

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE HORTALIÇAS FOLHOSAS EM HIDROPONIA

PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF VEGETABLES HARDWOOD IN HYDROPONICS

Silvana OHSE¹; Sabrina Matos CARVALHO²; Bráulio Luciano Alves REZENDE³; Jorge Barcelos de OLIVEIRA⁴; Paulo Augusto MANFRON⁵; Durval DOURADO NETO⁶

1. Professora, Doutora, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade, Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Campus Uvaranas, Ponta Grossa, PR, Brasil. sohse@uepg.br; 2. Mestre em Ciência dos alimentos. Departamento de Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil; 3. Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade - UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil; 4. Professor, Doutor, Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias - UFSC, Florianópolis, SC, Brasil; 5. Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, Santa Maria, SC, Brasil; 6. Professor, Doutor, Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil.

RESUMO: O cultivo hidropônico de hortaliças folhosas vem crescendo acentuadamente nos últimos anos, no entanto, pouco se sabe sobre sua composição química, o que é de extrema importância, tendo em vista a mudança de hábito alimentar de uma fração considerável da população brasileira que busca alimentos de qualidade. Por essa razão, as culturas de agrião, chicória, rúcula e alfaces americana (cv. Lucy Brown) e lisa (cv. Regina) foram produzidas em hidroponia, sistema NFT, buscando-se avaliar o rendimento, teor de nitrato e composição centesimal. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), no período de maio a julho de 2004, sob delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. O espaçamento utilizado foi de 25 cm x 25 cm para as culturas do agrião, chicória e alface (cv. Lucy Brown e cv. Regina) e de 5 cm x 5 cm para a rúcula. A alface cv. Regina e a chicória apresentaram maior número de folhas por planta. O agrião apresentou menor teor de água e maior fitomassa seca da parte aérea. Maior incremento de fitomassa fresca foi obtido na chicória, alface cv. Lucy Brown e cv. Regina. Maiores teores de lipídios, proteína, resíduo mineral, carboidratos, valor calórico, nitrato e de fibra foram obtidos no agrião. A rúcula apresentou menores valores para as variáveis fitomassa fresca e seca da planta inteira, da parte aérea e da raiz, e número de folhas por planta. Todas as culturas apresentaram boa aparência visual, baixo valor calórico e teores de nitrato adequados ao consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrato. *Lactuca sativa*. *Nasturtium officinale*. *Eruca sativa*. *Cichorium endivia*.

INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças tem aumentado, bem como a exigência do consumidor, havendo necessidade de manter seu fornecimento em quantidade e qualidade o ano todo. Devido a essa tendência do mercado hortícola, o cultivo protegido (túneis e estufas) vem aumentando em importância a cada ano, assim como o cultivo hidropônico, os quais podem modificar parcial ou totalmente os sistemas de cultivo tradicionais (GUALBERTO et al., 2009).

As hortaliças são bastante recomendadas nas dietas alimentares, uma vez que apresentam baixo valor calórico e alto conteúdo de fibra dietética, vitaminas e sais minerais (SGARBIERI, 1987; DUTRA de OLIVEIRA; MARCHINE, 2000; OHSE et al., 2001a; OHSE et al., 2001b; OHSE et al., 2002; OHSE et al., 2003; OHSE et al., 2009). Dentre as hortaliças folhosas, a alface é a mais consumida, sendo de grande importância na alimentação e saúde humana (OHSE et al., 2009). Entretanto, o consumo de outras hortaliças folhosas

como o agrião, chicória e rúcula vêm aumentando grandemente devido a essa tendência.

A necessidade nutricional requerida pelo organismo humano nos estados de saúde e doença tem sido objeto de intensa investigação nos últimos anos, bem como a preocupação quanto à caracterização química dos alimentos com potencial econômico e nutricional, em especial os de baixo valor calórico, uma vez que a obesidade e as doenças crônico-degenerativas (doenças cardiovasculares, diabetes mellitus e câncer) passam a ser destaque em saúde pública (DUTRA de OLIVEIRA; MARCHINE, 2000). Por essa razão, torna-se extremamente importante o estudo da composição química dos alimentos (OHSE et al., 2009).

No sistema hidropônico, o nitrogênio é fornecido basicamente na forma de nitrato, uma vez que o amônio em altas concentrações na solução é fitotóxico para as plantas, reduzindo o rendimento e a qualidade visual da cultura (BOON et al., 1990; FURLANI, 1998; MALAVOLTA, 2006). O acúmulo de nitrato é de caráter genético, porém

grandemente influenciado por outros fatores, tais como disponibilidade do íon na solução, intensidade luminosa, disponibilidade de molibdênio, temperatura, umidade relativa do ar, sistema de cultivo, época de cultivo e hora de colheita (FAQUIN et al., 1996). O nitrato em excesso pode causar metahemoglobinemia, além de ser carcinogênico e teratogênico, devido à formação de nitrosaminas e nitrosamidas (BOON et al., 1990).

