



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**INFLUÊNCIA DE EMBALAGENS NA FISIOLOGIA PÓS-
COLHEITA DE RÚCULA (*Eruca sativa* Miller var. *folha larga*)
HIDROPÔNICA**

ACADÊMICA: ALINE APARECIDA FERNANDES

ORIENTADORA: PROFESSORA ROSETE PESCADOR

FLORIANÓPOLIS

2011

Aline Aparecida Fernandes

**INFLUÊNCIA DE EMBALAGENS NA FISIOLOGIA PÓS-
COLHEITA DE RÚCULA (*Eruca sativa* Miler var. folha larga)
HIDROPÔNICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheiro agrônomo.

Orientadora e Supervisora: Professora Rosete Pescador.

Florianópolis

2011/1

“ [...] Precisamos estar dispostos a nos livrar da vida que planejamos, para podermos viver a vida que nos espera [...]”

Joseph Campbell

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado forças e iluminando meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

A minha mãe Rita, sempre tão dedicada e amiga, por ser a pessoa que mais me apoia e acredita na minha capacidade, meu agradecimento pelas horas em que ficou ao meu lado não me deixando desistir e me mostrando que sou capaz de chegar onde desejo.

Não posso deixar de agradecer ao meu pai Ailton e meus irmãos Marcelo e Júnior, minha sobrinha Mariana e minha cunhada “irmã” Nariana, sem os quais não estaria aqui, além disso, por terem me fornecido condições para me tornar o profissional e pessoa que sou.

Ao longo do período da graduação, muitas pessoas passaram por minha vida, deixando marcas e lições para toda ela, proporcionando-me alegrias, conhecimento e crescimento pessoal. Em especial aos amigos Camila “Camis”, Caroline “Carol”, Cláudia “Clau”, Clarissa, Eva Regina “Rica”, Juliana “Ju”, Maiara, Maria, Rodolfo. Ainda agradeço aqueles, mais que especiais, tornando-se mais que irmãos e confidentes: Dorival “Doriva”, Monique “Folcx” e Rafaela “Rafoide”.

Aos meus amigos sempre presentes Josélia “Jô” e Giorgio, pelos momentos de convívio e aconchego, ainda agradeço aqueles amigos mesmo que distantes tornam-se sempre presentes em meus pensamentos: Bárbara “Bábi”, Gabriela “Gabi”, Tatiana “Tati” e Kaciele “Kaci”.

Especial agradecimento à professora Dr. Rosete Pescador, que além de professora orientadora e supervisora se tornou uma grande amiga, me encorajando neste trabalho monográfico e acompanhando todas as etapas do mesmo. Sempre solícita e disposta a ajudar, compartilhando os momentos de angústia e alegria.

Agradecimento aos professores que contribuíram para a realização deste trabalho, já que sem eles nada disso seria possível, aos professores: Jorge Luiz Barcelos Oliveira, Marcelo Maraschin, Aparecido Lima da Silva e professora Cileide M. M. Coelho Arruda de Souza, que além de me disponibilizarem seus laboratórios e empréstimos de materiais me deram a oportunidade de convívio e ensinamentos que

levarei por toda a vida.

Meus agradecimentos ainda ao Mítso, Ricardo e Henrique que sempre que puderam colaboraram para a realização deste trabalho.

Em especial, o meu eterno agradecimento ao Rodrigo, meu amor, meu amigo, meu cúmplice, pessoa tão especial que Deus colocou em minha vida, sempre presente ao longo de toda esta caminhada, com seu carinho, dedicação e companheirismo, além do lindo sorriso, que foi essencial para que eu nunca desistisse de alcançar meus objetivos.

Enfim a todas as pessoas que me ajudaram, não poderia deixar de expressar à minha imensa gratidão, sem vocês nada teria sentido.

MUITO OBRIGADA!

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Rita de
Cássia Fernandes e Ailton Luiz Fernandes.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Rúcula – Eruca sativa:.....	4
2.1.1 Classificação Taxonômica.....	5
2.2 Sistema de cultivo Hidropônico.....	6
2.2.1 Técnica do fluxo laminar - NFT.....	6
2.2.2 Vantagens do sistema hidropônico.....	7
2.2.3 Desvantagens do sistema hidropônico.....	8
2.2.4 Rúcula (Eruca sativa) em sistema hidropônico.....	9
2.3 Pós-colheita – Hortaliças.....	10
2.3.1 Perdas e qualidade pós-colheita.....	12
2.3.2 Temperatura.....	14
2.3.3 Pigmentos.....	16
2.3.3.1 Clorofila.....	16
2.3.3.2 Carotenoides.....	18
2.3.4 Embalagem	20
2.3.5 Pós-colheita na Hidroponia.....	22
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo Geral.....	23
3.2 Objetivos Específicos.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 Matéria-prima.....	24
4.2 Acondicionamento.....	24

4.3 Parâmetros Avaliados	26
4.3.1 Perda de Massa Fresca.....	26
4.3.2 Conteúdo de umidade.....	26
4.3.3 pH.....	26
4.3.4 Sólidos solúveis totais (SST).....	27
4.3.5 Conteúdo de pigmentos (clorofila a, b, total e carotenoides).....	27
4.3.6 Aspectos gerais.....	28
4.4 Análise estatística dos dados.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 Caracterização físico-química.....	29
5.1.1 Perda de massa fresca.....	29
5.1.2 Conteúdo de umidade.....	32
5.1.3 Sólidos solúveis totais (SST).....	36
5.1.4 pH.....	39
5.1.5 Conteúdo de pigmentos (clorofila a, b, total e carotenoides).....	42
5.1.6 Aspectos Gerais.....	49
6 CONCLUSÕES	52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Molécula de clorofila, em detalhe a diferença entre clorofila a e b através do resíduo aldeído presente na clorofila b e o grupo metila na clorofila a, ambos localizados na posição 7.....17
- Figura 2 - Estrutura química de alguns carotenoides encontrados na natureza.....19
- Figura 3 - Rúculas no sistema hidropônico, no dia em que foi realizada a colheita.....24
- Figura 4 - A) Rúcula acondicionada em isopor revestido com PVC com raiz. B) Rúcula acondicionada em isopor revestido com PVC sem raiz. C) Rúcula acondicionada em saco hermético com raiz. D) Rúcula acondicionada em saco hermético sem raiz.....25
- Figura 5 - Relação entre o período de armazenamento e a perda de massa em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas segundo o teste de Tukey à 5% de significância.30
- Figura 6 - Teor de Umidade (%) ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.35
- Figura 7 - Teor de sólidos solúveis ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.37
- Figura 8 - pH ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com raiz à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.....40
- Figura 9 - pH ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas

acondicionados em diferentes embalagens sem raiz à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.....	40
Figura 10 - Teor de clorofila a em µg ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5 = 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.....	43
Figura 11 - Teor de clorofila b em µg ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5 = 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.....	44
Figura 12 - Em detalhe A) e B) maços de rúcula ao 15º dia de armazenamento, mostrando algumas folhas já amareladas; C) detalhe de uma folha perdendo por completo sua coloração verde.....	49
Figura 13 - Aspectos Gerais ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.	51

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....29
- Tabela 2 - Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz para os teores de umidade e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....31
- Tabela 3 - Valores das médias do fator embalagem e dia para as diferentes caracterização físico-química: perda de massa fresca (%) e teor de umidade (%) , médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.....33
- Tabela 4 - Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
.....37
- Tabela 5 - Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade....40
- Tabela 6 - Valores das médias de clorofila a, b e total do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.....43
- Tabela 7 - Valores das médias do teor de carotenoides quanto ao fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao

nível de 5% de significância.....46

Tabela 8 - Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade....48

RESUMO

A produção de hortaliças está inserida entre as atividades econômicas essenciais para o Brasil, estando em destaque as regiões Sul e Sudeste, além disso, sua produção e consumo têm crescido, principalmente pela mudança de hábito alimentar resultando em consumidores mais exigentes em qualidade. A produção de rúcula vem se destacando principalmente pelos valores atrativos pagos para esta hortaliça folhosa, porém a comercialização desses produtos apresentam algumas entraves, principalmente as ocasionadas pelo pós-colheita, já que são alimentos perecíveis e consumidos in natura, sendo propostas algumas alternativas destacando-se embalagem e temperatura. Sendo assim, foi realizado o presente trabalho relacionado ao pós-colheita de rúcula, conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina, no Centro de Ciências Agrárias, com objetivo avaliar os efeitos de duas diferentes embalagens em rúculas (*Eruca sativa* Miller var. folha larga) produzidas em sistema de cultivo hidropônico e acondicionadas com e sem raiz. As rúculas advindas do sistema hidropônico foram selecionadas, realizados cortes do sistema radicular em algumas delas, e enfim embaladas em bandejas de isopor com PVC e saco hermético, onde foram armazenadas em refrigerador doméstico à 8 °C +/- 2 °C por 15 dias. Sendo realizadas análises logo após a colheita (testemunha) e ao 5º dia, 10º dia e 15º dia a fim de avaliar os efeitos das embalagens, das raízes e dos dias de armazenamento no vegetal foram realizadas análises do conteúdo de umidade, pH e sólidos solúveis totais. A perda de massa fresca, o aspecto geral e o conteúdo de pigmentos (expressos pelo conteúdo de clorofila *a*, clorofila *b*, total e carotenoides) foram analisados. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial diferenciado (com testemunha) 2 x 2 x 3, compreendendo 2 diferentes embalagens, com raiz e sem raiz (2) e 3 diferentes dias. Após análises, segundo o Teste Tukey à 5% de significância. Os resultados obtidos mostraram que sacos herméticos foram mais eficientes na manutenção das características após a colheita, apresentando menores perdas de massa fresca, conservação do teor de umidade, pH e melhores notas para os aspectos gerais, já para a concentração de sólidos solúveis totais e teor de pigmentos não foi verificada diferenças significativas para embalagem de isopor com PVC e saco hermético. A manutenção das raízes nos maços de rúculas mostrou-se eficaz apresentando menores perdas de massa fresca, conservação da concentração de sólidos solúveis, teor de umidade e manutenção de pigmentos (clorofila *a* e *b*) e para os demais aspectos não sendo verificada diferenças significativas. Portanto sendo os melhores resultados encontrados para rúculas acondicionadas em sacos herméticos, já que para a embalagem isopor com PVC sem raiz o tempo ideal de armazenamento à 8 °C +/- 2 °C que podendo consumir essas plantas por volta de 5 dias, e para as rúculas acondicionadas em isopor com PVC com raiz até o 10º dia e para as rúculas acondicionadas em saco hermético ainda ao 15º dia estavam em perfeito estado para consumo.

Palavras-chave: hidroponia, rúcula, embalagem, pós colheita.

1 INTRODUÇÃO

As hortaliças estão inseridas entre as atividades econômicas essenciais para o Brasil, a área plantada aproximada de produção dessas culturas é de 800 mil hectares, produzindo 16 milhões de toneladas e gerando renda de 8 bilhões de reais (HORA *et al.*, 2004).

A maior parte da produção é advinda da exploração familiar, em áreas com menos de 10 hectares (MELO & VILELA, 2007), o que faz Faulin & Azevedo (2003) afirmarem que esta atividade exerce a capacidade de fixar o homem no campo, além de promover o desenvolvimento local e servir como um meio de subsistência.

Segundo Camargo & Camargo Filho (2008) a produção de hortaliças folhosas no Brasil está localizada próxima às grandes e médias cidades, nos “cinturões verdes”. Sendo que a maior produção concentra-se na região Sudeste e Sul enquanto que o Nordeste e o Centro-Oeste produzem aproximadamente 25% do total produzido (MELO & VILELA, 2007).

No Brasil, há mais de 80 espécies de hortaliças cultivadas comercialmente, além disso, a sua produção e consumo no país têm crescido, não só pelo aumento da população, mas pela mudança de hábito alimentar do consumidor, concomitante a isso o consumidor tem sido mais exigente em quantidade e qualidade (OHSE, 2001).

Segundo Lana *et al.* (1998) apesar de todo este incremento em produção e consumo, sabe-se que a oferta de hortaliças não é constante, resultando em preços e qualidade diferenciados ao longo do ano. Devido a essa tendência do mercado hortícola é que o cultivo protegido vem aumentando a cada ano, assim como o cultivo hidropônico (OHSE, 2001). Segundo Costa & Junqueira (2000) o cultivo hidropônico está sendo utilizada pelos produtores como forma da agregação de valor ao produto e viabilização do negócio.

Diante disso, o maior desafio a ser enfrentado são as perdas pós-colheita estimada em até 50% para alguns produtos (CHITARRA & CHITARRA, 1990). As perdas pós-colheita geram graves consequências econômicas e sociais, por proporcionarem variação no comportamento do mercado, induzindo mudanças em importantes parâmetros econômicos (VILELA *et al.*, 2003). Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil

apresenta um dos maiores índices de perdas pós-colheita entre os 10 maiores produtores do setor agrícola do mundo (YAMASHITA, 2004).

Segundo Calbo & Luengo (2001) as hortaliças *in natura* são altamente perecíveis, ou seja, não se conservam por longos espaços de tempo, e vários são os problemas relacionados à sua conservação, que vem desde o momento em que são colhidas, quando se dá início a uma série de processos que influenciam na qualidade do produto e nas suas conseqüentes perdas até o consumidor, o que gera preços extremamente volúveis, aumentando a incerteza endógena ao setor (BROUSSEAU & CODRON, 1997).

