, na região do Vale do Taquari, certificada pela ECOCERT Brasil (Florianópolis, SC) como produtora de hortaliças orgânicas, sob o registro

2853BR. As amostras de cultivo convencional foram obtidas em outra propriedade do mesmo município junto a produtor de hortaliças de cultivo convencional.

O experimento constou de dois tratamentos: cultivo orgânico e convencional de quatro espécies de hortaliças: beterraba (*Beta vulgaris* L. var *catrine*), cenoura (*Daucus carota* L. var *brasilica*), espinafre (*Spinacea oleracea* L. var *nova zelândia*) e repolho (*Brassica oleracea* L. var *capitata*), que foram escolhidas em função do alto consumo entre população. Foram coletadas 9 amostras (3 coletas mensais) de cada vegetal e de cada sistema de produção (orgânico e convencional) no período de julho a setembro, que foram identificadas com a primeira letra do nome da hortaliça. As amostras foram coletadas pelo produtor logo após a colheita, como plantas inteiras, com posterior separação das partes comestíveis. Estas foram higienizadas em água potável e acondicionadas em sacos plásticos fechados e armazenadas em refrigerador por um dia. As amostras de cenoura e beterraba foram raladas em ralador manual, enquanto que as amostras de espinafre e repolho foram picadas manualmente. Todas as amostras foram submetidas às análises de nitritos e de nitratos e as análises foram realizadas em triplicata.

Para a extração do nitrato e do nitrito das amostras de hortaliças, estas foram submetidas à fervura por aquecimento indireto (banho-maria) com água deionizada e, na sequência, preparadas para a determinação dos teores de nitrato e nitrito de acordo com a metodologia oficial do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento²⁸. A quantificação foi realizada através da leitura em espectrofotômetro a 540 nm.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com nove repetições em triplicatas. Os resultados das determinações analíticas de nitrato e nitrito para beterraba, cenoura, espinafre e repolho de ambos os sistemas de cultivo foram comparados através do teste t ($p < 0,05$), empregando o *software Statistica® for Windows* versão 7.0.

3 Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados de nitrato e nitrito (mg / kg de amostra) da beterraba convencional e orgânica. Os teores mínimo e máximo de nitrato da beterraba convencional foram de 1723,4 e 2357,3 mg/kg, respectivamente, enquanto os teores de nitrito variaram de 32,2 a 40,9 mg/kg. A beterraba orgânica apresentou um teor mínimo de nitrato de 1148,7 mg/kg e máximo de 1576,2 mg/kg, já os teores de nitrito variaram entre 12,9 e 25,0 mg/kg. Esta hortaliça apresentou as maiores diferenças entre as médias dos teores de nitrato e nitrito em relação às formas de cultivo orgânico ou convencional, resultando em um acréscimo de 54,8 e 66,6%, respectivamente.

Tabela 1: Resultados de nitratos e nitritos (mg/kg de amostra) de beterraba convencional e orgânica

Beterraba	Convencional		Orgânica	
	Nitrato	Nitrito	Nitrato	Nitrito
B1	2357,3	38,5	1276,7	12,9
B2	2057,2	35,1	1148,7	21,7
B3	2056,2	36,5	1164,3	22,6
B4	2202,9	40,9	1577,3	23,1
B5	2255,5	39,8	1540,8	22,6
B6	2264,8	40,6	1576,2	23,6
B7	1806,2	33,0	1238,2	24,0
B8	1723,4	32,2	1230,9	25,0
B9	1784,1	34,7	1203,4	23,5
Média	2056,42 ± 234,24 ^a	36,85 ± 3,28 ^{ns}	1328,50 ± 181,53 ^b	22,11 ± 3,58 ^{ns}
Desvio Padrão	251,5	3,5	181,5	3,6

Médias com letras iguais na mesma linha e para o mesmo mineral não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

ns = não significativo.

Os resultados correspondem à média de 9 amostras, analisadas em triplicata.