A técnica de hidroponia oferece uma série vantagens que vislumbra um futuro bastante promissor, como um componente do setor de produção de alimentos à população brasileira. No entanto, pouco ainda se sabe sobre a qualidade do produto final, tanto em relação ao acúmulo de nitrato como em relação à composição química de hortaliças folhosas produzidas através dessa técnica para as diferentes regiões do país. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento, a composição química (ou centesimal) e o teor de nitrato em quatro hortaliças folhosas produzidas sob sistema hidropônico – NFT (fluxo laminar de solução).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizada no município de Florianópolis (SC), durante o período de 15 de maio a 7 de julho de 2004. O local apresenta 6 m de altitude, coordenadas geográficas de 27° 34' 58" S e 48° 30' 20" O. Durante o período experimental a temperatura mínima foi de 4,4°C e a máxima de 33,2°C, com valores médios de 15,41 e 23,11°C, respectivamente. A umidade relativa do ar média foi de 78,9%, apresentando máxima de 98% e mínima de 39%.

Os tratamentos constaram das hortaliças de agrião (cv. Agrião d'água Folha larga), chicória (cv. Chicória Escalora Lisa), rúcula (cv. Rúcula Cultivada) e alfaces (cv. Lucy Brown [tipo Americana] e cv. Regina [tipo folha lisa]), desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, amostrando-se quatro plantas por parcela. Utilizando-se para seu cultivo o sistema hidropônico NFT (*Nutrient Film Technique* ou fluxo laminar de solução). A composição química da solução nutritiva utilizada consta na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química da solução nutritiva utilizada. UFSC - Florianópolis (SC), 2004.

Fertilizantes Minerais	g 1000 L ⁻¹
Ca(NO ₃) ₂ .6H ₂ O (Nitrato de cálcio)	800,0
MAP* (Monofosfato de amônio)	109,1
MKP** (Monofosfato de potássio)	63,3
KNO ₃ (Nitrato de potássio)	460,2
MgSO ₄ .7H ₂ O (Sulfato de magnésio)	418,9
MnSO ₄ .H ₂ O (Sulfato de manganês)	1,48
ZnSO ₄ .7H ₂ O (Sulfato de zinco)	0,39
CuSO ₄ .5H ₂ O (Sulfato de cobre)	0,10
H ₃ BO ₃ (Ácido bórico)	2,63
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O (Molibdato de sódio)	0,17
Tenso-Fe (Fe-EDDHMA)	40,0

A semeadura foi realizada no dia 15 de maio de 2004 em espuma fenólica previamente lavada, apresentando células de 2 x 2 x 2 cm com sulcos de semeadura já estabelecidos. Nos sulcos se adicionou 2 sementes de alface (cv. Lucy Brown [tipo americana] como a cv. Regina [tipo folha lisa]), 4 a 5 de agrião e 4 a 7 de rúcula. Após a semeadura as placas de espuma fenólica foram submetidas a um período de 24 horas no escuro, buscando-se obter temperatura uniforme e, assim, homogeneidade na germinação. Posteriormente foram transferidas para um sistema chamado tanque de produção de mudas, quando da emergência das plântulas das culturas efetuou-se o desbaste, deixando-se 1 planta por

célula as cultivares de alface e chicória, e 3 para o agrião e 5 para a rúcula.

Ao atingirem 4 a 5 folhas definitivas, as mudas foram retiradas tanque de produção de mudas. Nesta ocasião efetuou-se a divisão das células das placas de espuma fenólica, selecionaram-se as melhores mudas, transferindo-as para a fase intermediária, o que se deu no dia 29 de maio.

A bancada utilizada na fase intermediária possuía 3% de declividade, 6 m de comprimento, 2 m de largura e aproximadamente 0,9 m de altura, utilizando-se como canais de cultivo perfis trapezoidais de polipropileno de 50 mm produzidos

pela Hidrogood, material atóxico, colocados lado a lado sobre a bancada. A circulação da solução nutritiva (Tabela 1) foi controlada por um *timer*, o qual acionou o conjunto motobomba em intervalos preestabelecidos num turno de 24 horas. Durante o dia (06:00 às 17:30h), houve circulação intermitente da solução com intervalos de 10 minutos, enquanto à noite houve circulação por 10 minutos às 20h, 23h e às 4:30h.