Segundo Fonseca *et al.* (2000); Lee & Kader (2000) as hortaliças continuam o metabolismo respiratório após a colheita, sendo mantidas por apenas alguns dias, ou no máximo semanas. Portanto, encontra-se entre as campeãs de perdas, quer sejam em qualidade, sejam em quantidade, geram prejuízos ao varejo e insatisfação ao consumidor (LANA *et al.*, 1998).

Andreuccetti *et al.* (2005); Lana *et al.* (2002); Luengo *et al.* (2003); Vilela *et al.* (2003); Chitarra & Chitarra (1990), destacam os principais fatores responsáveis por essas perdas:

a) as condições ambientais (altas precipitações, altas temperaturas e elevadas taxas de umidade do ar) que são favoráveis ao desenvolvimento de fungos e bactérias que depreciam a qualidade das hortaliças no campo; b) embalagens inadequadas, manejo, manuseio e acondicionamento incorretos durante o fluxo de comercialização; c) estrutura e instalações dos equipamentos de comercialização insuficientes; d) agrotecnologia insuficiente no campo, classificação e padronização insatisfatórias; e) distância dos fornecedores

Segundo Chitarra & Chitarra (1990); Gomes (1996), as perdas podem ser quantitativas, qualitativas e nutricionais, sendo na maioria das vezes o valor nutricional inserido na qualidade, já que se considera um alimento de qualidade aquele capaz de suprir as necessidades do cliente, tanto ao nível de conveniência como ao nível de suas propriedades fundamentais (organolépticas, nutritivas, funcionais, de higiene e de segurança). Considera-se a pós-colheita essencial para essas características intrínsecas e no atendimento dos anseios dos consumidores (IEA, 2008).

Segundo Chitarra & Chitarra (1994):

Atributos físicos, sensoriais e a composição química, devem ser considerados e associados com medidas objetivas e subjetivas, para um melhor entendimento das transformações que ocorrem nos vegetais e que afetem ou não a qualidade do produto

Busca-se com este trabalho contribuir para a redução dos altos índices de perdas pós-colheita em hortaliças folhosas, mas especificamente a rúcula (*Eruca sativa*) que desde o final da década de 90, vem conquistando maior espaço no mercado brasileiro (PURQUERIO, 2005). Segundo Sala *et al.* (2004) seu consumo vem crescendo e sua área cultivada está em expansão. Isto se deve aos preços atrativos pagos aos produtores, que nos últimos anos têm sido mais elevados do que os de outras folhosas como a alface, a chicória, o almeirão e couve.

Contudo, apesar da rúcula já ser uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, sendo também considerada economicamente viável, ainda apresenta várias oportunidades de melhorias nos produtos ofertados aos consumidores (AMORIM, 2007). Para Cantwell (1997) a rúcula possui pequena durabilidade após a colheita, em condições ambiente e pode ser mantida por no máximo um dia.

Neste trabalho busca-se contemplar rúculas provenientes do sistema hidropônico. Cita a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2008) que uma das principais hortaliças folhosas produzida em sistema hidropônico no Brasil é a rúcula, além disso, segundo Alberoni (1998) produtos hidropônicos possuem vantagem de serem colhidos por completo (folhas + raízes), apresentando uma maior durabilidade após a colheita.

Porém, pouco se conhece sobre a evolução pós-colheita e a eficácia de suas raízes na manutenção da qualidade em produtos de origem hidropônica, em especial a rúcula. Segundo Amorim (2007) as rúculas produzidas nos sistemas orgânicos e hidropônicos têm melhor cotação de preço porque são produtos de maior valor agregado e destinados a um público consumidor com maior renda e mais exigentes.

Faz-se necessário avaliar melhores condições de acondicionamento e a eficácia das raízes neste processo pós-colheita da rúcula hidropônica, reduzindo-se as perdas, além da possibilidade de agregação de valor ao produto proporcionando grandes benefícios, tanto ao produtor como ao consumidor, para atender este que vem buscando além da quantidade principalmente qualidade.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Rúcula – *Eruca sativa*:

A rúcula (*Eruca sativa*), é uma hortaliça folhosa pertencente à família *Brassicaceae*, tendo como centro de origem e de domesticação o gênero *Eruca*, o Mediterrâneo e o oeste da Ásia (SILVA, 2004). Segundo Morales & Janick (2002) é conhecida desde a antiguidade, como uma hortaliça, onde o primeiro registro data do século I, encontrado no herbário Grego Dioscorides.

É uma planta anual, de porte baixo, possuindo normalmente altura de 15 a 20 cm, com folhas relativamente espessas e divididas (FILGUEIRA, 2003). No Brasil, trata-se de uma folhosa com crescente incremento de consumo nos últimos anos (CAMARGO FILHO & MAZZEI, 2001).

Santamaria *et al.* (1998) relatam que sob o nome de “rúcula” são agrupadas grande número de espécies da família *Brassicaceae*. Segundo Pignone (1997) existem três espécies que são utilizadas no consumo humano: *Eruca sativa* Miller, que possui ciclo de crescimento anual, *Diplotaxis tenuifolia* (L) DC. e *Diplotaxis muralis* (L.) DC., ambas perenes.

A espécie mais cultivada e consumida no Brasil é a *Eruca sativa* Miller, e suas principais cultivares são: cultivada e folha larga (FILGUEIRA, 2003). As cultivares de rúcula possuem diferenças características nas folhas, que podem ter bordas lisas até bastante recortadas (MORALES & JANICK, 2002; SALA *et al.*, 2004).

Segundo Pignone (1997) além de sua importância alimentar, a rúcula também possui propriedades nutracêuticas, sendo um bom depurativo, ainda ressaltado por Trani & Passos (1998) como sendo rica em vitamina C, potássio, enxofre, ferro, cálcio, vitamina E, apresentando propriedades anti-inflamatórias e desintoxicantes para o organismo humano.

Na sua composição, em cada 100 g de massa de matéria fresca, observa-se 91,7 g de água, 2,58 g de proteína, 1,6 g de fibra, 160 mg de cálcio, 1,40 mg de ferro, 47 mg de magnésio, 52 mg de fósforo, 369 mg potássio, 27 mg de sódio, 0,47 mg de zinco, 15 mg de vitamina C, 0,044 mg de tiamina, 0,086 mg de riboflavina, 0,305 mg de niacina, 0,437 mg de ácido pantotênico e 0,073 mg de vitamina B6 (USDA, 2004).

O crescimento dessa planta é favorecido em temperaturas amenas, seu florescimento se dá em dias longos e elevadas temperaturas (MORALES & JANICK, 2002). Sua colheita inicia-se 30 a 40 dias após a sementeira, sendo que após este período é iniciado o estágio reprodutivo, ficando as folhas demasiadamente fibrosas e inadequadas ao consumo (FILGUEIRA, 2003).

No Brasil não há uma padronização quanto ao tamanho em que as folhas devem se encontrar na colheita existe regiões que preferem a folha grande e outra folha pequena. Para Minami & Tessarioli Neto (1998) as folhas de rúcula devem estar com altura em torno de 15 a 20 cm, já para Trani *et al.* (1994) consideram como padrão comercial 20 cm, aceitando uma variação de 10% em torno dessa medida, além disso seu tamanho também é influenciada pelo clima, manejo cultural e sistema de cultivo.

Segundo Purqueiro (2005) em cultivos comerciais, a sua colheita é realizada de forma integral (folhas e raízes), sendo que também pode ser realizado seu corte acima da gema apical e possibilitar o rebrote, podendo ser colhida mais vezes, porém se dá preferência a forma inteira, já que há maior perecibilidade do produto e a queda de produção com cortes nas sucessivas rebrotas como demonstrado por Takaoka & Minami (1984); Pignone (1997). E nas plantas provenientes de cultivo hidropônico, elas são comercializadas com o sistema radicular, fato que aumenta seu período de comercialização.

2.1.1 Classificação Taxonômica

Reino: *Plantae*

Divisão: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Ordem: *Brassicales*

Família: *Brassicaceae*

Gênero: *Eruca*

Espécie: *E. sativa*

2.2 Sistema de cultivo Hidropônico

Segundo Segovia (1991) os segmentos de comercialização agrícola têm sofrido adaptações e introduções tecnológicas, tudo isso em função de um consumo crescente e volúvel que tende a práticas que gerem quantidade, qualidade e regularidade. O cultivo sob estruturas de proteção tem sido empregado nas mais diversas condições.

Neste sentido Souza *et al.* (1994) afirma que os cultivos protegidos, principalmente o sistema hidropônico, no Brasil tem crescido significativamente, apesar de recente, concentrando-se, em especial, nos cinturões verdes das capitais, interior e em regiões próximas aos grandes centros consumidores (SEDIYAMA *et al.*, 2000).

Segundo Jensen (1997) os experimentos com a hidroponia começaram na França e Inglaterra, ainda no século XVII, porém cita Resh (1985) “que cultivo de plantas sem solo nos jardins suspensos da Babilônia, os jardins flutuantes dos Astecas e da China, todos datam como anteriores à era cristã”.

O começo de estudos científicos relacionados à solução nutritiva data de 1966, na Alemanha (JENSEN, 1997). Mas é no século XX que muitos pesquisadores dedicaram-se aos estudos de soluções nutritivas através da dissolução de sais em água destilada. Entre eles podemos destacar Hoagland & Arnon, *apud* Bliska Júnior (1998), cujas soluções propostas são utilizadas até os dias de hoje, com pequenas alterações.

Segundo Resh (1985) o termo hidroponia pode ser definido:

[...] o cultivo de plantas em meio líquido. É derivado de duas palavras de origem grega: *hydro*, que significa água, e *ponos* que significa trabalho. Esta definição foi proposta pelo Professor William Frederick Gericke, da Universidade da Califórnia, nos E.U.A., nos anos 30, quando utilizou esta técnica em escala comercial. Posteriormente, com o advento da II Guerra Mundial, foi usada para fins militares.

Sendo assim, pode-se dizer que a hidroponia “é o cultivo de plantas em meio líquido, associado ou não a substratos não orgânicos naturais, ao qual é adicionada uma solução nutritiva ao desenvolvimento da cultura” (CASTELLANE & ARAUJO, 1994).

2.2.1 Técnica do fluxo laminar - NFT

O grande marco na produção hidropônica foi o conceito de NFT (“*Nutrient Film Technique*”), traduzido como Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, por Allen Cooper em 1965 (JONES JÚNIOR, 1983; SANTOS, 1998).

O sistema hidropônico NFT foi introduzido com o engenheiro Shiguero Ueda, entre 1985 e 1987, utilizando em princípio a cultura do morango e posteriormente a de alface, esta tecnologia de produção ganhou grande destaque e fez com que outros pesquisadores como Castellane & Araújo (1987); Furlani (1994), Carmello (1994); Martinez (1995), *apud* Bliska Júnior (1998), voltaram suas atenções para a aplicação comercial desta tecnologia (SANCHEZ, 2007).

O sistema NFT comercialmente usado em hidroponia, consiste em canais onde as plantas ficam com as raízes submersas em um filme de nutrientes que circula pelas raízes e é depois recolhido a um tanque (MOSS, 1983). Dois terços do sistema radicular da planta devem permanecer submersos, absorvendo os nutrientes necessários ao desenvolvimento da cultura e um terço restante deve desenvolver-se ao ar livre, absorvendo oxigênio. A estrutura básica de um sistema NFT é composta de casa de vegetação ou estufa, reservatório para solução nutritiva, bancada ou mesa para os canais, bomba, encanamento e temporizador (CASTELLANE & ARAUJO, 1995; FURLANI, 1995; JONES JÚNIOR, 1983).

O sistema descrito acima consiste em uma canaleta (bancada), em geral suspenso (em torno de 1 metro), podendo ser fabricado com diversos materiais: telha de cimento amianto ou fibrocimento; tubos de PVC; entre outros (ZANOTELLI & MOLINO, 1997). Além disso, as bancadas têm uma inclinação de 2 % para permitir a circulação normal da solução (FAQUIN, 1996; JONES, 1983). Os canais (canaletas) podem conter substratos, usualmente pedra brita ou argila expandida, para sustentação das plantas. No entanto, estes substratos não estão sendo utilizados devido à necessidade de uma limpeza trabalhosa após cada cultivo.

2.2.2 Vantagens do sistema hidropônico

Como qualquer sistema de cultivo apresenta vantagens e desvantagens, com o cultivo hidropônico não é diferente, cita Teixeira (1996) que entre as principais vantagens está a possibilidade de aproveitamento em áreas que não são aptas ao cultivo

convencional, como por exemplo: zonas árias e solo degradados. Além disso, segundo Rodrigues *et al.* (1997); Faquin *et al.* (1996) a produção torna-se mais controlada, sendo independente de intempéries tais como veranico, geadas, chuvas de granizo, ventos, encharcamentos, e as estações climáticas, permitindo o cultivo durante todo o ano, e ainda a possibilidade de monitoramento de pragas e doenças para proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento da cultura.

Outra vantagem notória encontra-se na redução do uso de mão-de-obra nas atividades “braçais” no sistema hidropônico, reduzindo-se custos, já que esses serviços como capina e preparo de solo são comumente empregados nos cultivos convencionais, além de se tornar as atividades na hidroponia mais suaves (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994). Citam ainda Teixeira (1996); Castellane & Araújo (1994) a economia de água e dispensa de rotação de culturas e a exigência de menores espaços, bem como a aplicação de inseticidas e fungicidas via solução nutritiva, quando necessários.

