



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ – BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TALISSA DE OLIVEIRA GONÇALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TEOR DE NITRATO E
METAIS EM ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*)
DO TIPO CRESPA E AMERICANA CULTIVADAS EM SISTEMA
HIDROPÔNICO E CONVENCIONAL.**

**CUIABÁ - MT
2016**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO

CAMPUS CUIABÁ – BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TALISSA DE OLIVEIRA GONÇALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA TEOR DE NITRATO E METAIS
EM ALFACE (*LACTUCA SATIVA L.*) DO TIPO CRESPA E
AMERICANA CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO E
CONVENCIONAL.**

Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos, no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Cuiabá - Bela Vista, orientada pela Profa. Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa.

**CUIABÁ- MT
MARÇO 2016**

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus
Cuiabá Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

G635c

Gonçalves, Talissa de Oliveira.

Caracterização físico-química, teor de nitrato e metais em alface (*Lactuca Sativa L.*) do tipo crespa e americana cultivadas em sistema hidropônico e convencional./ Talissa de Oliveira Gonçalves._ Cuiabá, 2016.

28 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Elaine de Arruda Oliveira Coringa.

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos)_ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Contaminantes – TCC. 2. Hortaliças – TCC. 3. Minerais – TCC. I. Coringa, Elaine Arruda de Oliveira. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 635.5
CDD 635

TALISSA DE OLIVEIRA GONÇALVES

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA TEOR DE NITRATO E METAIS
EM ALFACE (*LACTUCA SATIVA L*) DO TIPO CRESPA E
AMERICANA CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO E
CONVENCIONAL.**

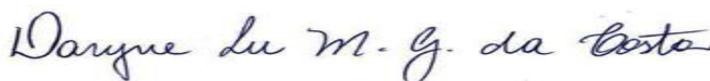
Trabalho de Conclusão de Curso em BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em:



Profa. Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa

Professora Orientadora – IFMT Cuiabá – Bela Vista



Profa. Dra. Daryne Lu Maldonado Gomes da Costa

Professora Convidada – IFMT Cuiabá – Bela Vista



Profa. Ma. Daniela Fernanda Lima de Carvalho Cavenaghi

Professora convidada – IFMT Cuiabá – Bela Vista

DEDICATÓRIAS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, minha família e a todos os professores, amigos e colegas que colaboraram com o meu aprendizado durante a vida acadêmica.

*“Obrigada Senhor, pelo Seu maravilhoso Amor.”
(Salmos 107:15)*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria da Glória de Oliveira e Sebastião de Almeida Gonçalves, agradeço pelas orações, amor, carinho... por terem feito o que eu sou.

Aos meus irmãos Paulo Cesar de Oliveira, Tayse de Oliveira Gonçalves e meus familiares pelo amor e confiança.

Aos meus queridos e mais chegados irmãos Francisca Gracielli, José Carlos, Gevanil Lene e Tamila Almeida, pelo companheirismo e momentos maravilhosos juntos, que DEUS os abençoe muito.

Aos meus grandes e eternos amigos: Aline Carreira, Ana Elisa, Débora Borges, Juliana Mesquita e Myrian Dayane em vocês pude encontrar amizade e parceria ao longo do curso. Obrigada pelo companheirismo e por dividir os momentos de alegria e também tristeza, aprendemos muito juntas.

Ao IFMT e a todo o corpo docente pelo apoio, aprendizado teórico, prático e ao suporte nos momentos de desespero. Vocês são a base da minha futura profissão.

A Prof^a Dr^a. Elaine de Arruda Oliveira Coringa por todo o suporte, ensinamento, confiança, oportunidade e paciência ao longo dos nossos três anos trabalhando juntas.

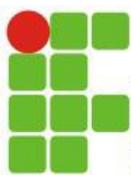
A banca examinadora pelas contribuições na avaliação do trabalho de conclusão de curso.

Aos colegas Cleyton Bezerra, Douglas Dias, Érika Cerqueira e Paulo Serafim pelo suporte no desenvolvimento deste trabalho, a vocês o meu muito obrigado.

A todos que de maneira direta ou indireta fizeram parte da minha formação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1. Preparo e pré-tratamento das amostras.....	13
2.2. Análises de caracterização das amostras “in natura”.....	13
2.3. Determinação do teor de nitrato:.....	14
2.4. Análise do teor de metais:.....	15
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
3.1 Características físico-químicas das amostras “in natura”.....	15
3.2. Teor de nitrato.....	17
3.3. Minerais (micronutrientes).....	20
4. CONCLUSÕES	24
5. AGRADECIMENTOS	25
6. REFERÊNCIAS.....	25



CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, TEOR DE NITRATO E METAIS EM ALFACE (*LACTUCA SATIVA L*) DO TIPO CRESPA E AMERICANA CULTIVADAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO E CONVENCIONAL.

GONÇALVES, Talissa de Oliveira.¹

CORINGA, Elaine Arruda de Oliveira.²

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de nitrato, contaminantes inorgânicos metálicos (Cu, Fe, Mn e Zn) e a caracterização físico-química da alface (*Lactuca sativa L.*) do tipo crespa e americana, produzidas sob sistema de cultivo convencional e hidropônico. As amostras de alface da espécie (*Lactuca Sativa L.*) foram coletadas, semanalmente no comércio da cidade de Cuiabá – MT, por 5 semanas consecutivas; o delineamento experimental, consistiu em fatorial 2x2, variando tipo (crespa e/ou americana) e sistema de cultivo (convencional e hidropônico). As amostras foram lavadas em água corrente, destilada e deionizada; posteriormente secas, quarteadas, identificadas e caracterizadas (umidade, pH, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, acidez e teor de vitamina C). Após processo de desidratação na estufa a 60 °C, foram trituradas em moinho de bola até obtenção de um pó fino e seco. O nitrato foi determinado pelo método de CATALDO et al., (1975) com leitura em espectrofotômetro de absorção a 410 nm e para determinação do teor de metais o extrato foi preparado de acordo com IAL (2008) e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica com chama. Os maiores teores de vitamina C foram na alface Americana cultivada no sistema convencional (média de 58,41 mg/100g) e hidropônico (média de 56,74 mg/100g). Os maiores teores de nitrato encontrados neste ensaio foram nas amostras de alface Americana hidropônica (120,22 mg kg⁻¹) e Crespa hidropônica (113,50 mg kg⁻¹). O manganês apresentou maior aporte nutricional em todas as amostras, sendo maior valor médio (984,60 mg kg⁻¹) hidropônico e (1.257,24 mg kg⁻¹) convencional. O sistema de produção convencional proporcionou maiores teores de umidade, ácido ascórbico (vitamina C), sólidos solúveis totais (°Brix) e cinzas. Para o teor de nitrato todas as amostras atendem aos parâmetros estabelecidos e Comunidade Europeia. Os teores de Zn e Cu estão acima dos teores considerados adequados pela literatura e pela legislação brasileira respectivamente.

Palavras-chave: contaminantes, hortaliças e minerais.