Do reservatório a solução nutritiva era recalçada para a parte superior da bancada pelo conjunto moto-bomba de 1,0HP com uma vazão de 1,5 litros por minuto para cada canal, passando pelos canais e sendo recolhida na parte inferior da bancada por um canal coletor, retornando ao reservatório, o qual se encontrava enterrado externamente à casa de vegetação sob cobertura de telha transparente pintada de branco, buscando-se evitar o aquecimento da solução. Na fase intermediária, buscou-se melhorar o desenvolvimento do sistema radicular e adaptar as plantas ao sistema NFT. A rúcula permaneceu neste sistema até a colheita.

Quando as plantas de agrião, chicória e alface atingiram aproximadamente 10 cm foram transferidas para a fase final, o que ocorreu no dia 12 de junho. A produção final constou de duas bancadas por hortaliça, sustentadas por cavaletes de madeira com aproximadamente 90 cm de altura, declividade de 3% e 6 m de comprimento, sobre os quais foram colocados sete canais de cultivo. Os canais utilizados foram de polipropileno da linha TP 90 mm da Hidrogood. O espaçamento utilizado foi de 25 cm entre canais e 25 cm entre plantas nos canais, numa distribuição triangular em orifícios de 3 cm de diâmetro. Em cada canal, alojaram-se 24 plantas, totalizando 168 por bancada.

Para as cultivares de alface, agrião e chicória consideraram-se dos sete canais de cultivo por bancada, o central como linha divisória e as três de cada lateral como repetição, como são duas bancadas por cultura, tem-se as quatro repetições por tratamento. Cada parcela constou de 3 canais de 6 m de comprimento, espaçados em 25 cm, totalizando 4,5 m² de área, contendo 72 plantas. Para o agrião cultivado no mesmo espaçamento, o número de plantas por parcela foi de 216, uma vez que se manteve 3 plantas por célula de espuma fenólica. Para a rúcula a bancada constou de 40 canais espaçados entre si em 5 cm, considerou-se 10 canais por parcela, como no canal o espaçamento foi de 5 cm contendo 5 plantas, perfazendo 6000 plantas por parcela.

A circulação da solução nutritiva foi controlada por *timer* de forma idêntica ao efetuado

na fase intermediária. O volume do reservatório era completado diariamente, corrigindo-se o pH para $5,8 \pm 0,5$, utilizando-se ácido sulfúrico 1M e hidróxido de sódio 1M. A troca da solução nutritiva foi realizada a cada 7 dias e a reposição sempre que a condutividade tornava-se inferior a 1,7 mS cm⁻¹.

Aos 54 dias de ciclo, no dia 06 de julho, foi realizada a colheita, amostrando-se 4 plantas para as culturas de alface e chicória, 12 para a cultura do agrião e 20 para rúcula, amostradas aleatoriamente no centro da parcela. Determinou-se inicialmente o número de folhas por planta (NFP), posteriormente separou-se a parte aérea da raiz e, através de pesagem em balança digital, determinou-se a fitomassa fresca da parte aérea (FMFPA) e de raiz (FMFR), cuja soma corresponde a fitomassa fresca da planta inteira (FMFPI). As partes aéreas e radiculares de cada planta foram colocadas em sacos de papel e alocadas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C até atingir fitomassa seca constante, quando se pesou novamente em balança digital, determinando-se a fitomassa seca da parte aérea (FMSPA), de raiz (FMSR) e, somando-as a fitomassa seca da planta inteira (FMSPI). Os teores de água na parte aérea (TAPA), de água da raiz (TAR), de fitomassa seca da parte aérea (TFMSPA) e de fitomassa seca de raiz (TFMSR) foram calculados em função da FMF e FMS obtida para os órgãos em questão, segundo metodologia descrita por Moretto et al. (2002).

As folhas foram moídas em moinho de facas para a determinação do teor de nitrato na fitomassa seca (TNO_3^- na FMS), sendo posteriormente calculado para a fitomassa fresca (TNO_3^- na FMF) segundo Cataldo et al. (1975) e da composição química segundo Moretto et al. (2002). Quanto à composição química, os teores de água da parte aérea (TAPAG) e fitomassa seca da parte aérea (TFMSPAG) foram determinados pelo método gravimétrico. O valor calórico foi calculado a partir dos teores da fração protéica, lipídica e carboidratos, utilizando-se os coeficientes específicos que levam em consideração o calor de combustão 4,0; 9,0 e 4,0 kcal, respectivamente (MORETTO et al., 2002).

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância. Quando esse teste foi significativo, efetuou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico ESTAT. Os dados referentes aos teores de água e de fitomassa seca da parte aérea e da raiz foram transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$ uma vez que os dados são apresentados em porcentagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância revelou diferença entre tratamentos para todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$). Para rúcula observou-se os menores valores para as variáveis FMFPI, FMFPA, FMFR; FMSPI, FMSPA e FMSR, porém para esta última

variável não diferiu significativamente da alface cv. Lucy Brown (Tabela 2). As diferenças observadas devem-se, provavelmente, a grande variabilidade genotípica e fenotípica entre as hortaliças alface cv. Lucy Brown e rúcula, todavia, no sistema produtivo da rúcula utiliza-se maior número de plantas é por unidade de área.