Além disso, segundo Faquin *et al.* (1996) a colheita é precoce, já que é reduzido o ciclo da planta, sendo que o sistema fornece às plantas boas condições para desenvolvimento e, como as raízes nas condições de cultivo em apreço não empregam demasiada energia para crescer, os vegetais sob esse método de cultivo atingem mais rapidamente o ponto de colheita, ainda havendo a possibilidade de acompanhamento no crescimento das raízes e a possibilidade de intervenções de substâncias reguladoras de crescimento através da solução nutritiva, quando necessário.

2.2.3 Desvantagens do sistema hidropônico

A principal desvantagem envolvida nos cultivos hidropônicos está relacionada ao seu elevado custo de implantação, gerando um maior investimento inicial, muitas vezes inexistentes para pequenos produtores (SANTOS, 1998; TEIXEIRA, 1996; FAQUIN *et al.*, 1996). Outro aspecto citado por Sanchez (1996) que pode tornar o sistema mais caro é que antes da implantação torna-se fundamental a elaboração de projetos, a consulta a técnicos especializados, sejam das universidades e/ou consultores experientes, tendo em vista os custos e o grau de complexidade dos empreendimentos.

O conhecimento adequado e acompanhamento constante no funcionamento, especialmente no fornecimento de energia elétrica e controle da solução nutritiva, são

primordiais, e quando há necessidade dever-se-à recorrer a mão-de-obra e assistência técnica especializada (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994; FAQUIN, 1996; SANCHEZ, 1996; TEIXEIRA, 1996; SANTOS, 1998).

Medidas de controle de doenças devem ser bem planejadas, tomando-se medidas preferencialmente preventivas, ou logo que apresentarem sintomas, já que a disseminação de patógenos nesse sistema de cultivo é rapidamente proliferada via solução nutritiva. Cita Teixeira (1996) que há necessidade de novos produtos e técnicas adequadas no controle de pragas e doenças, pois, os agrotóxicos convencionais podem diminuir a qualidade biológica do produto

2.2.4 Rúcula (*Eruca sativa*) em sistema hidropônico

Segundo Faquim & Furlani (1999) o NFT vem sendo utilizado com muita frequência no Brasil para a produção de hortaliças folhosas, destacando-se a alface, o agrião, a rúcula, o almeirão, a salsinha e a cebolinha. Cita a Embrapa (2008) que uma das principais hortaliças folhosas produzidas na hidroponia no Brasil é a rúcula (*Eruca sativa*).

Em sistema de cultivo hidropônico da rúcula pode-se utilizar a solução nutritiva proposta por Furlani *et al.* (1999), utilizando-se mais diluída, ou seja, na concentração (50%) (LIBERTAÇÃO, 2003; GUERRA, 2003; PRECIOSO, 2003).

As rúculas produzidas nos sistemas orgânico e hidropônico têm melhor cotação de preço porque são produtos de maior valor agregado e destinados a um público consumidor de maior renda e mais exigentes, em pesquisa realizada no varejo do Distrito federal realizada por Amorim (2007) constatou como preço médio de R\$ 2,00 para a rúcula hidropônica, o dobro quando comparado ao preço pago a rúcula produzida no sistema convencional.

Além disso, o produto final é muito mais limpo, proporcionando ao consumidor maior praticidade na limpeza do produto antes do consumo (CASTELLANE & ARAÚJO; 1994, LOPES *et al.*, 2002).

2.3 Pós-colheita – Hortaliças

Segundo Chitarra & Chitarra (1990) pode-se compreender a colheita como uma “ação deliberada de separação do alimento do seu meio de crescimento, associado ou não a material não comestível”.

Para as hortaliças folhosas, o ponto de colheita é determinado geralmente pelo seu tamanho, visualmente. A colheita é manual e as operações de limpeza e embalagem geralmente realizadas em casa de embalagens (KASMIR & CANTWELL, 1992).

A pós-colheita começa, no exato momento em que há a separação do produto comestível do seu meio, através de ato deliberado, com a intenção de utilizá-lo como alimento e termina quando o mesmo é submetido ao processo de preparação para consumo final (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (Ceagesp) & Centro de Qualidade em Horticultura (2009) “até a colheita a planta é um sistema em equilíbrio: as folhas fazem fotossíntese; as raízes retiram do solo água e sais minerais, o xilema e o floema fazem o transporte de nutrientes e água”.

Além disso, hortaliças possuem uma grande porcentagem de água em sua composição química, podendo chegar a cerca de 80 a 90%, sendo assim, são altamente perecíveis. Antes da colheita, a absorção pelas raízes mantém o suprimento de água e a transpiração regula a temperatura. Depois da colheita, a perda de água leva ao murchamento e à perda de brilho (CEAGESP & CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICUTURA, 2009).

Por serem estruturas vivas, sendo consideradas as hortaliças produtos “in natura”, estas tendem a senescer naturalmente, e não há tecnologia à disposição e que sejam economicamente viáveis para frear, apenas minimizar, este processo, existindo assim uma perda gradativa de qualidade. De modo geral, as causas mais comuns de deterioração são: perda de água, mudanças metabólicas, desenvolvimento e crescimento de tecidos, injúrias mecânicas, estresse fisiológico e ataque microbiológico (HONÓRIO & ABRAHÃO, 1999)

Segundo Embrapa (2009), as transformações químicas naturais de frutas e hortaliças não cessam no momento em que é realizado a colheita, esses vegetais utilizam as reservas de substrato ou de compostos orgânicos ricos em energia, como

açúcares e amido, a fim de respirar e produzir a energia necessária para manterem essas reações. Segundo Kays (1991) durante o período pós-colheita, existe síntese e degradação contínua de vários compostos para fornecer energia e precursores de várias reações, porém muitas delas são indesejáveis. Sendo considerados por Fonseca *et al.* (2000); Lee & Kader (2000) muito perecíveis, principalmente por continuarem o metabolismo respiratório após a colheita.

Ainda, ressalta Lana & Finger (2000), além do metabolismo respiratório, a biossíntese e ação do etileno, injúrias mecânicas, perda de água, desordens fisiológicas e deterioração patológica, processos que são influenciados direta ou indiretamente pela modificação da atmosfera e da temperatura.

O etileno é um produto natural do metabolismo vegetal, resultante de um processo bioquímico, que ocorre em cada célula viva com o objetivo de gerar energia, promove, portanto, o crescimento, a maturação, o envelhecimento e, por fim, a morte do tecido vegetal (SARANTÓPOULOS & MORAES, 2009). Porém, seus efeitos pós-colheita, no ambiente ou mesmo no interior do produto, faz com que haja aumento da respiração, estimulando diversos processos metabólicos e, conseqüentemente, reduz a vida útil da fruta ou da hortaliça (HONÓRIO & MORETTI, 2002). O mesmo fenômeno é verificado em tecidos vegetais danificados (LATIES, 1978).

Mas segundo Chitarra & Chitarra (1990) a respiração é o principal processo fisiológico envolvido na fisiologia pós-colheita de hortaliças e frutas, após a colheita, o processo respiratório em hortaliças já não é tão eficiente, uma vez que não é suprido pelo processo fotossintético através das folhas. No entanto esses órgãos vegetais produzem energia na forma de calor, tecnicamente chamado “calor vital”, quanto mais rápido o produto respira e amadurece, maior é a quantidade de calor gerado.

A respiração é um processo vital para os vegetais, continuando mesmo após a realização da colheita, e a vida de estocagem de frutas e hortaliças tem se demonstrado inversamente relacionada à sua taxa de respiração durante a estocagem (HANDERBURG *et al.*, 1990).

O processo da respiração está associado ao da transpiração, principal fator responsável pela perda de peso, as perdas de peso associadas com as perdas transpiratórias de água podem, entretanto ser de substancial importância econômica na comercialização, onde usualmente são referidas como murchamento. A colheita

interrompe o suprimento de água para o órgão vegetal, e assim, a perda de água subsequente por transpiração determinará, em grande parte, as perdas quantitativas e qualitativas dos produtos. A perda de água pode acelerar a deterioração, pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólica, como a degradação da clorofila (Finger & Vieira, 1997).

A rúcula apresenta pequena durabilidade após a colheita, quando em condições ambientais se mantém por no máximo um dia, desde que colocada em local bem fresco, com a parte inferior em uma vasilha com água. Em condições ideais de armazenamento (0° a 2° C; 95% a 100% de UR), a rúcula mantém sua qualidade por 10 a 14 dias, tendo uma baixa produção de etileno (CANTWELL, 1997).

Em geladeira, a rúcula pode ser mantida por quatro dias, desde que embalada em saco plástico (TAVARES *et al.*, 2000). Quando conservada a 20°C, é alta sua susceptibilidade ao dano provocado pela presença de etileno (TRANI & PASSOS, 1998).

Está bem estabelecido que as condições de cultivo em qualquer modo de produção (convencional, orgânico e hidropônico) influenciam diretamente nas características dos produtos hortícolas na fase pós-colheita (MORAES, 2006). No caso da rúcula comercializada no Distrito Federal, uma das diferenças que se observou foi que aquelas produzidas no sistema orgânico e no sistema de hidroponia geralmente são embaladas e deste modo tendem a ter uma melhor conservação pós-colheita, além de serem facilmente identificáveis por terem rótulos. Além disso, os distintos produtos atendem a diferentes necessidades dos consumidores (SILVA *et al.*, 2004).

2.3.1 Perdas e qualidade pós-colheita

As principais estratégias dos técnicos de fisiologia pós-colheita estão relacionadas em manter a qualidade do produto até a chegada ao consumidor final. (LUENGO & CALBO, 2001). Segundo Chitarra & Chitarra (1990) pode-se compreender qualidade de frutos e hortaliças um conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciados como alimento.

As perdas pós-colheita de produtos perecíveis podem ser causadas por inúmeros fatores, aliados às altas taxas respiratórias. A perecibilidade de um produto é função

das características intrínsecas do mesmo, do ambiente, do tempo de conservação e da tecnologia de manuseio (KADER, 1986; HONÓRIO & ABRAHÃO, 1999)

As perdas segundo Chitarra & Chitarra (1990) podem ser classificadas da seguinte forma:

- Perdas quantitativas: corresponde a redução do peso do alimento por perda de água ou perda de matéria seca;
- Perda qualitativa: É usualmente descrita por comparação com padrões de qualidade, aceitos localmente. Inclui perdas de sabor e aroma, deterioração na textura e aparência. As perdas qualitativas são de difícil avaliação por serem realizadas de modo subjetivo;
- Perda nutricional: a perda nutricional é decorrente de reações metabólicas, que conduzem a uma redução no conteúdo de nutrientes, tais como vitaminas, proteínas, lipídios etc. Os efeitos individuais ou combinados dessas perdas irão resultar na deterioração do valor comercial do produto.

Ainda de acordo com Morris (1982) os alimentos não sofrem apenas perdas físicas, esses sofrem também alterações e perdas nutricionais, mais difíceis de serem avaliadas, ressalta-se principalmente a perda de vitaminas, minerais, pigmentos e açúcares. As perdas qualitativas são mais difíceis quantificar e identificar por incluir mudanças de textura, sabor, odor (Flavor), alterações nos níveis nutricionais e deteriorações por causas diversas.

A qualidade de um alimento é definida como um conjunto de características que permitem que este produto seja diferenciado de outro e influenciando na determinação do grau de aceitação pelo consumidor, pode-se considerar um parâmetro decisivo. Dentre estes componentes, devem ser considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição química, com os quais devem ser realizadas associações ou observadas relações entre as medidas objetivas e subjetivas, para um melhor entendimento das transformações que ocorrem, e que afetam ou não a qualidade deste produto (CHITARRA, 1994).

De acordo com Lampkin (1990) *apud* Borguini (2002), a qualidade dos alimentos não pode ser definida exclusivamente como uma característica, eles avaliam a qualidade adotando-se três critérios principais:

1) aparência, que se refere a tamanho, forma, cor, isenção de injúrias e um sabor especialmente associado com o produto individual; 2) conveniência tecnológica, que são os atributos específicos que determinam a conveniência do gênero alimentício para processamento e estocagem; 3) valor nutricional, concernente ao conteúdo de nutrientes essenciais para os seres humanos, como é o caso de proteínas e vitaminas e ausência de substâncias prejudiciais como nitratos, toxinas naturais, resíduos de pesticidas e metais pesados.

Portanto, os atributos de qualidade dos produtos dizem respeito à sua aparência, sabor, odor, textura, valor nutritivo e segurança. Esses atributos têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, do produtor até o consumidor. O valor nutritivo, por não afetar a aparência e também a qualidade organoléptica, é o atributo de qualidade menos considerado na cadeia de comercialização de frutos e hortaliças, seja pelos produtores, seja pelos consumidores (CHITARRA, 1994).

Outro aspecto relevante é quanto ao modo de produção (convencional, orgânico e hidropônico) que influenciam diretamente nas características dos produtos hortícolas na fase de pós-colheita. As tecnologias utilizadas podem prolongar a vida útil, mas não melhoram a qualidade, ou seja, apenas mantêm as características normais da espécie (MORAES, 2006).

Segundo Minami & Tessarioli Neto (1998) para a comercialização da rúcula, além os aspectos qualitativos como a cor e aparência, essa deve apresentar ausência de sintomas visuais de deficiência.