Os teores de nitrato da beterraba comparando-se o modo convencional e o orgânico apresentaram diferença significativa. Esses dados estão de acordo com o trabalho de Rembalkowska²⁹, no qual o autor afirma que os métodos orgânicos utilizados no cultivo de vegetais podem diminuir a ingestão de nitrato pelos seres humanos em até 50%, se comparados ao sistema convencional de cultivo. Já os teores de nitrito não apresentaram diferença significativa. Não foi encontrado nenhum trabalho na literatura sobre a quantificação de nitrato e nitrito na beterraba.

Os resultados do teor de nitrato e nitrito da cenoura convencional e orgânica se encontram na Tabela 2. A cenoura convencional apresentou teor mínimo de 919,9 e máximo de 1264,4 mg/kg de nitrato e a cenoura orgânica 751,5 e 893,6 mg/kg. As cenouras orgânicas (394 mg/kg) analisadas por Malmauret *et al.*³⁰ apresentaram médias maiores de nitrato do que as convencionais (113 mg/kg). No entanto, no presente estudo a média do cultivo convencional foi 28,9% superior ao cultivo orgânico.

Nas amostras de cenoura analisadas no presente trabalho, em nenhuma das formas de cultivo foi detectada a presença de nitrito. Tais resultados corroboram os de Wang *et al.*³¹, pois apesar desses autores terem verificado a presença de nitrito, os teores foram muito próximos a zero, entre 0,02 e 0,23 mg/kg. Os teores de nitrato para cenoura convencional encontrados nesta mesma pesquisa variaram de 921 a 1956 mg/kg, sendo o teor mínimo semelhante ao encontrado nesse estudo. Para a cenoura convencional, os teores de nitrato e nitrito encontrados por Ayaz *et al.*³² foram de 190,03 e 0,65 mg/kg, respectivamente.

Tabela 2: Resultados de nitratos e nitritos (mg/kg de amostra) de cenoura convencional e orgânica

Cenoura	Convencional		Orgânica	
	Nitrato	Nitrito	Nitrato	Nitrito
C1	1094,7	0,0	794,9	0,0
C2	1013,9	0,0	887,8	0,0
C3	1044,4	0,0	790,2	0,0
C4	1190,6	0,0	886,5	0,0
C5	1264,4	0,0	893,6	0,0
C6	1196,4	0,0	880,7	0,0
C7	940,4	0,0	751,5	0,0
C8	919,9	0,0	773,3	0,0
C9	929,8	0,0	784,5	0,0
Média	1066,05 ± 128,24 ^a	0 ± 0 ^{ns}	827,01 ± 58,46 ^b	0 ± 0 ^{ns}
Desvio Padrão	128,2	0	58,4	0

Médias com letras iguais na mesma linha e para o mesmo mineral não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

ns = não significativo.

Os resultados correspondem à média de 9 amostras, analisadas em triplicata.

Os teores de nitrato e nitrito do espinafre convencional e orgânico são apresentados na Tabela 3. O teor mínimo de nitrato do espinafre convencional foi de 1441,5 mg/kg e o máximo de 2141,2 mg/kg. Os teores de nitrito das amostras de espinafre de cultivo convencional variaram de 0,3 a 1,0 mg/kg. No espinafre orgânico os teores de nitrato foram entre 1150,3 a 1771,3 mg/kg e os teores de nitrito variaram entre zero a 0,4 mg/kg. Ao comparar as médias dos dois cultivos, o teor de nitrito do espinafre convencional é 6,63 vezes superior ao orgânico.

Tabela 3: Resultados de nitratos e nitritos (mg/kg de amostra) de espinafre convencional e orgânico

Espinafre	Convencional		Orgânico	
	Nitrato	Nitrito	Nitrato	Nitrito
E1	2022,8	0,8	1771,3	0,3
E2	2141,2	0,6	1750,7	0,3
E3	2140,5	0,3	1617,3	0,4
E4	2008,0	1,0	1370,5	0,0
E5	2064,5	0,9	1375,9	0,0
E6	2070,5	0,9	1422,7	0,0
E7	1454,8	0,7	1150,3	0,0
E8	1441,5	0,7	1187,0	0,0
E9	1538,9	0,7	1174,8	0,0
Média	1875,85 ± 302,58 ^a	0,73 ± 0,21 ^a	1424,50 ± 240,59 ^b	0,11 ± 0,17 ^b
Desvio Padrão	302,6	0,2	240,6	0,2

Médias com letras iguais na mesma linha e para o mesmo vegetal não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

ns = não significativo.