Tabela 2. Fitomassas frescas da planta inteira (FMFPI), da parte aérea (FMFPA) e da raiz (FMFR), fitomassas secas da planta inteira (FMSPI), da parte aérea (FMSPA) e da raiz (FMSR) de hortaliças folhosas produzidas sob hidroponia - NFT. UFSC - Florianópolis (SC), 2004.

Tratamentos	FMFPI	FMFPA	FMFR	FMSPI	FMSPA	FMSR
	-----g planta ⁻¹ -----					
Rúcula	65,94 c	55,85 c	9,94 c	4,17 c	3,59 c	0,58 c
Chicória	180,79 a	157,91 a	24,66 b	12,35 a	10,63 a	1,73 a
Agrião	131,89 b	97,66 b	33,82 a	10,33 ab	8,56 ab	1,77 a
Alface "Lucy Brown"	181,49 a	162,45 a	18,86 b	9,07 b	8,01 b	1,07 bc
Alface "Regina"	168,18 ab	142,95 a	24,84 b	9,26 b	7,85 b	1,41 ab
Média	145,66	123,36	22,42	9,03	7,72	1,31
CV (%)	13,24	13,34	17,93	15,31	15,01	20,10

*Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

As hortaliças de chicória e alface, tanto cv. Lucy Brown quanto cv. Regina não diferiram entre si para as variáveis FMFPI e FMFPA, apresentando superioridade estatística ao agrião e a rúcula. Entretanto, para FMFR a cultura do agrião demonstrou superioridade, o que pode ser atribuído ao fato da solução nutritiva utilizada não ser a ideal para esta cultura, uma vez que é indicada para alface, podendo proporcionar maior crescimento do sistema radicular em detrimento do crescimento da parte aérea. Por outro lado, é importante observar que hortaliças folhosas cultivadas no sistema hidropônico são comercializadas com seu sistema radicular, o que proporciona maior durabilidade, todavia, é a parte aérea a estrutura de valor comercial.

Para a cultura da alface cv. Regina o valor médio de FMFPA foi de 168,18 g planta⁻¹, valor este inferior em 24,14 e 27,92% aos obtidos por Schmidt et al. (2001) e Fernandes et al. (2002), respectivamente, quando de sua produção sob hidroponia em diferentes soluções nutritivas. Inferior também em 16,12% ao valor médio obtido por Zanella et al. (2008), quando do uso do intervalo de irrigação de 5 minutos, mantendo 15 minutos irrigando.

Sa e Reghin (2008), obtiveram para a chicória produzida no solo sob 3 sistemas de cultivo (Túnel, Agrotêxtil e Natural) valores de produtividade extremamente superiores aos aqui apresentados em sistema hidropônico. Valores superiores de FMFPA foram demonstrados por

Cavarianni et al. (2008), para três cultivares de rúcula produzidas em hidroponia. Entretanto, deve-se considerar sempre sistema de cultivo, época de cultivo, condições experimentais, tratamentos e ciclo de vida para fazer inferências sobre a produtividade de qualquer cultura.

A cultura da chicória apresentou maior FMSPI não diferindo estatisticamente do agrião e, este não diferiu da alface, tanto cv. Lucy Brown como a cv. Regina. O mesmo comportamento foi observado para a variável FMSPA, porém para FMSR as culturas do agrião e da chicória demonstraram superioridade, não diferindo da alface cv. Regina. Ohse et al. (2001b) obtiveram para FMSPA o valor médio de 9,56 g planta⁻¹ para a cultura da alface cv. Regina cultivada convencionalmente, sendo 16,21% e 17,89% superior aos obtidos para alface cv. Lucy Brown e cv. Regina, respectivamente.

As hortaliças chicória e alface cv. Regina não diferiram estatisticamente entre si para a variável NFP, apresentando superioridade às demais culturas testadas. A rúcula apresentou menor NFP seguida do agrião e da alface cv. Lucy Brown (Tabela 3). Acredita-se que o resultado obtido para a variável NFP tenha haver com o manejo utilizado, uma vez que, o número de plantas mantido por célula de espuma fenólica foi maior para a rúcula (5) seguida do agrião (3), o que foi determinado em função de suas características genéticas e morfológicas.

Tabela 3. Número de folhas por planta (NFP), teor de água da parte aérea (TAPA), teor de fitomassa seca na parte aérea (TFMSPA), teor de água da raiz (TAR), teor de fitomassa seca na raiz (TFMSR) em hortaliças folhosas produzidas no sistema hidropônico - NFT. UFSC - Florianópolis (SC), 2004.