¹ Graduanda em Engenharia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá – Bela Vista, talissa.goncalves@hotmail.com

² Doutora em Agricultura Tropical, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Cuiabá – Bela Vista, elaine.coringa@blv.ifmt.edu.br

**PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION, NITRATE CONTENT AND METALS
IN LETTUCE (*Lactuca sativa L*) TYPE Crespa AND AMERICAN CULTURED
HYDROPONICALLY AND CONVENTIONAL..**

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate nitrate contents, metallic inorganic contaminants (Cu, Fe, Mn and Zn) and physicochemical characterization of lettuce (*Lactuca sativa L.*) Of crisp and American type, produced under conventional tillage and hydroponic. The lettuce samples of the species (*Lactuca sativa L.*) were collected weekly in market in the city of Cuiaba - MT, for 5 consecutive weeks; The experimental design consisted of a factorial 2x2, ranging type (curly and / or American) and cropping systems (conventional and hydroponic). The samples were washed in water, distilled water and deionized water; subsequently dried, sampled, identified and characterized (moisture, pH, total soluble solids (TSS), ash, acidity and vitamin C content). After dehydration process in the oven at 60 ° C were ground in a ball mill to obtain a fine, dry powder. Nitrate was determined by the method of Cataldo et al., (1975) with spectrophotometric reading absorption at 410 nm and determining for metal quantification content of the extract was prepared according to LAI (2008) and the readings were performed on spectrophotometer flame atomic absorption. The highest levels of vitamin C were the American lettuce grown in the conventional system (average of 58.41 mg / 100g) and hydroponics (average 56.74 mg / 100g). The highest nitrate levels found in this test were the American hydroponic lettuce samples (120.22 mg kg⁻¹) and Crespa hydroponics (113.50 mg kg⁻¹). Manganese showed higher nutritional support in all samples, with a higher average (984.60 mg kg⁻¹) and hydroponics (1257.24 mg kg⁻¹) conventional. The conventional production system provided higher moisture content, ascorbic acid (vitamin C), total soluble solids (° Brix) and ash. For the nitrate content of all samples meet the established parameters and the European Community. Zn and Cu levels are above levels considered adequate for literature and Brazilian law respectively.

Keywords: contaminats, vegetables, minerals.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família Asteraceae, é uma planta originária da Ásia e trazida para o Brasil pelos portugueses no século XVI (FELTRIN et al., 2005). Possui grande importância na alimentação humana destacando-se como fonte de vitaminas e sais minerais, além de possuir baixo valor calórico, sabor agradável e refrescante. Apresenta ainda efeito calmante, diurético e laxante (MOGHARGEL & MASSON, 2005).

Dentre as hortaliças, a alface se destaca como uma das mais produzidas e comercializadas no Brasil, apresentando-se como uma das mais populares na mesa do brasileiro. Essa cultura pode ser explorada em diferentes sistemas de cultivo, como convencional, orgânico e hidropônico, sendo sua comercialização realizada desde feiras livres até os grandes centros comerciais, o que lhe assegura uma expressiva importância social e econômica (KROHN et al., 2003; PÔRTO, 2006; PÔRTO, et al., 2008).

Segundo Pellincer et al. (1995), a hidroponia é uma técnica que utiliza água e sais minerais para o desenvolvimento de plantas em ambientes protegidos. Esse método de cultivo é antigo, mas, somente há alguns anos vem sendo empregado principalmente no cultivo de hortaliças e flores.

O cultivo hidropônico apresenta-se como um modelo alternativo de produção, o qual tem se mostrado bastante promissor associado a outras tecnologias como o aproveitamento de água residual rica em nutrientes, os quais podem ser utilizados no incremento da produtividade sem que os mesmos venham a ser desperdiçados (STEINBERG et al., 2000; FERNANDES et al., 2002; VAILLANT et al., 2004).

O cultivo de alface no sistema convencional é considerado importante em termos de área e de produção, concentrando-se geralmente perto dos grandes centros urbanos. O custo da alface em cultivo tradicional é relativamente baixo, se comparado com outros tipos de hortaliças, como, o tomate, o pimentão e o pepino híbrido (HENZ & SUINAGA, 2009).

Quando comparamos o sistema convencional com o hidropônico, observamos que o sistema convencional faz-se uso de solo, como matriz de cultivo; aplicação de fertilizantes e agrotóxicos, não realiza aproveitamento de água, tem uma menor produtividade, menor uniformidade das culturas; porém é um processo barato. Em contra partida segundo Carmo Jr. (2002), Dentre as

vantagens do sistema de cultivo hidropônico, podemos citar: os produtos crescem em ambiente controlado; não é necessário realizar operações agrícolas, pois o cultivo não é no solo; redução ou ausência de pulverizações de agrotóxicos; maior produtividade e uniformidade da cultura; qualidade, durabilidade e aceitação do produto, sem desperdício/reaproveitamento da água e nutrientes.

Apesar do cultivo hidropônico de olerícolas estar em expansão no Brasil e ser bastante vantajoso, não há uma legislação específica nem controle dos nutrientes (nitrato e minerais) utilizados para produção dessas hortaliças. Segundo Maynard et al. (1976), o nitrato é um dos principais contaminantes das hortaliças apresentando maior importância, devido a sua veiculação através da solução nutritiva. Esse composto pode tornar-se tóxico aos seres vivos quando reduzido a nitrito que por sua vez, no ambiente ácido do estômago reage com certas aminas, provenientes de várias fontes, incluindo o próprio alimento, dando origem a nitrosaminas, os quais são compostos cancerígenos, teratogênicos e mutagênicos.

A capacidade do nitrato de acumular-se no vacúolo celular é de caráter genético, porém, grandemente influenciada por outros fatores, tais como: disponibilidade de íon na solução nutritiva, intensidade luminosa, disponibilidade de molibdênio, temperatura, umidade relativa do ar, sistema de cultivo, época de cultivo e hora da colheita, sendo os dois primeiros os mais importantes (MAYNARD, et al., 1976; FAQUIN & FURTINI NETO, 1996; ANDRIOLO, 1999).

De acordo com a FAO, para os humanos o índice de máxima ingestão diária admissível (IDA) para nitrato é de 0 – 3,7 mg kg⁻¹ de peso corpóreo, expresso como íon de nitrato (WHO, 1996) e para nitrito de 0 – 0,07 mg kg⁻¹ de peso corpóreo, expresso como íon nitrito (WHO, 2003) . A Comunidade Européia estabeleceu como limite máximo permitido para alface cultivado em ambiente protegido teores de 3500 mg kg⁻¹ massa fresca para o verão, 4500 mg.kg⁻¹ para o inverno e no cultivo no campo, o teor máximo estabelecido é de 2500 mg kg⁻¹ (LUZ et al., 2008; PORTO et al., 2008).