Os resultados correspondem à média de 9 amostras, analisadas em triplicata.

No estudo de Malmauret *et al.*³⁰, a média de nitrato do espinafre convencional foi de 1591 mg/kg e do orgânico de 1135 mg/kg e os teores máximos foram de 1901 mg/kg e 3923 mg/kg, respectivamente. Para os teores de nitrito, os autores obtiveram a média de 7,5 mg/kg no espinafre convencional, e 0,2 mg/kg no espinafre orgânico. Os teores de nitrito encontrados pelos autores no espinafre orgânico foram semelhantes aos teores obtidos no presente estudo. Correia *et al.*³³, ao estudarem espinafre convencional obtiveram concentrações de nitrato e nitrito entre 797 a 1427 mg/kg e 0,9 a 30 mg/kg, respectivamente, cujo teor máximo do nitrato (1427 mg/kg) encontra-se próximo ao resultado mínimo (1441,5 mg/kg) encontrado nesta pesquisa. A média do teor de nitrito (9,5 mg/kg) do estudo de Correia *et al.*³³ foi cerca de 13,6 vezes superior quando comparado a esta pesquisa (0,7 mg/kg). Teores de nitrito de 0 a 0,73 mg/kg e nitrato de 239 a 3872 mg/kg para amostras de espinafre de sistema de cultivo convencional foram encontrados por Wang *et al.*³¹. Apenas os teores de nitrito encontrados pelo autor foram semelhantes aos verificados neste estudo. Ayaz *et al.*³² também quantificaram nitrato e nitrito em espinafre convencional e obtiveram médias de 1456,04 e 2,31 mg/kg, respectivamente. Comparando com os teores médios de nitrato e nitrito de espinafre convencional analisadas no presente trabalho, verifica-se um aumento de 28,8% no teor de nitrato e uma redução de 216,4% no teor de nitrito.

A Tabela 4 apresenta os teores de nitrato e nitrito do repolho convencional e orgânico. O teor de nitrito de todas as amostras de ambos os sistemas de cultivo foi zero, mas os teores de nitrato encontrados variaram de 1297,9 a 1622,0 mg/kg no cultivo convencional e de 552,3 a 1223,8 mg/kg no cultivo orgânico. Houve um acréscimo considerável de nitrato entre os dois cultivos empregados, sendo que o cultivo convencional apresenta 34,3% mais nitrato do que o cultivo orgânico.

Tabela 4: Resultados de nitratos e nitritos (mg/kg de amostra) de repolho convencional e orgânico

Repolho Amostra	Convencional		Orgânico	
	Nitrato	Nitrito	Nitrato	Nitrito
R1	1509,8	0,0	1124,1	0,0
R2	1387,6	0,0	1179,8	0,0
R3	1384,4	0,0	552,3	0,0
R4	1529,7	0,0	1218,2	0,0
R5	1622,0	0,0	1223,8	0,0
R6	1479,4	0,0	1190,8	0,0
R7	1297,9	0,0	1058,5	0,0
R8	1305,5	0,0	1003,8	0,0
R9	1317,2	0,0	1005,0	0,0
Média	1425,90 ± 114,57 ^a	0 ± 0 ^{ns}	1061,80 ± 209,57 ^b	0 ± 0 ^{ns}
Desvio Padrão	114,6	0^{ns}	209,6	0^{ns}

Médias com letras iguais na mesma linha e para o mesmo mineral não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

ns = não significativo.

Os resultados correspondem à média de 9 amostras, analisadas em triplicata.

A ausência de nitrito em repolhos é citada por Hsu *et al.*³⁴, que apresenta um teor de nitrato de 236,2 mg/kg, valor menor que os teores verificados no presente estudo. Os resultados do presente trabalho em relação ao teor de nitrito no repolho convencional diferem dos obtidos por Correia *et al.*³³, que obtiveram teores entre 0,8 a 30 mg/kg, com média de 9,6 mg/kg, aproximadamente dez vezes superior ao encontrado nesta pesquisa. Os teores de nitrato determinados por Correia *et al.*³³ no repolho convencional foram entre 41 a 939 mg/kg, com média de 547 mg/kg, aproximadamente 2,6 vezes inferior ao encontrado nesse estudo. Já no trabalho de Wang *et al.*³¹ o repolho convencional apresentou teores de nitrito entre 0 a 0,41 mg/kg e de nitrato entre 259 a 1250 mg/kg.