Tratamentos	NFP	TAPA	TFMSPA	TAR	TFMSR
	Nº planta ⁻¹	-----%-----			
Rúcula	4,28 d	93,58 c	6,42 c	94,10 a	5,90 b
Chicória	29,75 a	93,26 d	6,74 b	93,00 b	7,00 a
Agrião	11,78 c	91,23 e	8,77 a	94,77 a	5,23 b
Alface “Lucy Brown”	16,75 b	95,08 a	4,92 e	94,33 a	5,67 b
Alface “Regina”	29,50 a	94,51 b	5,49 d	94,30 a	5,70 b
Média	18,41	93,53	6,47	94,10	5,90
CV (%)	6,87	0,16	2,29	0,53	8,39

*Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Cavarianni et al. (2008), obtiveram para a cultura da rúcula produzida em hidroponia, uma média de 10 folhas por planta (média de três cultivares), valor significativamente maior que o obtido neste trabalho, o que se deve provavelmente a maior competição intraespecífica ocorrida neste estudo, devido à manutenção de três plantas de rúcula por célula de espuma fenólica. NFP superiores também foram obtidos por Freitas et al. (2009) para rúcula produzida no solo, independentemente da época de plantio. Para a cultura da chicória, Sa e Reghin (2008), observaram NFP superiores quando do cultivo no solo sob três sistemas.

A alface cv. Lucy Brown apresentou maior TAPA e, consequentemente menor TFMSPA, já para o agrião foi o inverso. A chicória apresentou

menor TAR e, com isso, maior TFMSR, sendo que, para as culturas da rúcula, agrião e ambos os tipos de alface ocorreu o contrário, não diferindo entre si (Tabela 3). O TAPA encontrado por Ohse et al. (2001a), para a cv. Regina produzida em hidroponia foi de 94,6%, valor este, muito semelhante ao obtido neste estudo (Tabela 3).

A alface cv. Lucy Brown apresentou também maior TAPAG quando da determinação pelo método gravimétrico e, com isso, o menor TFMSPAG (Tabela 4). Consequentemente alguns dos constituintes da composição centesimal também foram baixos para esta cultura, uma vez que são determinados da fitomassa seca, o que pode ser observado na Tabela 5 para os teores de lipídios, proteínas, fibras e valor calórico.

Tabela 4. Teores de água (TAPAG) e de fitomassa seca na parte aérea (TFMSPAG) pelo método gravimétrico, teor de nitrato na fitomassa seca (TNO₃⁻ na FMS) e teor de nitrato na fitomassa fresca (TNO₃⁻ na FMF) em cinco hortaliças produzidas no sistema hidropônico - NFT. UFSC - Florianópolis (SC), 2004.

TRATAMENTOS	TAPAG	TFMSPAG	TNO ₃ ⁻ na FMS	TNO ₃ ⁻ na FMF
	-----% ou g 100g ⁻¹ -----		-----mg kg ⁻¹ -----	
Rúcula	94,24 c	5,76 b	9601,25 ab	615,98 b
Chicória	94,35 c	5,66 b	1501,25 d	100,96 d
Agrião	92,26 d	7,75 a	10183,50 a	893,11 a
Alface “Lucy Brown”	96,03 a	3,97 d	8964,25 b	441,40 c
Alface “Regina”	95,47 b	4,53 c	2602,50 c	142,59 d
Média	95,47	5,53	6.570,55	438,81
CV (%)	0,11	1,88	14,44	14,26

*Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

O agrião apresentou maior TNO₃⁻ na FMS, não diferindo significativamente da rúcula, tendência mantida quando da conversão do teor de nitrato para a FMS, entretanto, para esta variável diferiram estatisticamente, o que ocorreu devido ao agrião apresentar menor TAPAG, ou seja, maior

TFMSPAG (Tabela 4). Este resultado indica que estas culturas apresentam geneticamente maior tendência ao acúmulo de NO₃⁻, que as demais culturas testadas, uma vez que foram produzidas nas mesmas condições.

Chicória e alface cv. Regina apresentaram os menores TNO_3^- na FMF, seguida da alface americana, caracterizando-as como culturas com baixa potencialidade de acúmulo de NO_3^- quando comparadas à rúcula e ao agrião. Viana e Vasconcelos (2008), observaram valores de 1.155,12 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de FMF em alface produzida no solo com adubação apenas de cama de frango. Cavarianni et al. (2008), obtiveram para a cultura da rúcula hidropônica valores superiores de TNO_3^- na FMF, os quais foram de 1.859,33 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ para a cv. Selvática; 1.087,87 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ para a folha larga de 982,20 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ para a cultivada.