Estudos que monitoram o acúmulo de nitrato em hortaliças cultivadas de forma orgânica, convencional e hidropônica no Brasil apresentaram bastante diferença nos resultados obtidos, contudo estes permanecem abaixo dos valores expressos pela União Europeia (BENINNI et al., 2002; COMETTI et al., 2004;

FAVARO-TRINDADE et al., 2007; LIMA et al., 2008; LUZ et al., 2008; PORTO et al., 2008; STERTZ et al., 2005; TURAZI et al., 2006), descartando assim riscos a saúde humana, entretanto é necessário a realização de mais estudos.

A alface é uma hortaliça que apresenta na sua constituição elementos e nutrientes como: potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, manganês, zinco, alumínio, ferro, flúor e cobre, bem como traços de selênio. Alguns desses elementos quando em excesso apresentam danos à saúde humana, e passam a exercer ação tóxica ao organismo humano, devendo, portanto, serem monitorados de forma preventiva em hortaliças.

Segundo Jacob (1999), os minerais/metais tóxicos são aqueles elementos cujas propriedades biológicas são limitadas, devido a capacidade de produzirem efeitos nocivos ao organismo humano, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Rodella et al (2001) classificam os metais em: Contaminantes ambientais: são elementos de origem natural e/ou proveniente de atividades humanas (arsênio, chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, titânio, estanho e tungstênio). Elementos essenciais e contaminantes traço: são elementos que podem tornar-se nocivos ao organismo quando ingeridos por meio de alimentos em quantidades muito acima da permitida, ou quando ocorra uma exposição por outras vias que não a oral (cromo, zinco, ferro, cobalto, manganês e níquel).

A quantidade do metal que será absorvida e retida pelo organismo depende das características físico-químicas da substância, da composição dos alimentos, do estado nutricional e de fatores genéticos do organismo exposto (MIDIO & MARTINS, 2000). Os metais são altamente reativos e bioacumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los uma vez absorvidos pelo corpo humano, se depositam no tecido ósseo e lipídico, provocando efeitos tóxicos de curto a longo prazo.

A legislação brasileira não apresenta parâmetros mínimos e máximos para as olerícolas destinadas ao consumo humano. Atualmente existe apenas uma regulamentação, encontrada na Portaria nº 685/1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), contudo esta contempla apenas o elemento cobre (Cu) com relação a produtos hortícolas.

Ante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de nitrato, contaminantes inorgânicos metálicos (Cu, Fe, Mn e Zn) e a caracterização físico-

química da alface (*Lactuca sativa L.*) do tipo crespa e americana, produzidas sob sistema de cultivo convencional e hidropônico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Preparo e pré-tratamento das amostras

As amostras de alface da espécie (*Lactuca Sativa L.*) foram coletadas, semanalmente no comércio da cidade de Cuiabá – MT, durante cinco semanas consecutivas, optamos por considerar 1 pé de alface, como uma amostra.

O delineamento experimental consistiu em fatorial 2x2, onde foram analisadas duas cultivares de alface (crespa ou americana) produzidas sob 2 sistemas de cultivo (convencional ou hidropônico). Para cada sistema/cultivares, as amostras foram coletadas alternando tipo e sistema a cada três amostras, totalizando seis amostras por coleta em suma, 30 amostras no geral.

As amostras foram separadas, lavadas em água corrente, destilada e deionizada; secas em papel toalha, quarteadas para obter uma melhor representatividade, identificadas e desidratadas em estufa de esterilização Marca Nova Ética[®], com circulação de ar forçado a 60 °C até peso constante, que ocorreu entre três ou quatro dias após terem sido colocadas na estufa. Após a secagem, as amostras foram moídas em um moinho de bola Marca Marconi[®] Modelo Ma 350/1, até a obtenção de um pó fino e seco.

Posteriormente a moagem, fez-se o fracionamento da amostra em duas porções menores, onde uma parte seria utilizada para determinação do teor de nitrato e a outra foi calcinada em forno mufla para determinação dos metais: Ferro, Cobre, Manganês e Zinco.

2.2. Análises de caracterização das amostras “in natura”:

As amostras de alface foram caracterizadas quanto à umidade, pH, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, acidez e teor de vitamina C. Todas as metodologias empregadas para as análises foram baseadas nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O pH foi determinado em extrato do alface pelo método potenciométrico,

utilizando um peagômetro digital portátil HANNA; o teor de SST (°Brix) no extrato foi determinado por Refratometria, utilizado um Refratômetro ABBÉ; a umidade foi determinada após secagem em estufa a 105°C até peso constante; as cinzas foram quantificadas após calcinação em mufla a 550 °C por 4 horas; a acidez titulável foi determinada por titulação ácido-base com NaOH 0,1N, utilizando como indicador a fenolftaleína; a determinação do teor de vitamina C baseou-se na oxidação do ácido ascórbico pelo iodato de potássio.

2.3. Determinação do teor de nitrato:

O nitrato na alface foi determinado por meio do método colorimétrico segundo procedimentos recomendados por CATALDO et al. (1975), com 3 repetições laboratoriais para cada amostra. As leituras de nitrato foram realizadas em espectrofotômetro de absorção Visível Marca Quimis[®] Modelo Q798U, a 410 nm, utilizando a curva de calibração abaixo:

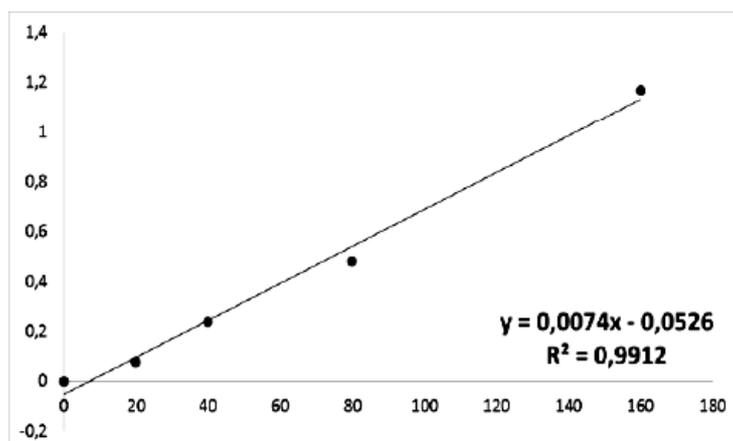


Figura 1. Curva de calibração do nitrato para leitura em espectrofotômetro.

A curva foi utilizada para a obtenção dos parâmetros instrumentais e na determinação da concentração do teor de nitrato nas amostras previamente preparada (as leituras das amostras foram realizadas em triplicata)

Os valores encontrados na determinação da concentração de nitrato nas amostras foram comparados com a Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (WHO, 1996), Comunidade europeia e trabalhos existentes na literatura.

Os dados foram submetidos à estatística descritiva, e os resultados foram expressos como média em gráficos, utilizando o software Action (Estacamp) integrado à planilha Excel (Microsoft).

2.4. Análise do teor de metais:

Para a determinação do teor total de Fe, Cu, Mn e Zn, as amostras foram previamente calcinadas em forno mufla a 550 °C por um período de quatro horas. As cinzas foram submetidas à digestão ácida com ácido clorídrico concentrado, em duplicata. A metodologia utilizada foi baseada no IAL (2008). Os metais foram quantificados utilizando a técnica de Espectrofotometria de Absorção Atômica com chama (FAAS). As leituras dos metais foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da FAMEV/UFMT, utilizando um Espectrofotômetro da Marca Varian[®].