Alguns países europeus estabeleceram teores máximos de nitrato para as hortaliças, por exemplo, para a beterraba o limite é de 3000 mg/kg na Alemanha e 4500 mg/kg na Áustria. Para o teor de nitrato em cenoura e repolho, a Áustria estabeleceu limites de 1500 mg/kg. Já para o espinafre foi estabelecido limites de nitrato entre 2000 a 4500 mg/kg, cuja variação se deve à espécie, ao modo de cultivo (estufa, céu aberto) e ao período (verão e inverno). Na China foi estabelecido o valor máximo de 3100 mg/kg para o nitrato¹³. Os teores de nitrato obtidos nesta pesquisa encontram-se de acordo com o estabelecido por esses países.

Os resultados obtidos mostraram uma variação no conteúdo de nitrato entre as diferentes amostras de um mesmo vegetal, cujas variações podem estar relacionadas ao local da plantação, sendo que cada planta responde de acordo com a composição do solo, pH, incidência de luz solar, tipo de fertilizantes utilizado e horário da coleta^{33,35,36}.

Todas as hortaliças analisadas apresentaram diferença significativa (p<0,05) entre os teores de nitrato do cultivo convencional em relação ao orgânico, ou seja, nas condições desse trabalho, as hortaliças orgânicas apresentam uma menor quantidade de nitrato se relacionadas à convencional. Na forma de cultivo convencional, a beterraba apresentou maior teor de nitrato (2056,42 mg/kg) enquanto que a cenoura apresentou a menor média (1066,05 mg/kg). No cultivo orgânico, o espinafre apresentou o maior teor de nitrato (1424,5 mg/kg) e a cenoura o teor mais baixo (827,1 mg/kg). A alta incidência de nitrato em hortaliças convencionais pode ser explicada pelo uso de fertilizantes à base de nitrogênio, uma vez que no sistema orgânico são utilizados adubos de origem animal, vegetal e rochas minerais²⁴. A cenoura e o repolho em ambos os sistemas de cultivo não apresentaram teores de nitrito. Comparando os teores médios de nitrito de ambos os sistemas de cultivo, somente houve diferença significativa (p<0,05) para a hortaliça espinafre. As médias de nitrito da beterraba cultivada de modo convencional (36,82 mg/kg) e orgânico (22,11 mg/kg) foram as mais altas. Estes resultados, principalmente em relação aos elevados teores de nitrato, são preocupantes, uma vez que essas hortaliças são itens da dieta de recém-nascidos³⁷.

Nos vegetais, a quantidade de nitrato pode variar entre 30 a 6000 mg/kg³⁸. Todas as hortaliças estudadas, em ambos os sistemas de cultivo, encontram-se dentro dessa faixa. De todas as hortaliças analisadas, 88,9 e 72% das amostras dos

sistemas de cultivo convencional e orgânico, respectivamente, apresentaram teores superiores a 1000 mg/kg de nitrato.

Segundo Santamaria¹³, a cenoura apresenta baixos teores de nitrato (200-500 mg/kg), o repolho apresenta médios teores (500-1000 mg/kg) e os teores de nitrato do espinafre são muito altos (> 2500 mg/kg). Porém, no presente trabalho, considerando os resultados obtidos para a forma de cultivo convencional, a cenoura ficou acima do teor descrito pelo autor, apesar de ter apresentado a menor média (1066,05 mg/kg) em comparação às demais hortaliças estudadas. O repolho também apresentou média superior (1425,90 mg/kg); já o espinafre apresentou teor médio inferior descrito pelo autor (1875,85 mg/kg). A beterraba de cultivo convencional apresentou o maior teor médio de nitrato, seguido do espinafre e do repolho. Esses resultados corroboram os descritos por Ximenes *et al.*³⁹.