2.3.2 Temperatura

Na fase pós-colheita considera-se a temperatura como fator fundamental, influenciando significativamente no tempo de prateleira, na qualidade e nas perdas (SHEWFELT, 1986).

A temperatura é fundamental na deterioração de alimentos *in natura* ou processado, sendo considerada vital, já que o armazenamento sob temperaturas de refrigeração é uma das maneiras mais efetivas e práticas para se prolongar a vida útil de vegetais, sendo que, essa regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos de vegetais intactos e minimamente processados (LIMA, 2000; CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo Burzo (1980); Zagory & Kader, (1998) em geral, quanto mais elevada a temperatura, menor o tempo de armazenamento de produtos hortícolas, porque a maioria dos fatores que levam às perdas, quantitativas e qualitativas, são acelerados com o aumento da temperatura. Um dos fatores que é afetado diretamente é a respiração, No final do século XIX Van't Hoff verificou que a velocidade das reações biológicas aumenta 2 ou 3 vezes para cada 10 graus de aumento da temperatura.

Em geral a taxa de respiração é mais elevada nas primeiras 24 horas após a colheita. As perdas são maiores e a vida de armazenamento menor, quando o produto é armazenado após a colheita em ambientes com temperatura elevada e sem refrigeração. (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A redução da temperatura aumenta a conservação pós-colheita de folhosas, por diminuir a diferença de pressão de vapor entre a planta e o meio, reduzindo a perda de água (WILLS *et al.*, 1981), com isso segundo Chitarra & Chitarra (1990) evita-se a evaporação e conseqüentemente murchamento, enrugamento e perda de turgescência, gerando a perda da qualidade sensorial.

Para Paul (1999) recomenda-se armazenar hortaliças em temperaturas baixas para uma melhor conservação pós-colheita, porém sabe-se que 90% dos produtos que deveriam ser armazenados à temperatura de 4°C ou menos são armazenados acima da faixa recomendada.

As baixas temperaturas retardam a respiração, a produção de etileno, o amadurecimento dos frutos, a senescência, as mudanças metabólicas indesejáveis e o desenvolvimento de podridões pós-colheita. Vale ressaltar que para produtos sensíveis ao resfriamento, principalmente os de origem tropical, as baixas temperaturas resultam em mais efeitos indesejáveis do que desejáveis. Entretanto, se o produto não é refrigerado, apresenta vida útil pós-colheita curta, ocasionando elevadas perdas quantitativas e qualitativas (KLUGE *et al.*, 1998).

Segundo Tavares *et al.* (2000) a rúcula pode ser mantida em geladeira, mas aumenta sua perecibilidade e deve ser consumida em quatro dias, além disso devem estar acondicionadas em sacos plásticos. Quando conservada a 20°C, é alta sua susceptibilidade ao dano provocado pela presença de etileno (TRANI & PASSOS, 1998).

2.3.3 Pigmentos

As folhas das plantas contêm um certo número de pigmentos corados que geralmente pertencem a uma das duas categorias: clorofilas ou carotenoides.

2.3.3.1 Clorofila

A clorofila é conhecida como sendo o pigmento verde dos organismos fotossintéticos, essas encontram-se nas células vegetais fotossintetizantes em organelas chamadas cloroplastos (SCHWARTZ & LORENZO, 1990). A clorofila é um pigmento abundante na natureza (NOLLET, 1996). É também o principal pigmento absorvedor de luz da fotossíntese, a qual consiste num processo metabólico fundamental a todos os organismos vivos (LEHNINGER, 1976).

Quimicamente, a molécula de clorofila é uma porfirina. Porfirina é qualquer pigmento tetrapirrólico macrocíclico (formado por quatro anéis pirrólicos – 4 carbonos e 1 hidrogênio, ligados por ligações metínicas - CH), na qual os anéis de pirrol formam um circuito conjugado fechado. Na clorofila, os átomos de nitrogênio dos grupos pirrol estão coordenados com um átomo de magnésio central. A molécula ainda contém um anel isocíclico, que compartilha dos carbonos 13, 14 e 15 do anel tetrapirrólico, além de um resíduo ácido propiônico na posição 1 (figura 1). O último dos três carbonos do ácido é geralmente esterificado com uma porção fitol, uma longa e hidrofóbica cadeia álcool, com 20 carbonos. A clorofila b difere da clorofila a pela presença de um resíduo aldeído ao invés de um grupo metila na posição 7. Clorofila c e protoclorofila são formas que diferem das anteriores, porém estão presentes somente em algas (NOLLET, 1996).

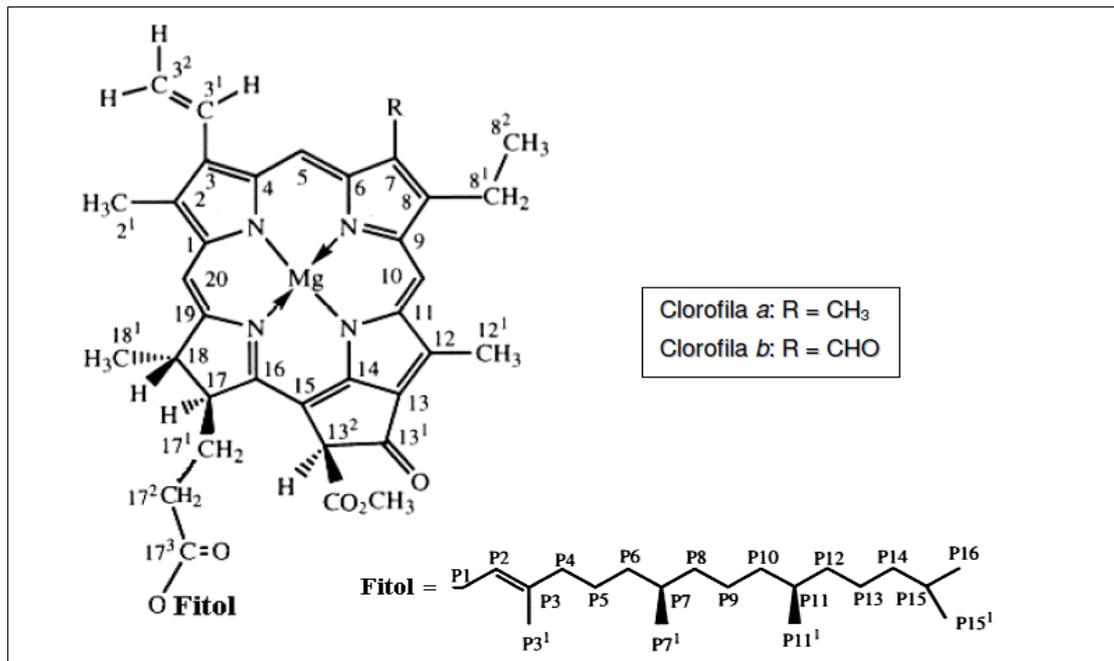


Figura 1 - Molécula de clorofila, em detalhe a diferença entre clorofila *a* e *b* através do resíduo aldeído presente na clorofila *b* e o grupo metila na clorofila *a*, ambos localizados na posição 7.

Os cloroplastos das plantas superiores sempre contêm dois tipos de clorofila: clorofila *a* e clorofila *b*. Comumente, a razão molar entre a clorofila *a* e *b* em plantas superiores é de aproximadamente 3:1. Embora ambas sejam verdes, os seus espectros de absorção são ligeiramente diferentes, de maneira que para o olho humano a clorofila *a* apresenta uma tonalidade verde-azulada, e a clorofila *b*, verde amarelada (SCHWARTZ & LORENZO, 1990; LEHNINGER *et al.*, 1995).

A perda de clorofila causa mudança de cor nos vegetais, o que muitas vezes está associado com a perda de qualidade destes quando utilizados como alimentos. Dentre os motivos podem ser citadas as transformações no pH, causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos; ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Sorby (1983) definiu a partir de seus estudos, a clorofila *a* ou “clorofila azul” como sendo o pigmento responsável pela coloração azul-verde, e a clorofila *b* ou “clorofila amarela” como responsável pela coloração verde-capim de algas. (LAJOLO *et al.*, 1971; SCHWARTZ & LORENZO, 1990; BOHN & WALCZYK, 2004).

A variação no teor e na proporção dos pigmentos é utilizada como indicativo do grau de maturação dos produtos hortícolas. O teor de clorofila tem sido utilizado como

indicativo da vida de prateleira de hortaliças verdes, bem como do grau de frescor desses produtos. Em espinafre, por exemplo, a degradação da clorofila parece ser regulada pela ação da peroxidase – H_2O_2 , que promove a abertura do anel porfirínico da molécula, produzindo um composto incolor. A concentração de clorofila e de seus metabólitos decresce rapidamente com a elevação da temperatura. (CHITARRA, 1994)

2.3.3.2 Carotenoides

Os pigmentos carotenoides localizam-se nos cromoplastos e também nos cloroplastos associados com a clorofila. Têm como funções a proteção da clorofila e do aparelho fotossintético contra a fotodegradação, bem como a absorção de luz em comprimento de onda diferente do da clorofila, aumentando o potencial energético do sistema. São compostos terpenoides formados por oito unidades de isopreno (GIORI, 2010).

Segundo Cardoso (1996) a presença abundante de carotenoides em membranas fotossintéticas há muito sugeriu o desempenho de algum papel nas reações e/ou estabilização destes sistemas. Atualmente está bem estabelecido que os carotenoides desempenham duas importantes funções em fotossíntese. Primeiramente, eles atuam como antenas auxiliares, absorvendo luz em regiões do espectro visível onde a clorofila não absorve eficientemente. Os carotenoides transferem com eficiência a energia absorvida para outros pigmentos que então a direcionam ao centro de reação.

Segundo Britton (1992) carotenoides são pigmentos naturais muito comuns em plantas e animais. São eles que proporcionam as cores: amarela, laranja e vermelha a vários alimentos. Encontram-se como carotenos ou como ésteres da xantofila, sendo a intensidade de cor dependente da quantidade e do tipo de pigmento presente. Os carotenoides podem também apresentar coloração vermelha, como no caso do licopeno, principal pigmento do tomate. Os pigmentos carotenoides podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados, simultaneamente, com a degradação desta. (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Alguns carotenoides (como β -caroteno) presentes em alimentos de origem

vegetal são provitaminas, que podem ser biologicamente transformados em vitamina A (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989). Os carotenoides são sintetizados em plantas constituindo nesses a fonte animal (GROSS, 1991; AMAYA, 1982). O nome dos carotenos deriva do maior representante do grupo, o β -caroteno. São hidrocarbonetos altamente insaturados, compostos de unidade de isoprenos poliênicos formados por oito unidades de isoprenos (Figura 1).

Estima-se que a natureza produz mais de 100 milhões de toneladas de carotenoides por ano. Atualmente já são conhecidos as estruturas de mais de 300 carotenoides. (AMAYA *et al.*, 1984).

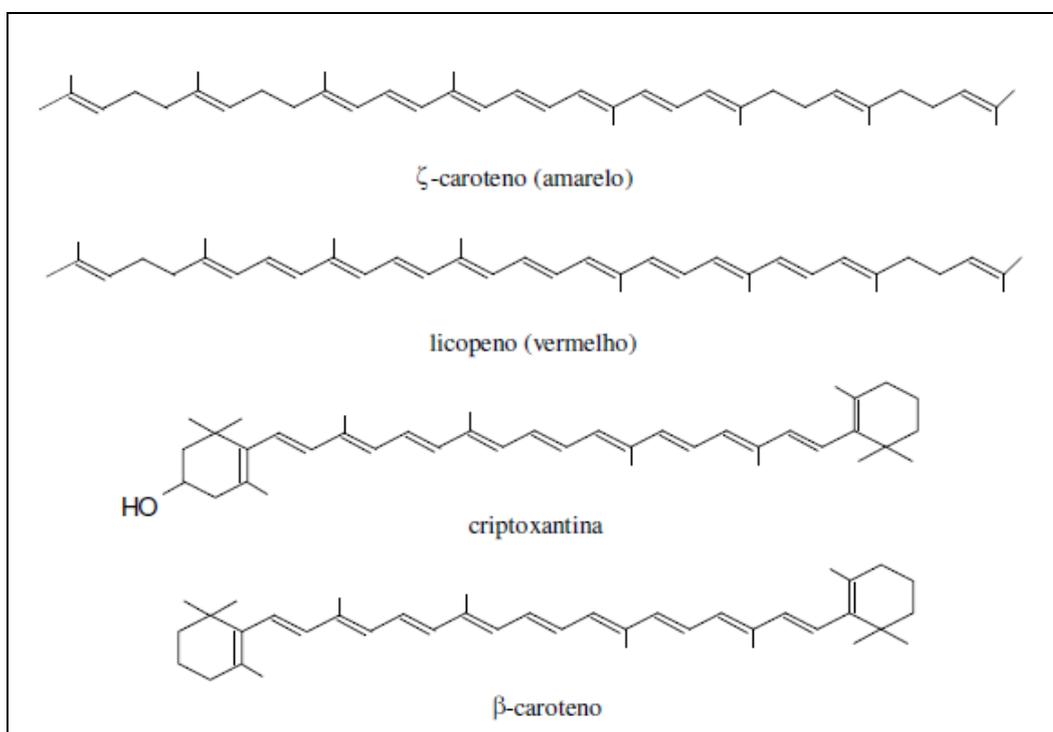


Figura 2 - Estrutura química de alguns carotenoides encontrados na natureza.