Na análise do teor de metais, escolhemos de maneira aleatória apenas 16 amostras. Os resultados obtidos foram comparados com os limites estabelecidos na Portaria nº 685/1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelecido para o MERCOSUL (BRASIL, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características físico-químicas das amostras “in natura”:

Os resultados das amostras hidropônicas (Tabela 1) e convencional (Tabela 2) revelam que houve efeito dos sistemas de cultivo nos teores de vitamina C, sólidos solúveis (°Brix) e cinzas nas folhas de alface analisadas.

Verifica-se maior teor de vitamina C na alface Americana cultivada no sistema convencional (média de 58,41 mg/100g) e hidropônico (média de 56,74 mg/100g). A alface Crespa apresentou maior teor médio de vitamina C de 41,07 mg/100g no sistema hidropônico e de 40,33 mg/100g no sistema convencional. Os valores encontrados nesta pesquisa foram superiores aos determinados por FAVARO-TRINDADE et al. (2007), que foi de 15,2 mg/100g para alfaces cultivadas em sistemas hidropônico e convencional.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi semelhante na alface produzida em sistema hidropônico e convencional, com maiores valores para a alface Crespa convencional média de 5,0 °Brix amostra (N) e Americana hidropônica média de

3,75 °Brix amostras (J, L, W). Os valores obtidos nesta pesquisa foram semelhantes aos obtidos por SILVA et al. (2011), onde se obteve 3,9 °Brix para alface hidropônica e 4,0 °Brix para alface cultivada no sistema convencional.

Tabela 1. Resultados (valor médio e desvio padrão) das características físico-químicas de alface crespa e americana, cultivadas sob sistema hidropônico.

AMOSTRA	UMIDADE (%)	VIT C (mg/100g)	ACIDEZ (mg/100g)	°BRIX	pH	Cinzas (%)
Alface Crespa						
A	77,53±1,89	41,07±2,15	0,06±0,00	2,00±0,04	7,00±0,00	1,35±0,17
B	88,11±6,14	35,16±1,01	0,07±0,03	2,75±0,56	7,00±0,00	0,50±0,06
C	90,24±0,18	29,27±0,24	0,07±0,11	2,00±0,00	7,00±0,00	0,71±1,03
P	50,93±6,16	17,01±2,45	0,09±0,00	2,25±0,32	7,00±0,00	0,54±0,01
Q	60,02±0,95	23,17±0,99	0,10±0,03	3,00±0,00	7,00±0,00	0,50±0,04
R	64,06±3,12	23,28±4,74	0,08±0,23	2,75±0,17	7,00±0,00	0,40±0,07
Alface Americana						
J	77,55±3,22	23,25±0,23	0,10±0,31	3,75±0,00	7,00±0,00	0,20±0,20
K	86,23±1,34	33,93±1,45	0,06±0,02	3,50±0,03	7,00±0,00	0,48±0,10
L	92,09±0,76	35,01±0,55	0,06±0,47	3,75±0,00	7,00±0,00	0,34±0,10
V	58,17±1,47	56,74±1,03	0,11±1,34	2,50±0,07	7,00±0,00	0,99±0,22
W	62,85±5,29	39,94±0,97	0,11±0,94	3,75±0,03	7,00±0,00	0,37±0,04
X	59,21±0,88	28,92±2,57	0,14±0,25	2,75±0,05	6,00±0,00	0,80±0,04
A	57,81±0,28	17,29±1,99	0,08±0,01	2,50±1,30	7,00±0,00	0,64±0,07
Δ	76,31±0,51	29,30±0,02	0,06±1,12	2,75±0,00	7,00±0,00	1,09±0,09
Π	61,15±0,81	34,2±0,68	0,05±0,03	2,75±0,00	7,00±0,00	1,17±0,05

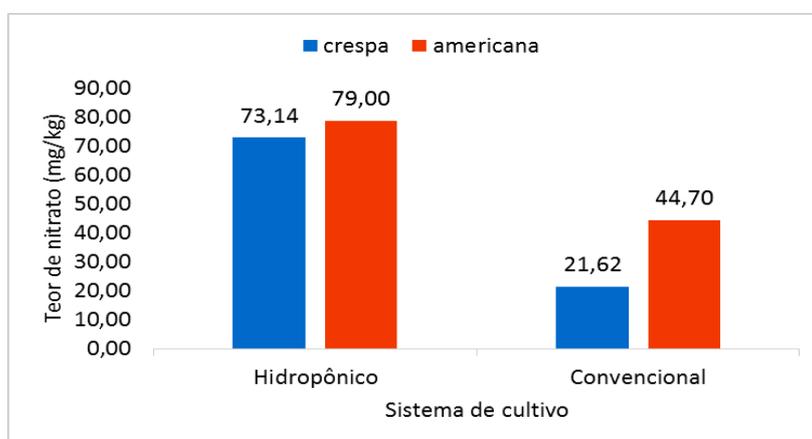
Tabela 2. Resultados (valor médio e desvio padrão) das características físico-químicas de alface crespa e americana sob cultivo convencional.

AMOSTRA	UMIDADE (%)	VIT C (mg/100g)	ACIDEZ (mg/100g)	°BRIX	pH	Cinzas (%)
Alface Crespa						
D	76,96±6,63	29,10±3,97	0,07±1,00	2,00±0,71	7,00±0,00	1,17±0,16
E	74,67±4,05	28,41±3,79	0,05±0,00	2,50±0,03	7,00±0,00	0,94±0,19
F	92,07±0,44	17,30±0,17	0,08±0,01	2,75±0,13	7,00±0,00	0,71±0,34
M	79,66±10,40	27,89±1,56	0,08±0,06	4,00±1,69	7,00±0,00	1,00±0,16
N	70,49±2,74	11,71±0,99	0,09±0,02	5,00±1,00	6,00±0,00	0,75±0,13
O	56,37±2,99	40,33±0,30	0,07±0,00	4,75±0,48	7,00±0,00	0,76±0,09
Alface Americana						
G	57,65±1,06	58,41±2,26	0,12±0,03	2,50±0,00	7,00±0,00	0,62±1,02
H	56,93±1,35	40,53±1,04	0,07±0,04	2,75±0,71	6,00±0,00	2,08±1,09
I	56,56±0,73	46,81±0,42	0,06±0,00	2,50±0,24	7,00±0,00	0,54±0,06
S	72,09±1,02	44,58±0,11	0,12±0,01	2,75±0,55	6,00±0,00	0,65±0,11
T	60,42±0,21	28,25±1,05	0,11±0,02	3,00±0,00	7,00±0,00	0,63±0,23
U	68,70±0,18	34,53±0,66	0,06±0,05	2,75±0,09	7,00±0,00	0,30±0,15
Y	72,97±13,37	28,19±3,43	0,05±0,00	3,00±0,00	7,00±0,00	0,66±0,03
Z	77,73±1,53	33,98±0,08	0,08±0,01	3,00±1,01	7,00±0,00	0,61±0,06
β	64,11±4,01	40,25±0,79	0,08±0,01	3,25±0,63	7,00±0,00	0,38±0,09

3.2. Teor de nitrato

Os resultados das análises do teor de nitrato nas amostras cultivadas sob sistema convencional e hidropônico revelam que a média de nitrato (em matéria fresca) encontrada nas amostras de alface hidropônica foi maior que no sistema convencional, para ambas as cultivares (Figura 1).