As hortaliças como alface, espinafre, repolho, beterraba e brócolis têm a tendência de acumular nitrato, porém a cenoura, couve-flor, ervilha e batata, raramente acumulam³⁹. O conteúdo de nitrato difere entre as várias partes de uma planta. Segundo a literatura, as porções vegetais a seguir listadas apresentam concentrações decrescentes de nitrato: pecíolo > folha > haste > raiz > inflorescência > tubérculo > bulbo > fruta > semente⁴⁰. No presente estudo, a ordenação das hortaliças convencionais com base nos teores decrescentes de nitrato é a seguinte: beterraba (raiz) > espinafre (folha) > repolho (folha) > cenoura (raiz).

No que diz respeito ao nitrito, essa pesquisa encontrou teores baixos ou não detectados, exceto para a beterraba, a qual apresentou médias elevadas nos cultivos convencional (36,8 mg/kg) e orgânico (22,1 mg/kg), contrariando o que foi divulgado na Agência Internacional de Pesquisa do Câncer³⁸, que a concentração de nitrito nos vegetais encontra-se geralmente abaixo de 2 mg/kg. Verificou-se que 22 e 25% das hortaliças dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, respectivamente, apresentaram teores de nitrito superiores a 2 mg/kg.

A Tabela 5 apresenta a média das hortaliças folhosas (espinafre e repolho) e não-folhosas (beterraba e cenoura) em relação a quantidade de nitrato e nitrito dos modos de cultivo convencional e orgânico.

Tabela 5: Média das hortaliças folhosas e não-folhosas em relação aos teores de nitrato e nitrito (mg/kg de amostra) nos modos de cultivo convencional e orgânico

Tipo de hortaliças	Convencional		Orgânico	
	Nitrato	Nitrito	Nitrato	Nitrito
Folhosas	1650,9Aa	0,4Aa	1243,2Ab	0,1Ab
Não folhosas	1561,2Aa	18,4Ba	1077,8Ab	11,1Ba

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha e para o mesmo mineral e diferente sistema de cultivo não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente no nível de 5% (p<0,05).

O estudo de Gonzáles *et al.*¹⁴ concluiu que as hortaliças orgânicas folhosas (2778,6 mg/kg) apresentaram um teor maior de nitrato quando comparadas com os vegetais com

inflorescência (50,2 mg/kg) e com os legumes (183,9 mg/kg). Situação semelhante ocorreu no presente estudo, onde o teor médio de nitrato dos vegetais folhosos (1243,2 mg/kg) foi relativamente maior que dos não folhosos (1077,8 mg/kg), no entanto não houve diferença significativa. As hortaliças orgânicas folhosas apresentaram teores de nitrato 15,3% superiores em relação às não folhosas. Essa diferença pode ser em decorrência do tipo de fertilizante utilizado, intensidade da luz, tipo de solo, temperatura, tempo de colheita e estocagem^{24,33,35,36}. A pesquisa de Byrne *et al.*⁴¹, ao avaliar a quantidade de nitrato em hortaliças cultivadas de modo convencional, determinou teores superiores em vegetais folhosos como alface e espinafre em relação aos não folhosos. Nesse estudo, apesar do teor de nitrato nas hortaliças convencionais folhosas ter sido 5,7% maior do que das não folhosas, os teores não apresentaram diferença significativa.

Considerando um adulto de 60 kg, ao consumir três colheres de sopa de beterraba cultivada no sistema convencional, irá ingerir aproximadamente 154,23 mg de nitrato e 2,76 mg de nitrito, estando de acordo com o limite estabelecido pela FAO/OMS². Algumas medidas para minimizar o conteúdo de nitrato das hortaliças podem ser interessantes. Aqueles vegetais que sofrem cocção apresentam redução de 75% do conteúdo de nitrato⁴². Se fritos, pode haver elevação da quantidade deste componente, porém se armazenados sob refrigeração ocorre ligeira diminuição⁴³. Em temperatura ambiente Chung *et al.*⁴⁴ observaram aumento significativo do teor de nitrito e redução de nitrato após o quarto dia de armazenamento.