Os teores encontrados em todas as culturas testadas neste experimento, todavia, foram muito inferiores ao limite máximo permitido para alface produzida em casa de vegetação pela comunidade européia, o qual é de 3500 e 4500 mg $\text{NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ MF para o verão e inverno, respectivamente (McCALL; WILLUMSEN, 1998). Pode-se inferir que as culturas produzidas sob sistema hidropônico NFT apresentaram boa qualidade nutricional, não apresentando risco a saúde humana.

Foi observado por Ohse et al. (2001a), que a cultura da alface apresenta potencialidade diferente para o acúmulo de NO_3^- entre as do tipo folhas crespas e lisas, sendo estas mais acumulativas. No presente estudo observou-se que a alface cv. Lucy

Brown é potencialmente mais acumulativa que a cv. Regina do tipo folha lisa. Provavelmente este fato seja em função da alface cv. Lucy Brown formar cabeça, onde a maioria das folhas fica sombreada por estarem no interior da cabeça. Como a enzima redutase do nitrato que reduz o nitrato a nitrito é induzida pela luz (BOON et al., 1990; TAI; ZEIGER, 2009), seu teor tende a aumentar nestas folhas sombreadas, sendo acumulado no suco celular.

A cultura do agrião apresentou valores médios de lipídios, proteína, resíduo mineral (TRM), carboidratos e valor calórico superior às demais culturas testadas, não diferindo da cultura da chicória para o teor de fibra (Tabela 5). Como o agrião apresentou maior TFMSPAG (Tabela 4), pelo método gravimétrico (7,75%), consequentemente os componentes da composição centesimal serão maiores, uma vez que são determinados na fitomassa seca. Da mesma forma para o valor calórico e para teor de nitrato na FMS (Tabela 4). O valor calórico foi calculado levando em consideração o calor de combustão da fração protéica, lipídica e carboidratos, ou seja, os teores dessas frações forma multiplicados por 4,0; 9,0 e 4,0 kcal, respectivamente, como o agrião apresentou maiores valores para as frações citadas, também o apresenta para esta variável.

Tabela 5. Teores de lipídios, proteína, fibra, resíduo mineral (TRM), carboidratos (TCARB) e valor calórico (VCAL) em hortaliças folhosas produzidas no sistema hidropônico - NFT. UFSC - Florianópolis (SC), 2004.

TRATAMENTOS	Lipídios	Proteína	Fibra	TRM	TCARB	VCAL
	-----g 100g ⁻¹ de produto integral-----					Kcal 100g ⁻¹
Rúcula	0,30 b	1,58 b	0,41 cb	1,14 b	2,34 c	18,38 b
Chicória	0,31 b	1,18 c	0,61 a	0,77 c	2,79 b	18,66 b
Agrião	0,52 a	2,25 a	0,67 a	1,26 a	3,05 a	25,84 a
Alface “Lucy Brown”	0,19 c	0,85 d	0,34 c	0,63 d	1,97 d	12,95 d
Alface “Regina”	0,25 b	1,06 c	0,48 b	0,70 cd	2,04 d	14,67 c
Média	0,31	1,38	0,50	0,90	2,44	18,09
CV (%)	8,74	4,08	7,38	3,74	2,38	2,09

*Médias de tratamentos seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. CV= Coeficiente de Variação

A alface cv. Lucy Brown apresentou teor de lipídios, proteína e valor calórico inferior as demais culturas, não diferindo da chicória para fibra, da alface cv. Regina para teor de resíduo mineral e carboidrato (Tabela 5). Resultado este devido ao fato da cultura ter apresentado o menor TFMSPAG (Tabela 4). Ohse et al. (2001b), obtiveram para a alface cv. Regina valores inferiores de valor calórico, lipídios e carboidratos.

O maior teor de lipídios foi proporcionado pela cultura do agrião e o menor pela alface cv.

Lucy Brown, sendo que a rúcula, chicória e alface cv. Regina apresentaram valores intermediários (Tabela 5). O teor de 0,25 g 100g⁻¹ de lipídios observado na alface cv. Regina foi superior aos teores de 0,2 e 0,14 g 100g⁻¹ obtidos para a mesma cultivar produzida em hidroponia por Ohse et al. (2001a) e Ohse et al. (2001b), respectivamente, diferença que pode ser atribuída às variações na solução nutritiva utilizada, manejo utilizado, condições climáticas, época do ano e ciclo de vida. Foi superior também ao valor de 0,2 g 100g⁻¹,

observado por Dutra de Oliveira e Marchini (2000) para alface do tipo folha lisa cv. Regina cultivada no solo.