Figura 1. Teor médio de nitrato (mg kg^{-1}) nas amostras de alface do tipo Crespa e Americana, para os dois sistemas de cultivo.



A diferença no teor de nitrato entre os sistemas de cultivo foi aproximadamente 3,4 vezes maior para a cultivar Crespa (Figura 2) e 1,8 vezes

maior para a Americana (Figura 3).

Figura 2. Resultados do teor médio de nitrato (mg kg^{-1}) na alface tipo Crespa, cultivada no sistema hidropônico e convencional.

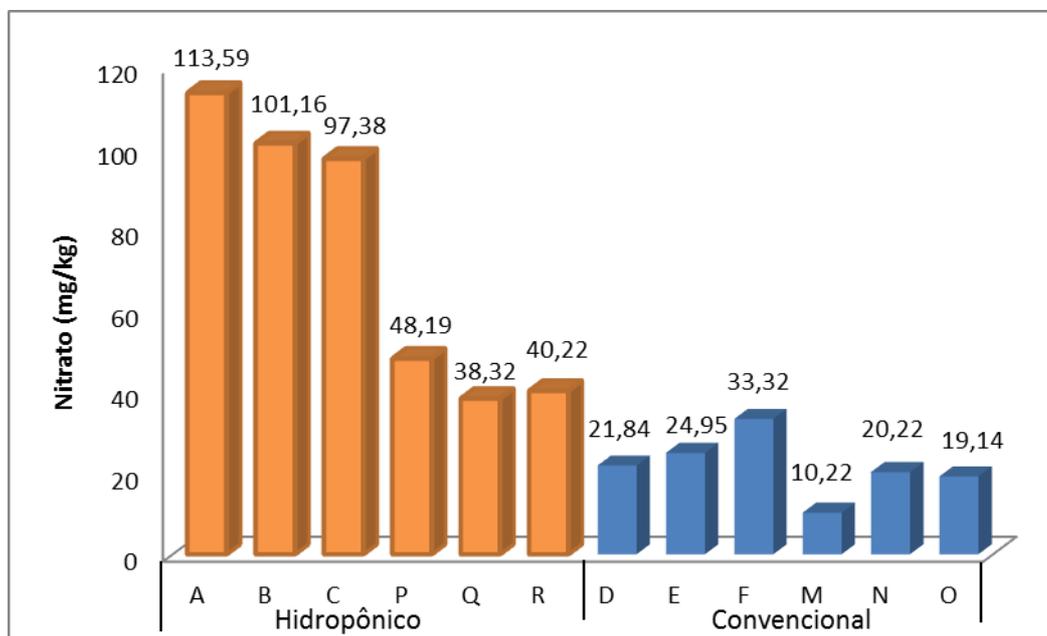
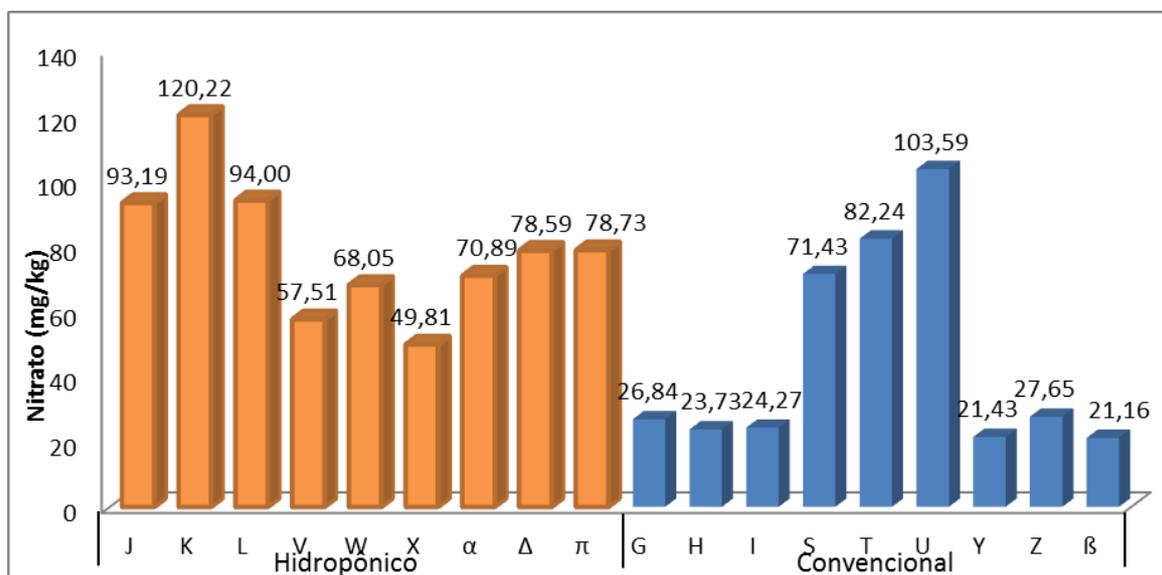


Figura 3. Resultados do teor médio de nitrato (mg kg^{-1}) na alface tipo Americana, cultivada no sistema hidropônico e convencional.



De modo geral, observa-se pelos gráficos acima, que a cultivar Americana apresentou uma variação de 21,16 (β) a 120,22 (k) mg kg^{-1} obteve maior teor de nitrato que a cultivar Crespa variação de 10,22 (M) a 113,59 (A) mg kg^{-1} , em ambos os sistemas de cultivo. O maior teor de nitrato na alface Americana pode

estar ligado à anatomia do cultivar, pois a disposição das suas folhas faz com que ocorra a redução da incidência de luminosidade, o que pode interferir nos processos de redução do nitrato a nitrito. Alterações na absorção de luz podem alterar o teor de nitrato por interferir na atividade da enzima nitrato redutase (LARCHER, 2000).

Na literatura, encontraram-se relatos de teores de nitrato em alface maiores que os encontrados neste trabalho, e essa diferença pode ser atribuída à variações na metodologia, intensidade luminosa, temperatura, umidade relativa do ar, época de cultivo e hora de colheita.

Em hidroponia, as soluções utilizadas para a nutrição das plantas são compostas, em sua maioria, por nitrato na forma prontamente disponível e em condições favoráveis à absorção pelas raízes. Por isso, é esperado que os teores de nitrato nas alfaces hidropônicas sejam superiores aos observados em plantas cultivadas em outros sistemas, pelo uso em maior quantidade e pela disponibilidade desse nutriente no cultivo hidropônico.