Em relação à quantidade de nitrito, os teores dos vegetais não folhosos dos modos convencional e orgânico mostraram-se superiores às hortaliças folhosas, apresentando diferença significativa e sendo 46 e 111 vezes maiores, respectivamente.

4 Conclusão

Conclui-se, a partir dos resultados obtidos, que as hortaliças apresentaram teores de nitrato e de nitrito superiores no cultivo convencional em relação ao orgânico. Este estudo corrobora com os resultados citados na literatura, uma vez que os teores de nitrato dos vegetais folhosos foram superiores aos não folhosos, porém não apresentaram diferença significativa. Já os teores de nitrito dos vegetais não folhosos foram estatisticamente superiores aos folhosos.

Tendo em vista a intensa preocupação com a saúde e os efeitos indesejáveis ao se consumir hortaliças e, consequentemente, nitrato e nitrito, o desenvolvimento de mais pesquisas nesta área torna-se fundamental para determinar os reais malefícios causados pela ingestão constante destes alimentos ao longo de anos e buscar alternativas para a diminuição destes elementos em vegetais.

Referências

1. Kmiecik W, Lisiewska Z, Slupski J. Effects of freezing and storage of frozen products on the content of nitrate, nitrites, and oxalates in dill (*Anethum graveolens* L.). Food Chem 2004;86:105-11.
2. WHO - World Health Organization. Fruits and vegetables for health. Report of a Joint FAO/WHO Workshop, 1-3 Sept 2004, Kobe, Japan. [acesso 2011 ago 26]. Disponível em