São necessárias pelo menos 7 ligações duplas conjugadas, para o aparecimento de coloração como no caso de ζ -caroteno que é amarelo. Os carotenoides fitoeno e fitoflueno, com 3 e 5 ligações duplas conjugadas, respectivamente são incolores. Na medida que o número de ligações duplas conjugadas aumenta, a coloração também se intensifica. Portanto, o licopeno que possui 11 ligações duplas conjugadas, apresenta cor vermelha. O β -caroteno e a criptoxantina, mesmo tendo também 11 ligações duplas

conjugadas, apresentam cor amarela tendendo para laranja, devido a ciclização que diminui a contribuição das ligações duplas situadas no anel (FARKAS, 2000). (Figura 2).

Com todas as suas propriedades desejáveis, os carotenoides sofrem de um grande problema: a sua fácil degradação com conseqüente perda de cor e da atividade provitamina, portanto a estabilidade dos carotenoides depende da disponibilidade de oxigênio, temperatura, exposição à luz, atividade de água, presença de metais, acidez e a própria estrutura. Devido ao seu alto grau de insaturação, os carotenoides são extremamente susceptíveis à oxidação (FARKAS, 2000).

2.3.4 Embalagem

Atualmente as pesquisas e tecnologias visando ao desenvolvimento e aperfeiçoamentos de embalagens têm avançado, já que essas são pré-requisitos para a manutenção da qualidade, diminuindo os processos metabólicos de frutas e hortaliças *in natura* e processadas, além de colaborar com o sucesso comercial do produto através dos apelos visuais de propaganda (FONSECA *et al.*, 2000).

A embalagem ideal é aquela que possibilita concentração de O₂, suficientemente baixa para retardar a respiração, porém, mais alta que a concentração crítica para o início da respiração anaeróbica (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Segundo nos mostra Sarantópolus & Moraes (2009) , as embalagens devem proteger e vender o produto nela acondicionado, é através da proteção que busca-se preservar ao máximo a qualidade do produto, minimizando alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas, além do controle de injúrias; facilitar o resfriamento rápido dos frutos das temperaturas altas de campo até baixas temperaturas de armazenagem ou transporte, permitindo também a remoção contínua do calor produzido pelo produto (MITCHELL, 1992).

De acordo com Kader (1986):

A modificação da atmosfera em uma embalagem plástica pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. A atmosfera modificada passiva se estabelece pela própria respiração do produto e a permeabilidade do material da embalagem, enquanto em atmosfera modificada ativa é feita pela injeção de gases no interior da embalagem, no momento que o produto é embalado.

No Brasil não há normas que padronizam embalagens ou classificação de hortaliças folhosas (UPNMOOR, 2003). A rúcula comercializada no Brasil, em geral apresenta-se em maços (ou molhos), e o número de plantas, o peso e o tamanho de cada maço é geralmente definido pelos próprios produtores, mas nota-se que o comportamento de mercado está se modificando muito rapidamente, e os consumidores estão exigindo “qualidade”, ou seja, mesmo que o produto tenha um custo mais elevado devido à embalagem ou outro fator para sua preservação, o que conseqüentemente, diminuiu a perda. Portanto as embalagens utilizadas por alguns produtores individualizando cada planta está tendo uma aceitação melhor no mercado (AMORIM, 2007).

Segundo Tavares *et al.* (2000) para uma maior conservação em geladeira de rúcula é essencial a embalagem em saco plástico. Acondicionamento em saco plástico é recomendado também por Trani & Passos (1998); Wright (2004) para prolongar a pós-colheita e evitar-se perdas na qualidade do vegetal amenizando as alterações indesejáveis decorrentes de baixas temperaturas e altas umidades, principalmente em situações em que o armazenamento se torna essencial.

A embalagem mais utilizada para rúcula é a de polietileno (plástico) com o formato cônico, apresentando alguns furos, a fim de evitar acúmulo de líquido no fundo da embalagem. A sua utilização é necessária para prolongar a vida útil do produto, amenizando as alterações indesejáveis decorrentes de baixas temperaturas e altas umidades, principalmente em situações em que o armazenamento é fundamental. (WRIGHT, 2004)

Na pesquisa realizada por Upnmoor (2003) em geral na comercialização da rúcula em embalagens os produtores utilizam sacos de polietileno quadrados abertos para maços de plantas e quadrados fechados para as folhas destacadas, o que vem a agregar valor a esse produto. O acondicionamento de hortaliças folhosas em bandejas de isopor envoltas com filme PVC não é comum, mas sabe-se que o isopor fornece uma barreira ao transporte de calor, que atenua as oscilações da temperatura do produto

durante o tempo. Além de darem proteção mecânica ao produto, também são auxiliares para diminuir a condensação (LUENGO & CALBO, 2001).

2.3.5 Pós-colheita na Hidroponia

Após a colheita, como já citado anteriormente, os tecidos da planta continuam metabolizando-se (respiração/transpiração) e, conseqüentemente, perdem água; mas a maior perda de água é causada pelos danos mecânicos (cortes e impactos) como acontece nas plantas de solo, em função do processo de colheita, que em geral é realizada com corte acima da gema apical para que haja rebrote (GOTO & TIVELLI, 1998).

As plantas mesmo quando colhidas inteiras no cultivo convencional (campo), não é comercializada com a raiz. Entretanto as plantas provenientes de cultivo hidropônico, são comercializadas com o sistema radicular, fato que aumenta seu período de comercialização (GOTO & TIVELLI, 1998).

Segundo Alberoni (1998), a raiz permanecendo na comercialização faz com que não seja deixando uma porta de saída para a água. Com essa porta fechada e um controle sanitário, a durabilidade do produto pode chegar a ser cinco vezes maior na terra, em torno de um dia, enquanto na hidroponia 4 a 5 dias.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Este estudo teve por objetivo geral avaliar a fisiologia pós-colheita da rúcula (*Eruca sativa Miller*) provenientes do cultivo hidropônico.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar deterioração (perdas) ocasionadas pós-colheita, usando diferentes embalagens combinadas a plantas com e sem raiz submetidas à baixa temperatura, através da medida de biomassa e teor de umidade;
- Determinar por parâmetros físico: pH, sólidos solúveis, clorofila *a* e *b* total e carotenoides durante o período de armazenamento; levando-se em consideração diferentes embalagens combinadas a plantas com e sem raiz submetidas à baixa temperatura.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na horta hidropônica do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Centro de Ciências Agrárias (CCA).

4.1 Matéria-prima

A obtenção do material vegetal, rúculas (*Eruca sativa* Miller var. folha larga, foi proveniente do Laboratório de Hidroponia após as plantas estarem no seu ponto de colheita, 38 dias após a semeadura. As mesmas foram colhidos inteiras e seccionadas parte aérea e raiz; as 7:00 horas da manhã, Foram colhidos plantas de 60 orifícios, em cada qual continha 2 unidades. Com tamanho médio de 25 ± 2 cm. Logo após a colheita, foi medida a biomassa (g), através do uso de balança marca Radwag modelo WTB 3200.



Figura 3 - Rúculas no sistema hidropônico, no dia em que foi realizada a colheita.

4.2 Acondicionamento

As plantas coletadas, formaram 48 maços, destes, metade (24) foi seccionado

as plantas com uso de faca de aço inoxidável e após acondicionadas em sacos herméticos plásticos e o restante embaladas em bandejas de isopor cobertas com PVC de 14 micras (Figura 4). Foram armazenados à 8°C em refrigerador doméstico, onde ao 1º, 5º, 10º e 15º dia foram retiradas do acondicionamento e submetidas as análises.



Figura 4 - A) Rúcula acondicionada em isopor revestido com PVC com raiz. B) Rúcula acondicionada em isopor revestido com PVC sem raiz. C) Rúcula acondicionada em saco hermético com raiz. D) Rúcula acondicionada em saco hermético sem raiz.

No experimento foi adotado delineamento em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2x3, sendo os fatores: duas diferentes embalagens, plantas com e sem raízes e tempo de acondicionamento em dias. Portanto, o experimento apresenta 13 tratamentos, sendo um deles o testemunha, o qual foi realizado com as plantas logo após a colheita, com quatro repetições cada um, totalizando 52 amostras no total, sendo destas 48 submetidas aos fatores (embalagem, raiz e dias), portanto 24 bandejas de isopor (29,5cm de comprimento por 20cm de largura) recobertas com PVC de 14 micras e 24 sacos plásticos herméticos (31cm de comprimento por 27cm de largura) cada um deles contendo respectivamente um maço de rúcula .

4.3 Parâmetros Avaliados

As análises físico-químicas realizadas neste estudo foram: medida de pH, Teor de sólidos solúveis totais, teor de umidade, teores de (clorofila *a* e *b* total e carotenoides, aspecto geral e perda de massa com o tempo de armazenamento. As análises foram realizadas após a colheita (testemunha) e ao 5°, 10° e 15° dias de armazenamento, com quatro repetições dos experimentos.

4.3.1 Perda de Massa Fresca

Todas as amostras foram pesadas em balança marca Radwag modelo WTB 3200 antes de serem acondicionadas e novamente pesadas ao longo dos dias em que foram feitas as análises (5, 10 e 15) e logo em seguida foram transformadas em porcentagem, através da fórmula: % de perda de massa fresca = $(1 - M_n/M_o) \times 100$.

4.3.2 Conteúdo de umidade

Logo após a retirada da quantidade aproximada de 2 gramas da biomassa aérea para as análises de clorofila *a* e *b* e carotenoides e 30g para análises de pH e sólidos solúveis, as amostras foram novamente pesadas, e em seguida foram acondicionadas em sacos de papel e estocadas em estufa estufa marca Fanem modelo 320 – SE, à temperatura constante de 50 °C, até a secagem total das amostras, para posteriormente ser pesado e a partir da massa seca obter massa seca total. O conteúdo de umidade foi calculado em porcentagem de umidade, base úmida.

4.3.3 pH

Para a obtenção do pH tomou-se 15g da amostra e homogeneizou-se em liquidificador doméstico Philips Walita, modelo RI 2008, com 30 mL de água destilada. O pH dos vegetais homogeneizados foi determinado utilizando-se um medidor de pH digital marca PHTEK, modelo PHS-3B.

4.3.4 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais das amostras foi obtido através da maceração do vegetal até conseguir algumas gotas. A análise foi realizada com o auxílio de um refratômetro digital portátil de bancada marca Instrutherm modelo RTD-45, que fornece medidas diretas em graus Brix, sem a necessidade de correção em função da temperatura, já que confere compensação de temperatura automaticamente.

4.3.5 Conteúdo de pigmentos (clorofila *a*, *b*, total e carotenoides)

As amostras para a extração de clorofila e carotenoides foram sendo separadas ao longo do trabalho, sendo retiradas logo após a colheita (testemunha) e ao 5°, 10° e 15° dia de acondicionamento. De todas as amostras foram retiradas aproximadamente 2 g para clorofila e carotenoides, sendo embalados em papel alumínio e banhados em nitrogênio líquido (-196°C) e conservados em *freezer* à -80°C, para que pudessem ser realizadas todas as extrações e análises no mesmo dia.

Para a extração de clorofila pesou-se 0,100g de folhas frescas, em balança analítica marca Shimadzu, modelo AY220, em seguida macerou-se em nitrogênio líquido (para ocorrer o congelamento rápido das células sem que perdesse suas características naturais) ao qual adicionou-se 7ml de Dimetilsulfóxido (CH₃)₂SO em seguida levou-se à estufa. Passados 30 minutos filtrou-se a vácuo, com o auxílio de uma bomba a vácuo marca Tecnal, modelo TE-058, passando em seguida o conteúdo filtrado para a proveta e adicionando Dimetilsulfóxido até completar 10ml. O material foi mantido ao abrigo da luz durante todo o procedimento, para evitar degradação. Este foi o protocolo adotado para todas as amostras.

A absorbância do sobrenadante foi determinada por meio colorimétrico, utilizando-se um espectrofotômetro marca Spectrum, modelo SP 220, sendo os extratos transferidos para cubetas e os valores de absorbância nos comprimentos de onda A663, A645, para clorofilas *a* e *b*, A470 para carotenoides.

A estimativa das concentrações de clorofilas *a*, *b* e total foi feita a partir das equações propostas por Hiscox & Israelstam (1979): clorofila *a* (µg. mL⁻¹) = 12,7 A663 – 2,69 A645, clorofila *b* (µg. mL⁻¹) = 22,9 A645 – 4,68 A663 e clorofila total = clorofila

$a + \text{clorofila } b$.

A estimativa de carotenoides totais foi feita a partir dos mesmos extratos usados para as clorofilas, utilizando a equação de Lichtenthaler & Wellburn (1983): Teor de carotenoides ($\mu\text{g. mL}^{-1}$) = $1000 A_{470} - 3,27 \text{ clorofila } a - 104 \text{ clorofila } b$)/229.

4.3.6 Aspectos gerais

Avaliações visuais, através de escala de notas: Aspecto geral (1 = péssima, sem condições de consumo; 2 = ruim, sem condições de comercialização; 3 = regular, com presença de folhas amareladas; 4 = boa, com início de folhas amareladas; 5 = excelente).