Segundo Turazi et al. (2006), o teor de nitratos em hortaliças varia em função da adubação, do horário de colheita e do tempo de armazenamento, e como essas variáveis interagem entre si, há dificuldade na interpretação dos resultados. Nesse sentido, torna-se necessária a padronização da metodologia de cultivo à espécie da hortaliça, uma vez que seus fatores fisiológicos são diferentes.

As hortaliças juntamente com a água potável, representam as principais fontes alimentares fornecedoras de nitrato ao homem. Com uma suplementação abundante de nitrogênio, a absorção de nitrato pela planta pode exceder a redução e assimilação deste, levando à sua acumulação. Efeitos perigosos à saúde humana podem ocorrer quando vegetais ricos em nitrato são consumidos.

A legislação brasileira não determina padrões de qualidade para teor de nitrato em hortaliças (orgânico, convencional ou hidropônico). As alfaces provenientes dos dois sistemas de cultivo trabalhados neste ensaio, demonstraram teor de nitrato muito abaixo do limite estabelecido pela Comunidade Europeia, que é de 3500 e 4500 mg kg⁻¹ em matéria fresca para ambiente protegido no verão e no inverno respectivamente, e 2500 mg kg⁻¹ para cultivo no campo (McCALL & WILLUMSEN, 1998). A Organização Mundial para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS)

estabeleceram como admissível a dose diária de 3,65 mg kg⁻¹ de nitrato (WHO, 1996). Na Alemanha, o limite para o nitrato é de 2000 mg kg⁻¹ em massa fresca, e na Áustria de 1500 mg kg⁻¹ (STEINGROVER et al., 1993; GUNES et al., 1996). Du et al. (2007) afirmam que nitratos em doses aceitáveis não são prejudiciais à saúde humana, mas em doses acima do recomendável (IDA de 0,37 mg kg⁻¹) passam a ser prejudiciais, pois os nitratos são precursores dos nitritos, e esses são considerados carcinogênicos.

3.3. Minerais (micronutrientes)

Os resultados das análises do teor de minerais nas amostras de alface do cultivadas sob sistema convencional e hidropônico estão descritos a seguir (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados do teor de minerais (mg kg⁻¹) em alface crespa e americana sob cultivo convencional e hidropônico.

Amostras	Alface crespa - sistema convencional			
	mg kg ⁻¹			
	Cu	Fe	Mn	Zn
D	45,69	170,35	978,04	62,10
E	44,75	225,46	364,04	24,76
M	31,71	160,96	286,22	16,21
O	31,65	358,23	617,84	14,70
Amostras	Alface americana - sistema convencional			
	mg kg ⁻¹			
	Cu	Fe	Mn	Zn
H	25,09	488,48	786,16	95,38
I	28,39	342,05	931,22	95,61
Y	31,71	469,66	1257,24	117,03
β	31,11	524,27	776,02	113,96
Amostras	Alface crespa - sistema hidropônico			
	mg kg ⁻¹			
	Cu	Fe	Mn	Zn
A	17,86	153,46	229,19	16,78
B	17,57	215,35	222,50	97,03
Q	35,36	87,64	916,97	37,89
R	49,24	118,72	326,06	26,63
Amostras	Alface americana - sistema hidropônico			
	mg kg ⁻¹			
	Cu	Fe	Mn	Zn
Δ	48,27	406,49	719,28	13,25
Π	29,67	306,95	485,38	95,19
K	23,67	500,67	984,60	93,27
L	28,82	458,62	653,33	93,96

Os minerais se distribuíram nas amostras de alface com diferenças significativas entre as cultivares e o sistema de cultivo. Dentre as hortaliças, a alface é considerada a principal acumuladora de metais pesados, principalmente Zn, Cu, Pb (HUE et al., 1988). Cardoso (2001) afirma que alguns metais como Cu, Zn, Ni e Mn são capazes de contaminar as plantas, devido ao fato destas serem incapazes de estabelecer qualquer proteção quanto às suas entradas na cadeia alimentar.

De acordo com a Tabela 3 o manganês foi o mineral que apresentou maiores concentrações nas amostras de alface analisadas, variando de 222,50 a 984,60 mg kg⁻¹ (hidropônico) e de 286,22 a 1.257,24 mg kg⁻¹ (convencional). O manganês é um importante micronutriente para a planta, e está envolvido na ativação de muitas enzimas, na descarboxilação e reações hidrolíticas (SILBER et al., 2009). Além disso, é um mineral essencial, entretanto, a ingestão excessiva de manganês pode resultar em patologias do sistema nervoso central (RÖLLIN e NOGUEIRA, 2011).

O teor de ferro variou de 87,64 a 500,67 mg kg⁻¹ no sistema hidropônico e de 160,96 a 524,27 mg kg⁻¹ no cultivo convencional. O ferro é um elemento essencial para o organismo humano e as perdas fisiológicas devem ser compensadas pela alimentação. Por ser um mineral essencial, não são fixados limites máximos permitidos nos alimentos para este metal. Todavia, tanto a deficiência quanto o excesso de ferro podem levar à disfunção do sistema imunológico (LIMA, 2001).

Os teores de cobre variaram de 17,57 a 49,24 mg kg⁻¹ (hidropônica) e de 25,09 a 45,69 mg kg⁻¹ (convencional). O cobre está na constituição de muitas enzimas e proteínas. Entretanto, seu excesso deve ser evitado. Por isso, a *National Research Council* (1989) publicou uma faixa de segurança para ingestão de cobre em adultos de 1,5 - 3,0 mg/dia. Em geral, grande parte dos alimentos apresentam teor de cobre inferior a 10 mg kg⁻¹ e as concentrações de cobre na vegetação, especialmente nas folhas, refletem a concentração de cobre no solo.

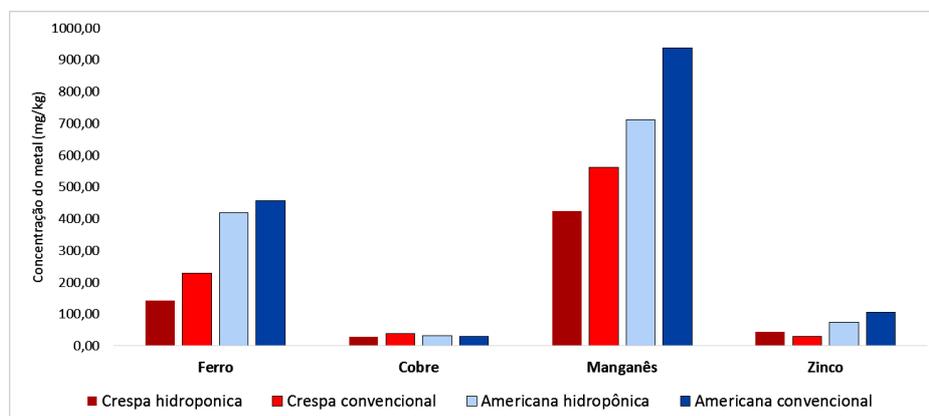
O zinco apresentou teores que variaram de 13,25 a 97,03 mg kg⁻¹ (hidropônico) e de 14,70 a 117,03 mg kg⁻¹ (convencional). O íon zinco (Zn) participa de uma grande variedade de processos metabólicos, incluindo lipídios, carboidratos e proteínas de síntese ou degradação, além de ser essencial para a

síntese de ácido desoxirribonucléico (DNA) e ribonucléico (RNA) (ARAÚJO, 2011). A concentração do zinco nas plantas é influenciada pela idade e o estado de maturação em que a planta se encontra; usualmente, encontra-se maior quantidade desse elemento em plantas jovens pois, durante o período de vida da planta, a concentração decresce em consequência da diluição. A concentração normal do zinco nas plantas varia de 15 a 20 mg kg⁻¹ (peso seco); deficiência de zinco ocorre em níveis abaixo de 20 mg.kg⁻¹ nas folhas, e valores acima de 400 mg kg⁻¹ são considerados tóxicos (ATSDR, 2005).