- http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/fruit_vegetables_report.pdf.
- Landin R. Jornal O Estadão online. Brasil supera Canadá e se torna o terceiro maior exportador agrícola 2010. [Acesso 7 mar 2010]. Disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,brasil-supera-canada-e-se-torna-oterceiro-maior-exportador-agricola,520620,0.htm>.
 - EMBRAPA. Comércio internacional de produtos hortícolas, leguminosas, raízes e tubérculos, 1997 – 2009. 2009. [acesso 23 nov 2010]. Disponível em http://www.cnpq.embrapa.br/paginas/hortaliças_em_numeros/Gráfico%20-Balança%20Comercial%20de%20Produtos%20Hortícolas,%202009-1997.xls.
 - Merten GH, Minella JP. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecol Desenvol Rur Sustent* 2002;3(4):33-8
 - Souza NJ. Desenvolvimento econômico. São Paulo: Atlas; 2005.
 - Arcanjo LR, Brito KFW, Sauerbeck S. Alimentos orgânicos em Curitiba: consumo e significado. *Cad Debate* 2001;8:1-6.
 - Mello JC, Dietrich R, Meinert EM, Teixeira E, Amante ER. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. *Ciênc Tecnol Aliment* 2003;23(3):418-26.
 - Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Lei nº 10.831. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8.*
 - Souza JL. Hortaliças orgânicas: agregando valor, saúde e saldos ambientais. *Rev Hortic Brasira* 2011;29(2):262.
 - Gangolli S, Van den Brandt P, Feron V, Janz-wsky C, Koeman J, Speijers G, Spiegelhalter B, Walker R, Winshnok J. Assessment of nitrate, nitrite, and N-nitroso-compounds. *Europ J Pharmacol Environ* 1994;292(1):1-38.
 - Gilbert J, Senyuba HZ. Bioactive compounds in foods. BlackWell Publishing; 2008.
 - Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *J Sci Food Agric* 2006;86:10-7.
 - González MCM, Martínez-Tomé MJ, Torija Isassa ME. Nitrate and nitrite content in organically cultivated vegetables. *Food Addit Contam* 2010;3:19-29.
 - Hord NG, Tang Y, Bryan NS. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1-10.
 - Cielisk E, Sikora E. Correlation between the levels of nitrates and nitrites and the contents of potassium, calcium and magnesium in potato tubers. *Food Chem* 2008;63:525-8.
 - EFSA - European Food Safety Authority. Nitrate in vegetables Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA J* 2008;689:1-79.
 - Chan TYK. Vegetable-borne nitrate and nitrite and the risk of methaemoglobinaemia. *Toxicol Lett* 2010:107-8.
 - Thomson BM, Nokes CJ, Cressey PJ. Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. *Food Addit Contam* 2007;24(2):113-21.
 - Zhang DST, Lin X. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implications to human health. *Agricultural Sci China* 2007;6(10):1246-55.
 - Ezeagu IE. Nitrate and nitrite contents in ogi and the changes occurring during storage. *Food Chem* 1996;56:77-9.
 - Gundimeda U, Naidu AN, Krishnaswamy K. Dietary intake of nitrate in India. *J Food Compos Anal* 1993;6:242-9.
 - Ohse S, Ramos DM, Matos CS, Fett R, Barcelos OJL. Composição centesimal e teor de nitrito em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. *Revista Ciências Agrônômicas* 2009;68(2):407-14.
 - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008. Dispõe sobre o regulamento técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 21.*
 - González MCM, Martínez-Tomé MJ, Isasa MET. Nitrate and nitrite content in organically cultivated vegetables. *Food Addit Contam* 2010;3(1):19-29.
 - Darolt MR. A qualidade nutricional do alimento orgânico é superior ao convencional? 2001. [acesso em 27 ago 2011]. Disponível em <http://www.planetaorganico.com.br/trab darnut1.htm>
 - Pussemier L, Larondelle Y, Van Peteghem C, Huyghebaert A. Chemical safety of conventionally and organically produced foodstuffs: a tentative comparison under Belgian conditions. *Food Control* 2006;17:14-21.
 - Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-Químicos para Controle de Produtos Carneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura. *Diário oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 9 set. 1999. p.75-81.*
 - Rembialkowska E. Quality of plant products from organic agriculture. *J Sci Food Agric* 2007;87:2757-62.
 - Malmauret L, Parent Massin D, Hardy JL, Verger P. Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food Addit Contam* 2002;19:524-32.
 - Wang ZH, Tian XH, Wei YS, Li S X. Nitrate accumulation and its regulation by nutrient management in vegetables. Balanceable fertilization and high quality vegetables continual production. Beijing: China Agricultural University; 2000.
 - Ayaz A, Topçu A, Yurttagul M. Survey of nitrate and nitrite levels of fresh vegetables in Turkey. *J Food Technol* 2007;5(2):177-9.
 - Correia M, Barroso A, Soares D, Oliveira MBPP, Delerue-Matos C. Contribution of different vegetable types to exogenous nitrate and nitrite exposure. *Food Chem* 2010;120:960-6.
 - Hsu J, Arcot J, Lee NA. Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. *Food Sci Technol* 2009;115(1):334-9.
 - Turazi CMV, Junqueira AMR, Oliveira AS, Borgo LA. Acúmulo de nitrito em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. *Hortic Bras* 2006;24(1):65-70.
 - Weightman RM, Dyer C, Buxton J, Farrington, DS. Effects of light level, time of harvest and position within field on the variability of tissue nitrate concentration in commercial crops of lettuce (*Lactuca sativa*) and endive (*Cichorium endiva*). *Food Addit Contam* 2006;23(5):462-9.
 - Huarte-Mendicoa JC, Astiasaran I, Bello J. Nitrate and nitrite levels in frozen broccoli. Effect of freezing and cooking. *Food Chem* 1997;58:39-42.
 - IARC - International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs volume 94, 2010. Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. [acesso em 28 ago 2011]. Disponível em <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol94/mono94.pdf>.
 - Ximenes MIN, Rath S, Reyes FGR. Polarographic determination of nitrate in vegetables. *Talanta* 2000;51(1):49-56.
 - Santamaria P, Elia A, Serio F, Todaro E. A survey of nitrate and oxalate content in retail fresh vegetables. *J Sci Food Agric* 1999;79:1882-8.
 - Byrne C, Maher MJ, Hennerty MJ, Mahon MJ, Walshe PA. Reducing the nitrate content of protected lettuce. Irish Agriculture and Food Development Authority. University College, Dublin; 2002.
 - Menard C, Heraud F, Volatier JL, Leblanc JC. Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. *Food Addit Contam* 2008;25(8):971-88.
 - Prasad S, Chetty AA. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. *Food Chem* 2008;106:772-80.
 - Chung JC, Chou SS, Hwang D F. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Addit Contam* 2004;21(4):317-22.