4.4 Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à ANOVA. Variáveis com significância $P \leq 0,05$ foram submetidas ao teste de separação de médias *tukey*. As análises foram realizadas com o apoio do programa estatístico Assistat e os gráficos através do programa GraphPad Prism 5.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química

A caracterização físico-química das amostras de rúculas hidropônicas acondicionadas em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à temperatura de 8 °C +/-2°C será apresentada nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 6, 7 e 8, mostrando as médias de cada fator envolvido. E as médias de cada tratamento serão apresentados nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10

5.1.1 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca acondicionadas em embalagens tanto de isopor revestido com PVC e saco hermético com ou sem raiz foi linear (Figura 5) a medida que aumentaram os dias de armazenamento sob refrigeração à 8°C +/-2. Foi observado menor perda de massa fresca das amostras com a utilização de sacos herméticos acondicionadas com raiz.

A perda de massa média após 15 dias de armazenamento à temperatura de 8 °C +/- 2 °C das amostras acondicionadas em isopor com PVC com raiz foi de 16,92 %, e sem raiz de 21,17%, das amostras acondicionadas em Saco hermético com raiz foi de 3,36% e sem raiz de 2,75%.

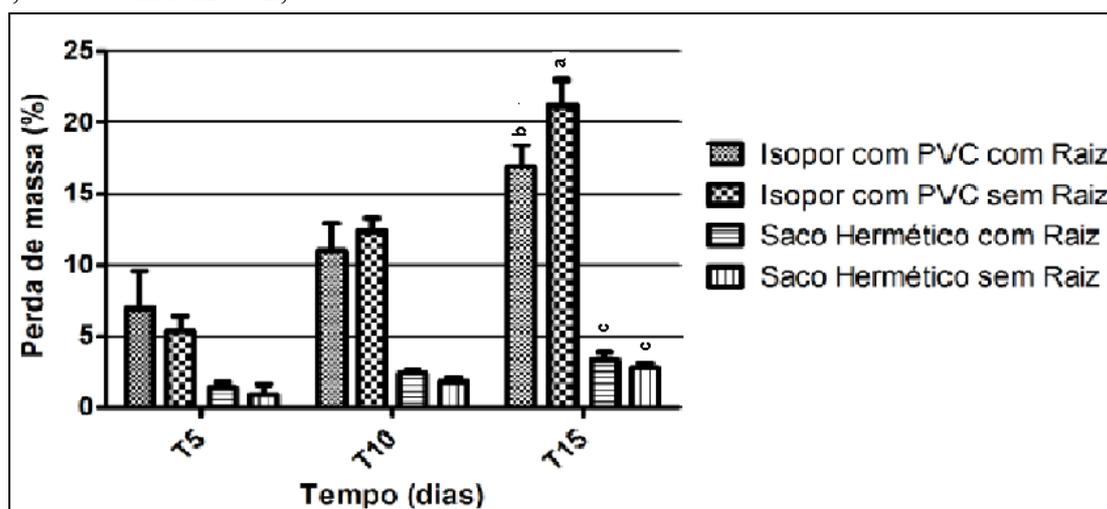


Figura 5 - Relação entre o período de armazenamento e a perda de massa em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão), letras iguais não apresentam diferenças significativas segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Através da análise de variância e posterior aplicação do teste *tukey* ao nível de 5% de significância para a separação das médias, foi verificada diferença significativa para o fator embalagem e para o fator com e sem raiz, e também a interação entre os fatores, em relação às médias de perda de massa do final do experimento (15º dia de armazenamento), apresentando os melhores resultados para o fator embalagem os sacos herméticos, para o fator raiz as rúculas acondicionadas com raiz e para interação entre os fatores menores valores em perdas com a utilização de saco hermético acondicionado com ou sem raiz. O fator período de armazenamento não foi analisado na perda de massa por se tratar de uma análise acumulativa. Os dados médios para cada fator envolvido e a interação entre eles com os dados obtido ao final do experimento são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fator		Médias
Embalagem	Isopor com PVC	19,05% a
	Saco hermético	3,05% b
Raiz	Com raiz	10,14% b
	Sem raiz	11,96% a
Interação (Embalagem x Raiz)	Isopor com PVC com raiz	16,92% aB
	Isopor com PVC sem raiz	21,17% aA
	Saco hermético com raiz	3,36% bA
	Saco hermético sem raiz	2,75% bA

Os resultados obtidos para a perda de massa fresca (>10 %) ao 10º dia, das amostras acondicionadas em isopor com PVC diferem dos resultados de Gonzalez *et al.* (2006) que encontraram resultados inferiores a 5% para rúculas submetidas a temperaturas de 0 e 10º C em embalagens de isopor revestidas com PVC minimamente processadas acondicionadas inteiras (folhas inteiras) ou submetidas a corte, durante o período de 10 dias.

Os valores crescentes em perda de massa após a colheita também foram

verificados por Sanches *et al.* (2008) em trabalho com *baby leaf* de rúcula de cultivares folha larga e cultivada perderam massa fresca (água) durante o armazenamento, independente da temperatura. Outro fator levantado pelo autor encontra-se de acordo com o presente trabalho, sendo que, quanto maior a relação área superficial/volume, maior será a perda de água por evaporação, portanto maiores as perdas de massa fresca (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Em trabalho pós-colheita com quiabo com e sem PVC a temperatura ambiente e a 15°C foi verificado menores perdas com a utilização de PVC e o autor sugere que ocorreu em função do controle do metabolismo relacionado à respiração, e por ter ocorrido dentro do ambiente de atmosfera modificada a elevação da umidade relativa reduzindo a perda de matéria fresca. Ocorrendo elevação do teor de CO₂ e redução do O₂ reduzindo o metabolismo respiratório e menor perda de massa seca (FONSECA *et al.*, 2000)

Em trabalho com cenoura Tatsumi *et al.*, (1991) observou que a perda de peso está correlacionada com a perda de qualidade do produto e é dependente da forma de preparo o que ao encontro dos valores descritos no presente trabalho, sendo que as rúculas submetidas ao corte das raízes a perda foi mais elevada do que àquelas sem a retirada do sistema radicular, já no trabalho de Gonzalez *et al.* (2006) não foi verificada diferenças significativas para perda de massa fresca para rúculas inteiras ou picadas.

A perda de massa tem como principal fator a transpiração que está associada a respiração. A transpiração gera perda de água devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície das folhas. Já a respiração leva a perda de massa pelo consumo de compostos orgânicos liberando CO₂ para a atmosfera externa, através da permeabilidade dos filmes plásticos (WAGNER *et al.*, 2001).

Portanto sacos herméticos foram eficiente para evitar perdas excessivas de massa fresca durante o período de armazenamento, inferiores a 5% ao longo dos 15 dias, enquanto as plantas acondicionadas em isopor revestidas com PVC promoveram maior taxa de perda de massa ao 15º dia de 19,05%, o que pode estar relacionado à maior temperatura no interior desta embalagem o que se reduz a sua vida pós-colheita, e, portanto sua comercialização (BEN-YEHOSHUA, 1987). Já que Perdas de massa de 3% a 6% já provocam declínio na maioria dos produtos (CHITARRA & CHITARRA, 1990; BHOWMIK & PAN (1992) *apud* LEMOS, 2006). Considerando-se estes

parâmetros apenas sacos herméticos se mostraram eficientes em relação à perda de massa do produto contido em seu interior, apresentando perda inferior a 3,36 % da sua massa inicial ao longo do período de armazenamento.

5.1.2 Conteúdo de umidade

A umidade média, expressa em porcentagem (base úmida) decresceu e sofreu oscilações independentemente do tratamento utilizado, sendo que através das análises diferenças significativas foram confirmadas para o fator embalagem, sendo os sacos herméticos àqueles que conservaram de forma mais eficaz o teor de umidade, e o isopor com PVC havendo maiores perdas, constatado-se diferenças significativas também ao longo dos dias, (tabela 2) sendo que a porcentagem de umidade foi mais elevada logo após a colheita (testemunha) e no 5º dia, mantendo-se sem diferenças expressivas até o 10º dia, o que reduziu-se consideravelmente e apresentou diferenças significativas do 5º para 15º dia, não havendo diferença para rúculas acondicionadas com e sem raiz.

As médias da umidade média para a embalagem de isopor com PVC com raiz variaram de 92,88% à 92,05%, já para as plantas sem raiz de 92,34% à 89,22%, já sacos herméticos com raiz de 93,48% à 92,73%, e sem raiz de 93,90% à 92,30% respectivamente ao 5º e ao 15º dia, o que pode ser visto na tabela a seguir e pode-se perceber a linearidade ao longo dos dias.

Conforme Moreira (2004), a maioria das frutas e hortaliças é composta por 80 a 95% de água. A umidade relativa dos espaços intercelulares é muito próxima de 100%, e frequentemente o ambiente possui umidade relativa inferior a este valor, fazendo com que o vapor d'água se difunda destes espaços para o ambiente, através do processo de transpiração. O murchamento é muito comum nas culturas após a colheita, uma vez que o suprimento normal da água foi cortado. O teor de umidade de uma planta intacta em crescimento depende do balanço entre o total de água absorvido por meio das raízes e o total de água perdido na transpiração das folhas e partes aéreas. Valores próximos ao presente trabalho foram encontrados por Cantwell (2001) para a alface e espinafre com umidades de 95,5% e 90,7%, respectivamente.

Tabela 2: Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz para os teores de umidade e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Média fator embalagem (E)			Média fator raiz (R)			Média fator dia (D)				
Isopor com PVC 91,71 b			Com raiz 92,69 a			5 dias 93,15 a				
Saco hermético 92,98 a			Sem raiz 92,01 a			10 dias 92,32 ab				
						15 dias 91,58 b				
INTERAÇÕES										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia			Raiz X Dia				
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	92,37 aA	91,06 bB	E1	92,61 aA	91,89 aAB	90,64 bB	R1	93,18 aA	92,50 aA	92,39 aA
E2	93,01 aA	92,96 aA	E2	93,69 aA	92,75 aA	92,52 aA	R2	93,12 aA	92,14 aAB	90,77 bB

Segundo Chitarra & Chitarra, (1990) a respiração ocasiona perda de substrato e produção de calor. Alguns tecidos não têm muito substrato para perder. Murchamento ou enrugamento devem ser evitados, perda da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio de qualidade, entretanto alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade. A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perdas de massa, mas também em perda de qualidade, alguma perda de água pode ser tolerada.

Através do pressuposto, esperavam-se reduções mais elevadas nos teores de umidade, já que a perda de massa fresca foi elevada, mas quanto a relação entre a perda de massa e o teor de umidade aqueles tratamentos que apresentaram maiores perdas de massa fresca (Isopor com PVC acondicionadas sem raiz, ao 10° e 15° dia) também coincidiram com as maiores reduções nos teores de umidade, além disso, quando realizado a análise do fator dia, que não havia sido realizado para as análises anteriores por se tratar de uma análise acumulativa, sendo realizada agora a fim de verificar a correlação entre a perda de massa fresca (%) e o teor de umidade, pode-se verificar que

quanto maiores as perdas de massa fresca ao longo dos dias menor a conservação no teor de umidade, e percebe-se que a embalagem com as maiores porcentagens de perdas de massa fresca também são àquelas que menos conservaram o teor de umidade.

Tabela 3: Valores das médias do fator embalagem e dia para as diferentes caracterização físico-química: perda de massa fresca (%) e teor de umidade (%) , médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fator	Caracterização físico- químico	
	Perda Massa Fresca (%)	Teor Umidade (%)
Médias do fator embalagem (E)	E1 -Isopor com PVC 19,05 a	E1 -Isopor com PVC 91,71 b
	E2 - Saco hermético 3,05 b	E2 - Saco hermético 92,99 a
Médias do fator dia (D)	D1 - 5 dias 3,65 a	D1 - 5 dias 93,15 a
	D2 - 10 dias 6,88 b	D2 - 10 dias 92,32 ab
	D3 - 15 dias 11,05 c	D3 - 15 dias 91,58 b

O que também foi verificado por Álvares *et al.* (2007) com trabalho realizado com salsinha, que junto com as perdas de massa, foi verificada a redução linear no teor de umidade ao longo do período de armazenamento à 5 °C.

Os valores mais baixos quanto à umidade média foi encontrado (89,22%), no tratamento foi para isopor com PVC ao 15° dia, diferindo estatisticamente dos tratamentos: Isopor com PVC com raiz ao 5° dia de 92,88% e sem raiz 92,34%, saco hermético com raiz ao 5°, 10° e 15° dia respectivamente 93,48%, 92,82% e 92,73% e sem raiz ao 5°, 10° e 15° dia respectivamente 93,90% e 92,68% e 92,31%. Notando-se que Isopor com PVC apresenta-se com valores elevados de umidade apenas ao 5° dia decrescendo consideravelmente após esses períodos. E os demais tratamentos não apresentando diferenças significativas (Figura 6).