Ainda de acordo com a Tabela 3, observa-se que os minerais se distribuíram nas hortaliças segundo a ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > Cu para o cultivo hidropônico de ambas as cultivares (Crespa e Americana). Já para o cultivo convencional, a ordem de ocorrência dos minerais variou: Mn > Fe > Cu > Zn para a cultivar crespa e Mn > Fe > Zn > Cu para a cultivar americana.

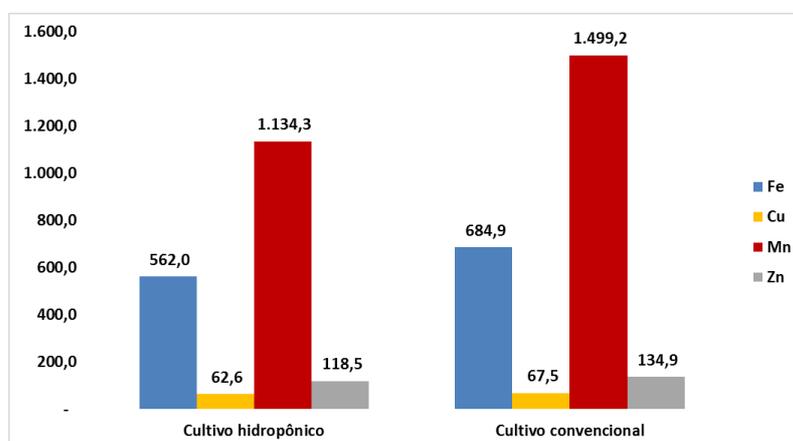
Analisando os teores médios dos minerais em ambos os cultivos e cultivares (Figura 4), constata-se que o manganês ocorreu em maior quantidade nas amostras de alface, seguido do ferro, especialmente no tipo Americana.

Figura 4. Resultados médios do teor de minerais (mg kg⁻¹) na alface tipo Crespa e Americana, cultivadas no sistema convencional e hidropônico.



Comparando-se os teores médios dos metais por sistema de cultivo, independentemente do tipo de alface (Figura 5), constata-se que, de modo geral, o cultivo convencional proporcionou maior aporte de nutrientes minerais na planta que o sistema hidropônico, para todos os minerais.

Figura 5. Resultados médios do teor de minerais (mg kg^{-1}) nas amostras de alface, por sistema de cultivo.



A agricultura convencional tem um papel importante na melhoria da produtividade de alimentos, entretanto, é um sistema muito dependente de insumos químicos, gerando maiores impactos ambientais e nos alimentos assim produzidos. Os adubos minerais utilizados para corrigir deficiências de nutrientes no solo e proporcionar maior produtividade podem conter certos metais pesados como impurezas, e assim, serem absorvidos pela cultura.

A alface tem tendência a acumular metais pesados porque a parte comestível representa grande proporção da planta inteira. (MALAVOLTA, 2003) também encontrou maiores teores de manganês e ferro em alface cultivada em sistema convencional. Isso pode ser devido aos adubos e corretivos utilizados nas plantações tradicionais, que contêm teores consideráveis de metais pesados com impurezas na sua composição.

Teores excessivos de micronutrientes podem ser tóxicos para as plantas. Segundo KABATA-PENDIAS et al. (2001), as concentrações consideradas excessivas para plantas são de: 60 – 125 mg kg^{-1} para o Cobre; 1.500 – 3.000 mg kg^{-1} para o Manganês; 70 – 400 mg kg^{-1} para o Zinco. Neste estudo, nenhuma amostra apresentou teores superiores dos limites estabelecidos acima, ou seja, não constituem perigo de toxicidade para a planta.

Entretanto, os teores de Zn e Cu nas folhas de alface analisadas estão acima dos teores considerados adequados por Raji (2011), que é de 30-100 e 7-

20 mg kg⁻¹, para ambos os metais, respectivamente. Segundo OLIVEIRA et al. (2014), a absorção de Zn pelas plantas pode ser influenciada pelo pH e teor de matéria orgânica do solo (no sistema convencional de cultivo). Também se observou que os teores de Zn de duas amostras de alface americana produzidas no sistema convencional foram superiores ao limite máximo aceitável para o consumo humano, que é de 100 mg kg⁻¹ (ABIA, 1985).

De acordo com a Portaria ANVISA nº 685 de 27 de agosto de 1998 (BRASIL, 1998) existem limites de arsênio, cobre, estanho, chumbo, cádmio e mercúrio separados por grupos de alimentos. Entretanto, para o grupo de frutas, hortaliças e sementes oleaginosas in natura, a mesma traz apenas os limites para cobre, que é igual a 10mg kg⁻¹. Considerando esse limite, todas as amostras deste estudo, nos dois sistemas de cultivo, apresentaram teores de cobre superiores ao previsto na legislação brasileira. A Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013 (BRASIL, 2013) altera parcialmente a Portaria 685, e dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimento. Entretanto, o limite máximo para o cobre fica mantido.

As relações entre os teores de micronutrientes devem ser consideradas com cautela, necessitando da realização de outros estudos devido à grande variação nas concentrações encontradas em outros experimentos (MALAVOLTA et al., 2003; ROESE, 2008; STERTZ, 2015; MENEZES JÚNIOR et al., 2004).

4. CONCLUSÕES

A partir do estudo realizado em hortaliças do tipo (crespa e americana), cultivadas sob sistema hidropônico e convencional, podemos observar que: sistema de produção convencional proporcionou maiores teores de umidade, ácido ascórbico (vitamina C), sólidos solúveis totais (°Brix) e cinzas. A alface Americana pode ser considerada a mais sensível aos sistemas de cultivo analisados, pois apresentou maiores valores das características físico-químicas na maioria das amostras analisadas, com destaque para os teores de nitrato, acidez e vitamina C.