A alface cv. Lucy Brown apresentou menor teor de proteína, seguida da chicória e alface cv. Regina que não diferiram significativamente entre si, então a rúcula e com maior teor a cultura do agrião (Tabela 5). O teor de $1,06 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de proteína foi inferior aos teores de 1,4 e $1,27 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ encontrados, respectivamente por Ohse et al. (2001a) e Ohse et al. (2001b) para a alface cv. Regina. Inferior também ao valor de $1,3 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, encontrado por Dutra de Oliveira e Marchini (2000) como valor médio de proteína para alface do tipo folha lisa cv. Regina cultivada no solo.

O teor de fibra também variou entre culturas, sendo o agrião e a chicória as mais fibrosas, apresentando quase o dobro do teor encontrado na alface cv. Lucy Brown e na rúcula (Tabela 5). Acredita-se que essa variação seja fruto das características genéticas das hortaliças estudadas, bem como de seus teores de FMSPA. Todavia, o teor de $0,67 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ obtido no agrião foi inferior aos valores médios de 0,8 e $0,88 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ obtidos por Ohse et al. (2001a) e Ohse et al. (2001b), respectivamente para alface hidropônica. Dutra de Oliveira e Marchini (2000) e Sgarbieri (1987) citam que a alface produzida no solo apresenta valores médios 0,6 e $0,7 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para fibra, respectivamente, os quais são superiores aos obtidos neste estudo para as cvs. de alface estudadas, assemelhando-se à chicória e ao agrião (Tabela 5).

As culturas acumularam diferentes teores de resíduo mineral (cinzas), onde a alface cv. Lucy Brown apresentou menor teor, não diferindo significativamente da alface cv. Regina e da cultura da rúcula, seguida da chicória, apresentando o agrião maior teor também para este componente (Tabela 5). Ohse et al. (2001a) e Ohse et al. (2001b), obtiveram para alface hidropônica os valores de 0,8 e $0,84 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ para esta variável, sendo superiores aos obtidos neste estudo para as cultivares de alface e chicória, e inferiores aos valores encontrados em rúcula e agrião (Tabela 5).

O maior teor de carboidratos foi proporcionado pela cultura do agrião e os menores pelas alfaves, tanto cv. Lucy Brown como a cv.

Regina, as quais não diferiram entre si (Tabela 5). O teor carboidrato de $2,04 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de produto integral encontrado na alface cv. Regina foi superior aos valores médios de 1,52 e $1,11 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ obtidos por Ohse et al. (2001a) e Ohse et al. (2001b), respectivamente para alface hidropônica, porém inferior aos citados por Dutra de Oliveira e Marchini (2000) e Sgarbieri (1987) para alface produzida no solo, cujos valores foram respectivamente 2,9 e $3,5 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$.

Os resultados demonstraram que a alface cv. Lucy Brown é a hortaliça folhosa menos calórica, sendo com isso, a mais indicada quando de dietas alimentares (SGARBIERI, 1987). O que se deve ao seu alto teor de água na parte aérea, ou seja, baixo teor de fitomassa seca, tornando com isso baixo todos os demais componentes da fitomassa seca (lipídios, proteínas, fibra, resíduo mineral e carboidratos). Como é uma cultura que forma cabeça, suas folhas centrais receberão menor intensidade luminosa devido ao sombreamento, o que reduz a perda de água por transpiração, todavia a síntese de clorofila também será reduzida (TAIZ; ZEIGER, 2009), tornando-as mais claras que as folhas externas, com isso, a taxa fotossintética será menor e, em contrapartida a síntese de todo e qualquer fotoassimilado será minimizada.

Apesar das diferenças de produtividade e de composição química, as culturas produzidas em sistema hidropônico são alimentos extremamente saudáveis, uma vez que o teor de nitrato encontra-se bem abaixo do teor considerado crítico pelos países europeus para hortaliças folhosas ($2.500 \text{ a } 4.500 \text{ mg NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$ de fitomassa seca, segundo McCALL; WILLUMSEN, 1998).

CONCLUSÕES

O agrião apresentou maior teor de fitomassa seca da parte aérea e, com isso maiores teores de lipídios, proteína, resíduo mineral, carboidratos, valor calórico, nitrato e de fibra.

As hortaliças estudadas apresentaram boa aparência visual, baixo valor calórico e teores de nitrato adequados ao consumo humano quando produzidas em hidroponia sob sistema NFT.