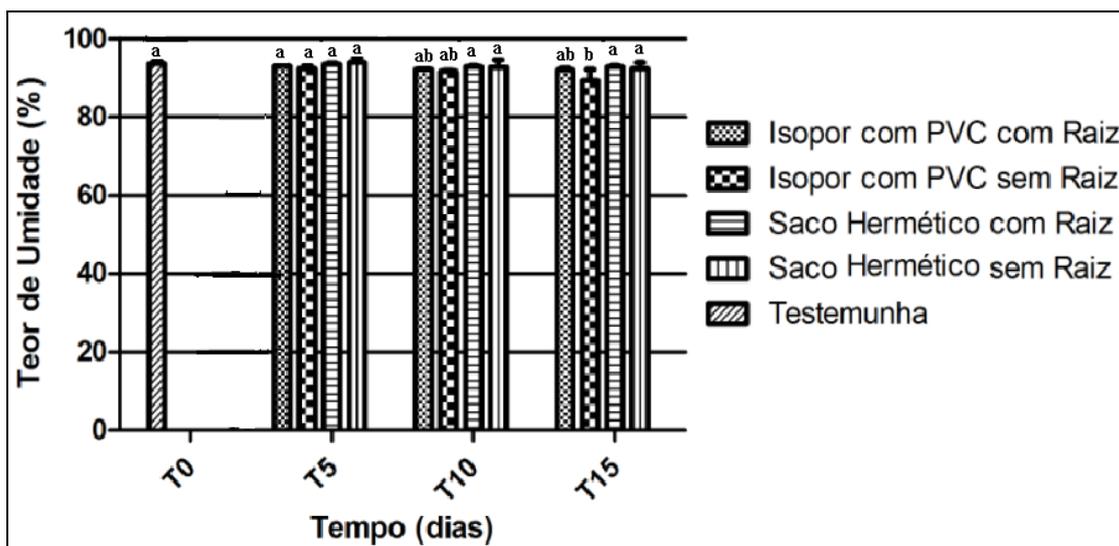


Figura 6 - Teor de Umidade (%) ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionadas em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão), letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Segundo Brecht (1995) o corte favorece a perda de água dos tecidos devido à maior exposição desses tecidos à baixa umidade relativa do ambiente, o que se confirma com o presente trabalho, já que rúculas acondicionadas com raiz apresentaram maiores teores de umidade, porém mesmo com as médias mais elevadas, não foi verificada diferenças significativas entre rúculas acondicionadas com e sem raiz, após o teste de separação de médias.

Padula (2006) em trabalho com brócolis verificou queda e pequenas variações nos teores de umidade média, expressa em porcentagem (base úmida), variando de 85,74 % a 88,67 %, portanto encontra-se em consonância com o presente trabalho.

Segundo Ben-Yehoshua & Aloni (1974) as primeiras 12 horas são cruciais, sendo as primeiras horas após a colheita as mais críticas na determinação da perda de água pelas folhas, o que não foi verificado no presente trabalho sendo que os teores de umidade sofreram maiores reduções à medida que aumentava o tempo de acondicionamento, sendo verificado pequena variação logo após a colheita (testemunha), apresentando uma média de 93,57% no teor de umidade e no 5º dia de acondicionamento caindo para 93,15%.

Para Álvares *et al.* (2007) ao se determinar o tempo ideal para o pré-resfriamento com água gelada dos maços de salsinha, pode também perceber que o teor

relativo de água das folhas sofreu drástica redução nas 24 horas de armazenamento, independentemente de ter sido realizado o tratamento de pré-resfriamento. O autor ainda afirma que a perda de água é responsável pela perda de turgidez e pelo enrugamento dos tecidos vegetais, o que pode causar a rejeição do produto pelos consumidores. Em alguns produtos é necessário realizar uma centrifugação para remover o excesso de água da superfície e, assim, reduzir o crescimento microbiano. A operação de centrifugação é recomendada apenas para algumas hortaliças.

5.1.3 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix aumentou durante o período de armazenamento em todas as amostras analisadas, confirmando um comportamento esperado, já que sua tendência é de aumento, porém não havendo diferenças estatísticas, como já é de conhecimento com o amadurecimento de frutos ou pós colheita de hortaliças tem-se como consequência da biossíntese e degradação de polissacarídeos das paredes celulares e perda demasiada de água, (CHITARRA & CHITARRA, 1990; MATOS et al., 1995; LEMOS, 2006).

Os valores da concentração de SST representam os ácidos, os sais, as vitaminas, os aminoácidos, algumas pectinas e os açúcares presentes nos vegetais. São usados como um índice dos açúcares totais, indicando o grau de maturidade das folhas e frutos (Bleinroth, 1991) que, dessa forma, pode justificar o resultado observado neste trabalho, já que a tendência foi de aumento nos valores conforme foram passarem-se os dias.

Os valores médios apresentados para cada tratamento (Figura 7) estão acima dos valores encontrados por Gonzalez *et al.* (2006) com trabalho de rúcula minimamente processada, produzida sob agrotêxtil e em ambiente natural, inteira e picada, conservada a 0°C e 10 °C, todos os valores encontram-se abaixo de 6,0 °Brix ao 10º dia de armazenamento, os valores também são superiores aos encontrados por Sigríst (2002), cujo autores verificaram teor de 3,3°Brix para plantas após a colheita. Vale ressaltar que nenhum dos trabalhos citados estão relacionados a plantas submetidas ao sistema hidropônico, o que pode justificar valores divergentes. Além disso, Gonzalez et al. (2006) trabalharam com rúculas submetidas ao processamento mínimo (pré-resfriamento, lavagem em cloro, entre outros).

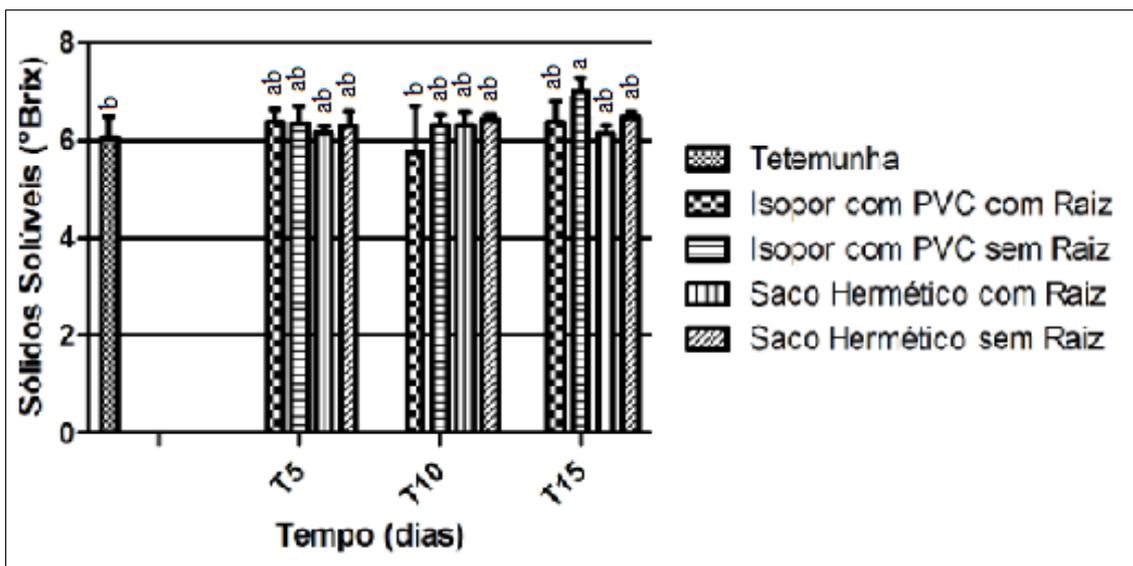


Figura 7 - Teor de sólidos solúveis ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionadas em diferentes embalagens com e sem raiz e armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Para os diferentes tratamentos, no presente trabalho, os menores valores encontrados para sólidos solúveis (Figura 7), foram no testemunha, e embalagem isopor com PVC ao 10º dia, diferindo ambos estatisticamente do tratamento embalagem isopor com PVC ao 15º dia, e os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas para os tratamentos.

Como pode ser observado mesmo havendo aumento relativo no teor de sólidos solúveis totais não houve diferença significativa para o fator embalagem e nem para o fator dias, apresentando apenas diferenças significativas através do teste *tukey* ao nível de probabilidade de 5% para o fator raiz, as médias de cada fator são apresentadas na tabela 2 sendo que as rúculas acondicionadas sem raiz apresentaram as maiores médias para sólidos solúveis 6,47°Brix, no entanto para as amostras de plantas de rúcula com raiz o valor foi de 6,18°Brix, como pode ser percebido a interação para os diferentes fatores envolvidos apresentou valores significativos somente para a interação fatores embalagem e dias. Para os demais fatores foi verificada interações significativas, nem diferença para o primeiro dia (testemunha) (Tabela 4).

O que pode justificar-se já que as rúculas sem raiz foram também aquelas que perderam mais massa.

Tabela 4: Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Média fator embalagem (E)			Média fator raiz (R)			Média do fator dia (D)				
Isopor com PVC 6,36 a			Com raiz 6,18 b			5 dias 6,29 a				
Saco hermético 6,29 a			Sem raiz 6,47 a			10 dias 6,19 a				
						15 dias 6,49 a				
INTERAÇÕES										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia			Raiz X Dia				
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	6,17 aB	6,55 aA	E1	6,36 aAB	6,03 aB	6,69 aA	R1	6,26 aA	6,03 aA	6,25 b
E2	6,19 aA	6,39 aA	E2	6,21 aA	6,36 aA	6,30 bA	R2	6,31 aA	6,36 aA	6,73 aA

No trabalho de Gonzalez et al., (2006) verificaram diferença significativa para sólidos solúveis totais ao 10º dia quanto a forma de preparo para rúculas minimamente processadas, sendo os menores valores encontrados para as folhas picadas, valores de folhas inteiras quando submetidas a agrotêxtil e ambiente natural aos 10º dia, respectivamente 4,25 e 6,0, estão em consonância para os valores encontrados no presente trabalho para àquelas rúculas que apresentaram corte das raízes, porém os valores para as rúculas com raiz deveriam ser mais elevados, Roura *et al.* (2000) também com acelgas minimamente processadas, encontrou menores valores de SST para plantas submetidas ao corte, atribuindo-se este decréscimo ao aumento da atividade respiratória, gerado pelo corte, o que pode ser deduzido é que rúculas submetidas ao corte foram aquelas que apresentaram maiores perdas de massa fresca o que pode ter concentrado os sólidos solúveis.

Carnelossi *et al.*, (2002) a obtiveram teores de sólidos solúveis em couve minimamente processada armazenada em embalagens de poliolefinas multicamada a 1 e 5 C, em torno de 7 Brix, durante os 15 dias de armazenamento, no entanto, para as

mantidas em caixas PET a 5° e 10° C, verificaram um aumento no teor de sólidos solúveis de 7 para 12 Brix, sugerindo portanto, que tenha ocorrido perda de água, e com isto a concentração dos sólidos solúveis.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) apresenta valores próximos e também a tendência crescente encontrados por Padula (2006) em trabalho com brócolis orgânicos minimamente processados acondicionados em diferentes embalagens armazenadas à 10 °C durante 12 dias, 5,20 no 1° dia a 8,30 °Brix no último dia para as amostras embaladas em PEBD. Nas amostras embaladas em PP, o teor de SST variou de 4,80 a 5,80 °Brix. Nas amostras acondicionadas nas embalagens de acrílico com canais abertos, a variação foi de 3,10 a 5,50 °B. E nas amostras acondicionadas nas embalagens acrílicas seladas, a variação foi de 4,20 no 1° dia a 6,30 °B no 12° dia de armazenamento, sendo que a variação foi mais brusca que o presente trabalho, onde não foram verificadas grandes oscilações.

Alguns trabalhos, no entanto, apresentam resultados divergentes, do presente estudo, como Seganfredo *et al.*, (2001) com folhas de taioba e Finger *et al.*, (1999) demonstraram elevação no SST nas primeiras horas após a colheita, seguindo-se de um período de estabilização dos seus teores até a completa senescência, havendo contínuo consumo dos sólidos solúveis, principalmente de açúcares ao longo da senescência, sendo uma das principais fontes de substrato do processo respiratório.

5.1.4 pH

Os valores de pH foram crescentes, conforme podem ser observados nas figuras, ou seja, a elevação do pH ao longo do período de armazenamento. O aumento do pH, como no presente trabalho, pode estar associado a presença dos ácidos orgânicos segundo Medlicott & Jeger (1987), armazenados nos vacúolos como substrato respiratório. Os valores médios encontrados para o tratamento o qual as amostras foram acondicionadas em isopor com PVC com raiz, variou de 6,22 no 5° dia à 6,58 no 15° dia, Para amostras de rúculas sem raízes variou de 6,17 à 6,98, no entanto quando tratadas com sacos herméticos com raiz variou de 6,15 à 6,34 e o sem raiz de 6,17 à 6,43 (figura 8 e 9) mostrando, portanto diferenças entre os tratamentos.