Com relação ao teor de nitrato as amostras apresentaram variação em relação ao sistema de cultivo, sendo que as maiores concentrações foram

encontradas nas amostras de alface hidropônica, para ambas as espécies. Sendo a alface Americana quem apresentou maior teor de nitrato que a cultivar Crespa, em ambos os sistemas de cultivo, para a maioria das amostras analisadas, provavelmente devido a sua conformação e disposição das folhas que impedem a incidência de luz. Entretanto, nenhuma das amostras analisadas neste estudo ultrapassou o limite de nitrato estabelecido pela Comunidade Europeia.

Os minerais se distribuíram nas amostras de alface com diferenças significativas entre as espécies e o sistema de cultivo. O manganês ocorreu em maior quantidade nas amostras de alface, seguido do ferro, especialmente no tipo Americana. De um modo geral, o cultivo convencional proporcionou maior aporte de nutrientes minerais na planta quando comparado com o sistema hidropônico, para todos os minerais. Os teores de Zn e Cu estão acima dos teores considerados adequados pela literatura e pela legislação brasileira respectivamente.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PROPES/IFMT pelo auxílio financeiro concedido ao projeto via Edital 39/2014; à UFMT/FAMEV/Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas pela leitura dos metais nas amostras; à FAPEMAT pela concessão da bolsa de iniciação científica.

6. REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia das culturas protegidas. Santa Maria: UFSM, 1999. 142p.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília. V. 20, n.2, p. 183-186, junho, 2002.

CARMO J. R., R. R. O que é hidroponia? Disponível em <<http://www.hidroponica.cjb.net>> Acesso em Novembro de 2015.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.

COMETTI, N.N. et al. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos

de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.748-753, 2004.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. Produção de alface em hidroponia. Lavras, UFLA/FAEPE, 1996. 50 p.

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 da alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.2, p.111-115, 2007.

FELTRIN, A. L.; FILHO, A. B. C.; BRANCO, R. B. F.; BARBOSA, J. C.; SALATIEL L. T. Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverso e verão, em Jaboticabal, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n. 4, p. 505-509, 2005.

FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G.; FONSECA, M.C.M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, junho 2002.

HENZ, GILMAR PAULO; SUINAGA, FÁBIO. **Comunicado técnico** – Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, DF, novembro, 2009. Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/serie_documentos/publicacoes2009/cot_75.pdf> Acesso 14 de março, 2016.

JACOB, S.C. Aspectos toxicológicos de Metais em Alimentos. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO DE CIENCIA DE ALIMENTOS: educação, pesquisa e desenvolvimento, III, 1999, Campinas: **Livro de Programa de Resumos**. Campinas: Unicamp, q999, PO37,IX.

KROHN, N.G.; MISSIO, R. F.; ORTOLAN, M. L.; STEINMACHER, D. A.; LOPES, M. C. Teores de nitrato em folhas de alface em função do horário de coleta e do tipo de folha amostrada. **Horticultura Brasileira**, v.2, p.16-219, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LIMA, J. D.; MORAES, W. S.; SILVA, S. H. M. G.; IBRAHIM, F. N.; SILVA JUNIOR, A. C. Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida sob diferentes sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.38, n.3, p180-187, 2008.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; AMARAL, A. D.; MULLER, L.; TORRES, M. G.; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p. 2388-2394, nov, 2008.

MALAVOLTA, M.; MORAES, M. F.; MALAVOLTA, E. Estudo comparativo da produção e composição mineral da alface cultivada em cinco sistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. **Anais...**

Botucatu: Sociedade Brasileira de Olericultura, 2003. 1 CD-ROM.

MARTINS, I. Ecotoxicologia do manganês e seus compostos. **Cadernos de referência ambiental**; v. 7. Salvador: CRA, 2001. 121 p

MAYNARD, D.N. et al. Nitrate accumulation in vegetables. **Advances in Agronomy**, New York, v.28, p.71-118, 1976.

McCALL, D.; WILLUMSEN F. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Kent, v.73, n.5, p.698-703, 1998.

MIDIO, A.F.; MARTINS, D. I. Toxicologia de Alimentar. São Paulo: Valera Editora e Livraria LTDA, 2000.

MIYAZAWA, M.; KHATOUNIAN, C.A.; ODENATH, P.L.A. Teor de nitrato nas folhas de alface produzidas em cultivo convencional, orgânico e hidropônico. **Agroecologia Hoje**, v.7, p.23, 2001.

MOGHARBEL, A. D. I.; MASSON, M. L. Perigos associados ao consumo de alface, (*Lactuca sativa*), in natura . **Alimentos e Nutrição** , v. 16, n. 1, p. 83-88, 2005.

NARDIN, M. S.; SLIVA, M. V.; OETTERER, M. Segurança Alimentar: uma necessidade brasileira. Boletim da SBCTA 31: 68-76. 1997.

PELLINCER, M. C., RINCON, L., SAEZ, J. Las soluciones nutritivas. Horto información Madrid, v.3, p.39-43, 1995.

PETERSEN, A.; STOLTZE, S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. **Food Additives and Contaminants**, v. 16, n. 7, p. 291-299, 1999.

PÔRTO, M. L. 2006. **Produção, estado nutricional e acúmulo de nitrato em plantas de alface submetidas à adubação nitrogenada e orgânica**. 2006. 66p. (Tese de mestrado), UFPB-CCA.

PÔRTO, M. L.; ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; ARAUJO, R. C.; ARRUDA, J. A. Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral nitrogen supply and organic fertilization. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 227-230, 2008.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RODELLA, A. A.; ALCARDE, J. C.; Legislação sobre micronutrientes e metais pesados. In: FERREIRA, M. E. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal: CNPq; FAPESP, Potafos, 2001.599p.

STEINBERG, S.L.; MING, D.W.; HENDERSON, K.E.; CARRIER, C.; GRUENER, J.E.; BARTA, D.J.; HENNINGER, D.L. Wheat response to differences in water

and nutritional status between zeoponic and hydroponic growth systems. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 353-360, março-abril 2000.

STEINGRIIVER, E.; STEENHUIZEN, J.W.; Boon, J. Effect of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. Netherlands **Journal of Agricultural Science**, v.41, p.13-21, 1993.

STERTZ, S. C.; FREITAS, R. J. S.; ROSA, M. I. S.; PENTEADO, P. T. P. S. Qualidade nutricional e contaminantes de alface (*Lactuca sativa* L.) convencional, orgânica e hidropônica. **Visão Acadêmica**, v.6, n.1, p.51-59, 2005.

TURAZI, C. M. V.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, A. S.; BORGIO, L.A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2006.

VAILLANT, N.; MONNET, F.; SALLANON, H.; COUDRET, A.; HITMI, A. Use of commercial plant species in a hydroponic system to treat domestic wastewaters. **J. Environ. Qual.**, v.33, p.695-702, 2004.

WHO. World Health Organization. Food Additives Series N° 35. Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Forty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO. Expert Committee on Food Additives (JECFA), Geneva, 1996.

WHO. World Health Organization. Food Additives Series N° 50. Safety Evaluation of Certain Food Additives. Fifty-ninth meeting of the Joint FAO/WHO. Expert Committee on Food Additives (JECFA), Geneva, 2003.