ABSTRACT: The hydroponic cultivation of vegetables has increased markedly in recent years, however, little is known about its chemical composition, which is of extreme importance in view of changing food habits of a considerable fraction of the population seeking food quality. For this reason, cultivation of watercress, chicory, rocket and lettuce American (Lucy Brown) and smooth (cv. Regina) were grown in hydroponics, NFT system, aiming to evaluate the yield, nitrate content and chemical composition. The experiment was conducted in a greenhouse at the Universidade

Federal de Santa Catarina, Florianópolis city in the Santa Catarina State (Brazil), from may to july 2004 under a completely randomized design with four replications. The spacing used was 25 x 25 cm for the crops of watercress, chicory and lettuce (cv. Lucy Brown and cv. Regina) and 5 x 5 cm to the rocket. The traits were: number of leaves, nitrate content and chemical composition of vegetables. The lettuce cv. Regina and chicory had higher number of leaves per plant. The watercress had lower water content and higher dry mass of shoots. The largest increase in fresh weight was obtained in chicory, lettuce, cv. Regina. Higher levels of lipids, protein, ash, carbohydrates, calories, fiber and nitrate were obtained from the watercress. The rocket had lower values for the variables fresh and dries the whole plant, shoot and root and leaf number per plant. All cultures showed good visual appearance, low calorie and nitrate levels suitable for human consumption.

KEYWORDS: Nitrate. *Lactuca sativa*. *Nasturtium officinale*. *Eruca sativa*. *Cichorium endivia*.

REFERÊNCIAS

- BOON, J. van der.; STEENHUIZEN, J. W.; STEINGRÖVER, E. G. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by nitrogen and chloride concentration, $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, United Kingdom, v. 65, n. 3, p. 309-321, 1990.
- CATALDO, D. A.; HAROON, L. V.; 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, Philadelphia**, v. 6, n. 1, p. 71-80, 1975.
- CAVARIANNI, R. L.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CAZETTA, J. O.; MAY, A.; CORRADI, M. M. Nutrient contents and production of rocket as affected by nitrogen concentrations in the nutritive solution. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 65, n. 6, p. 652-658, 2008.
- DUTRA de OLIVEIRA, J. E.; MARCHINE, J. S. **Ciências nutricionais**. 1 ed. São Paulo: Sarvier, 2000. 402p.
- FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50p.
- FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FREITAS, M. C. M. F.; K. K. C.; BEZERRA NETO, F. 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, 2002.
- GRANGEIRO, L. C.; LIMA, J. S. S.; MOURA, K. H. S. Desempenho agrônomo de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 449-454, 2009.
- FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de Hidroponia NFT. Campinas, Instituto Agrônomo, 1998, 30p. (Boletim técnico, 168).
- GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARAES, A. M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 7-11, 2009.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 631p.
- McCALL, D.; WILLUMSEN, M. Effects of nitrate, ammonium and chloride application on the yield and nitrate content of soil-grown lettuce. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, United Kingdom, v. 73, n. 5, p. 698-703, 1998.
- MORETTO, E. FETT, R.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. 1 ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2002. 255p.

OHSE, O.; DOURADO NETO. D.; MARODIN, V. S.; DURANTE, E. C. Composição centesimal, teor de vitamina C e de nitrato em seis cultivares de alface produzidos em quatro soluções hidropônicas. **Revista Insula**, Florianópolis, n. 31, p. 59-79, 2002.

OHSE, O.; NOGUEIRA FILHO, H.; DOURADO NETO. D.; MANFRON, P. A.; LONDERO, F. Teor de nitrato em cultivares de alface produzidos em sistema convencional e hidropônico. **Revista Insula**, Florianópolis, n. 32, p. 63-71, 2003.

OHSE, S.; RAMOS, D. M.; CARVALHO, S. M.; FETT, R.; OLIVEIRA, J. L. B. Composição centesimal e teor de nitrato em cinco cultivares de alface produzidas sob cultivo hidropônico. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 407-414, 2009.

OHSE, S.; DOURADO NETO. D.; MARODIN, V. S.; MANFRON, P. A.; AITA, A. Composição centesimal e teores de vitamina C, cálcio e fósforo de seis cultivares de alface produzidas sob dois sistemas de cultivo. **Revista Insula**, Florianópolis, n. 30, p. 47-62, 2001b.

OHSE, S.; DOURADO NETO. D.; MARODIN, V. S.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001a.

SA, G. D.; REGHIN, M. Y. Desempenho de duas cultivares de chicória em três ambientes de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 378-384, 2008.

SCHMIDT, D.; SANTOS, O. S.; BONNECARRÈRE, R. A.; MARIANI, O. A.; MANFROM, P. A. Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 122-126, 2001.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: Editora da UNICAMP, 1987. 387 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2009. 719 p.

VIANA, E. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Produção de alface adubada com termofosfato e adubos orgânicos. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 217-224, 2008.

ZANELLA, F.; LIMA, A. L.; da SILVA Junior, F. F.; MACIEL, S. P. A. Crescimento de alface hidropônica sob diferentes intervalos de irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 366-400, 2008.