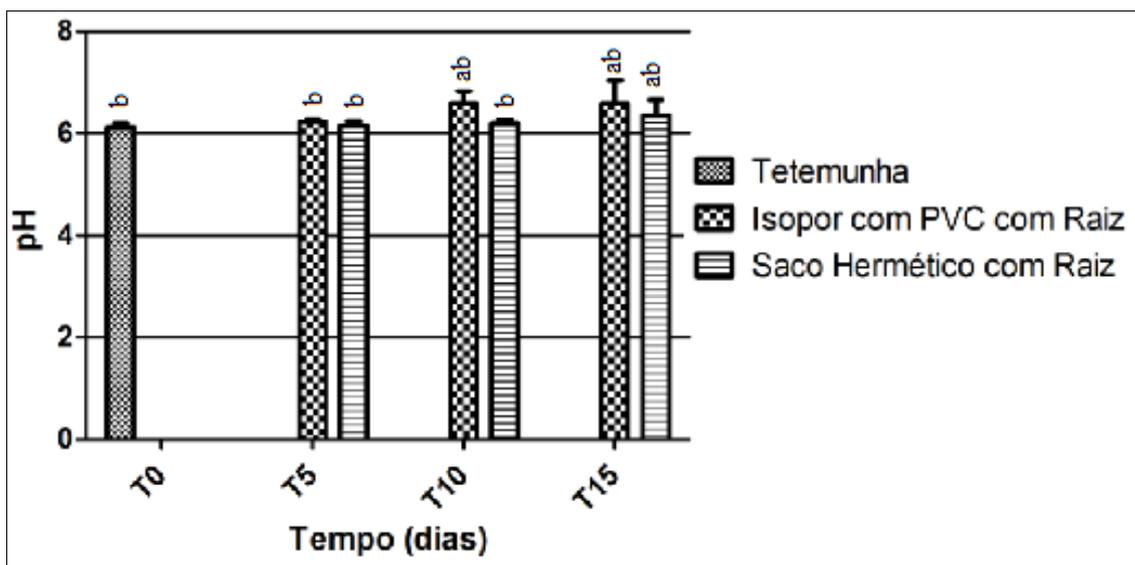


Figura 8 - pH ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens sem raiz à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

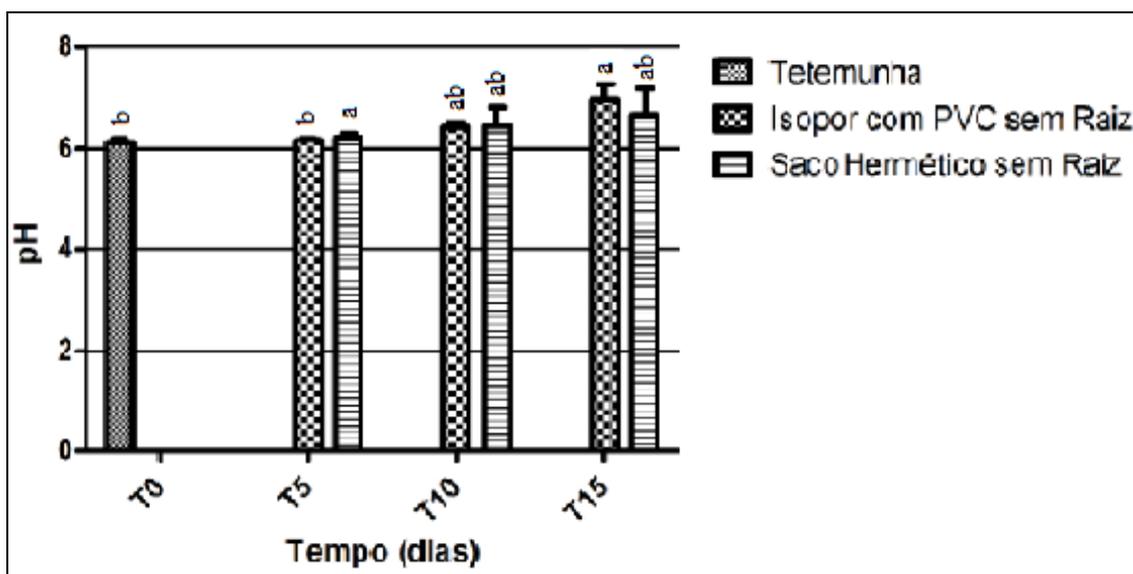


Figura 9 - pH ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com raiz à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Através das figuras 8 e 9 pode-se destacar que para os diferentes tratamentos a qual as rúculas hidropônicas foram submetidas, os menores valores encontrados para pH foram: testemunha, isopor com PVC com e sem raiz ao 5º dia, saco hermético com e sem raiz ao 5 dia, diferindo estatisticamente do tratamento isopor com PVC sem raiz

Os valores encontrados, no presente trabalho, são similares aos encontrados por Gonzalez *et al.* (2006) no comportamento pós-colheita de rúcula minimamente processada, produzidas em ambiente natural e sob cultivo protegido com agrotêxtil, embaladas em bandejas de isopor recobertas com PVC e armazenadas a 0°C e a 10°C, por 10 dias, encontrando valor médio de 6,33.

Agostini *et al.*, (2009) observaram aumento nos teores de pH para tomates acondicionados em diferentes embalagens durante o período de armazenamento, principalmente até o quinto dia, indicando provavelmente ao início dos processos de senescência (BRUNINI ET AL., 2004) e devido à alta taxa de respiração celular do material vegetal, utilizando-se de ácidos orgânicos como substrato respiratório, aumentando, aumentando assim os valores de pH. Os autores verificaram que no decorrer do armazenamento, a taxa de respiração diminuiu e, os valores de pH aumentam de maneira menos acentuada ou estabilizaram, o que não foi verificado no presente trabalho, onde os valores foram crescentes durante todos os dias analisados.

Os valores de pH encontrados encontrados no presente estudos, são similares aos encontrados por Padula (2006) em amostras de brócolis acondicionadas em PEBD, cujos valores variaram de 6,08 no 1º dia para 6,43 no 12º dia de armazenamento. Para as amostras acondicionadas em PP, a variação foi de 6,16 a 6,60. Para as amostras em acrílico com canais abertos, obteve-se 6,37 no 1º dia e 6,58 no último dia. E, para as amostras em embalagens seladas de acrílico, o pH variou de 6,21 a 6,63.

Esperava-se maiores valores para rúculas submetidas ao corte das raízes, (Tabela 5), já que a elevação do pH foi observado em outras hortaliças minimamente processadas, principalmente aquelas submetidas a corte, como foi descrito por Gonzalez *et al.* (2006) mas as divergências podem ser justificadas em função de não terem sido realizados corte nas folhas e sim apenas a retirada do sistema radicular, além disso não foram realizados pré-resfriamento e posterior lavagem em cloro. O aumento de pH também foi observado em outras hortaliças que foram submetidas ao corte das folhas, em couve o pH começou a se elevar após cinco dias de armazenamento à 5°C. (CARNELOSSI *et al.*, 2002)

Tabela 5: Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Médias do fator embalagem (E)			Médias do fator raiz (R)			Médias do fator dia (D)				
E1-Isopor com PVC 6,49 a			R1- Com raiz 6,34 a			D1-5 dia 6,19 c				
E2- Saco hermético 6,33 b			R2 - Sem raiz 6,49 a			D2- 10 dia 6,41 b				
						D3- 15 dia 6,64 a				
INTERAÇÕES										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia				Raiz X Dia			
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	6,46 aB	6,53 aA	E1	6,19 a B	6,50 aAB	6,78 aA	R1	6,18 aA	6,39 aA	6,46 bA
E2	6,23 bB	6,45 aA	E2	6,18 aB	6,33 aAB	6,50 bA	R2	6,19 aB	6,44 aB	6,82 aA

5.1.5 Conteúdo de pigmentos (clorofila *a*, *b*, total e carotenoides).

Os teores de clorofila *a*, *b* e conseqüentemente total das rúculas foram decrescentes (Figura 10) nos dias de armazenamento, evidenciando diferenças significativas entre o o testemunha e 5º dia, comparado ao 15º dia, independente de embalagem e do acondicionamento com e sem raiz. Comportamento que coincidente as amostras das folhas de brócolis orgânicos minimamente processados acondicionados em diferentes embalagens armazenadas à 10 °C durante 12 dias verificada por Padula (2006), na qual o autor verificou q haver variação decrescente nos valores de (*a*, *b* e total).

A perda de cor verde deve-se à decomposição estrutural desse pigmento, em decorrência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Dentre eles

podem ser citadas as transformações no pH, causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos; ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes.(CHITARRA & CHITARRA, 1990)

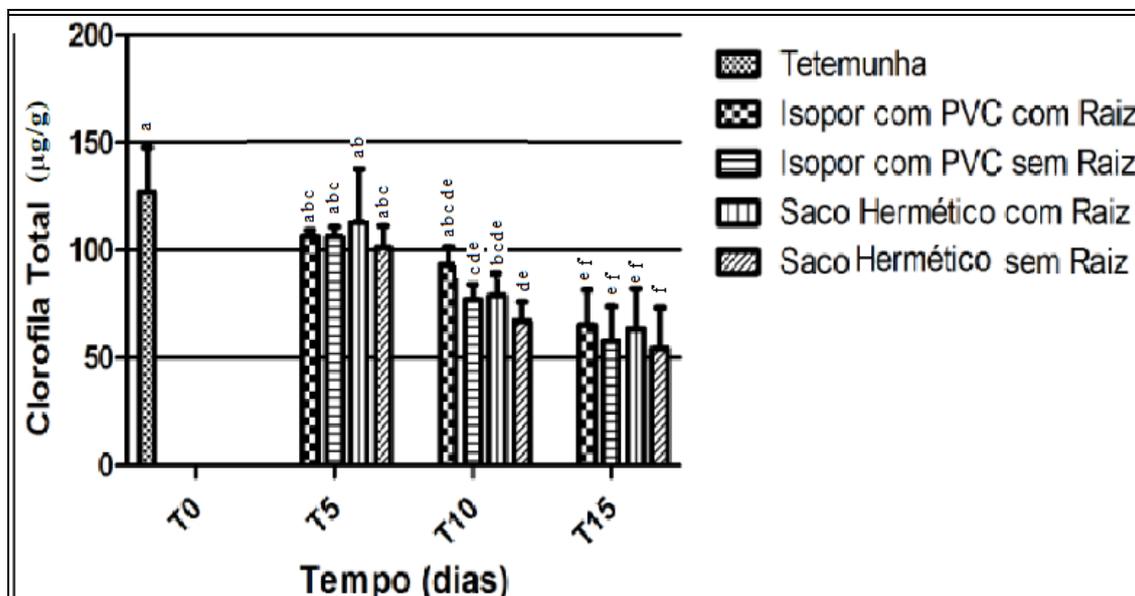


Figura 10 - teor de clorofila total ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5= 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias)em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com raiz à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Para o fator embalagem não houve diferenças significativas, portanto ambas embalagens não impediram a degradação das clorofilas, já os fatores raiz e os dias apresentaram diferenças significativas, sendo encontrado valores maiores de clorofila *a*, *b* e total para rúculas acondicionadas com raiz quando comparada àquelas sem raiz, e quanto ao fator dia, os valores médios ao 5º dia são maiores do que ao 15º dia, portanto havendo decréscimos, já para a interação entre os fatores não foi verificada diferenças significativas. (tabela 6).

Tabela 6: Valores das médias de clorofila *a*, *b* e total do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Clorofila *a*

Média do fator embalagem (E)		Média do fator raiz (R)			Média do fator dia (D)					
E1-Isopor com PVC 6,31 a		R1- Com raiz 7,64 a			D1-5 dia 6,84 a					
E2- Saco hermético 6,12 a		R2 - Sem raiz 4,79 b			D2- 10 dia 6,42 a					
					D3- 15 dia 5,38 b					
Interações										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia				Raiz X Dia			
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	7,71 aA	4,91 aB	E1	6,85 aA	6,52 aA	5,57 aA	R1	8,27 aA	8,09 aA	6,56 aB
E2	7,57 aA	4,66 aB	E2	6,83 aA	6,32 aAB	5,20 aB	R2	5,41 bA	4,76 bA	4,20 bA

Clorofila *b*

Média do fator embalagem (E)		Média do fator raiz (R)			Média do fator dia (D)					
E1-Isopor com PVC 2,11 a		R1- Com raiz 2,34 a			D1-5 dia 2,24					
E2- Saco hermético 1,85 a		R2 - Sem raiz 1,62 b			D2- 10 dia 1,98 ab					
					D3- 15 dia 1,73 b					
Interações										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia				Raiz X Dia			
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	2,48 aA	1,75 aB	E1	2,31 aA	2,05 aA	1,99 aA	R1	2,70 aA	2,28 aAB	2,05 aB

E2	2,20 aA	1,50 aB	E2	2,18 aA	1,91 aAB	1,46 bB	R2	1,79 bA	1,68 bA	1,40 bA
-----------	---------	---------	-----------	---------	----------	---------	-----------	---------	---------	---------

Clorofila total

Média do fator embalagem (E)			Média do fator raiz (R)			Média do fator dia (D)				
E1-Isopor com PVC 8,43 a			R1- Com raiz 8,67 a			D1-5 dia 10,67 a				
E2- Saco hermético 7,97 a			R2 - Sem raiz 7,72 b			D2- 10 dia 7,91 b				
						D3- 15 dia 6,02 c				
Interações										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia			Raiz X Dia				
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	8,83 aA	8,03 aA	E1	10,62 aA	8,52 aB	6,14 aC	R1	10,97 aA	8,62 aB	6,43 aC
E2	8,51 aA	7,42 aA	E2	10,71 aA	7,30 aB	5,89 aB	R2	10,37 aA	7,20 aB	5,60 aB

Como verificado os teores de clorofila foram decrescentes ao longo dos dias de armazenamento, não diferindo estatisticamente quanto ao fator embalagem, no qual percebe-se que muitas das amostras de rúcula os teores de clorofila sofreram alterações, sem, no entanto, alterar a aparência, principalmente aquelas acondicionadas em saco hermético, já que nestas embalagens as plantas continuavam com a mesma coloração mesmo após 15 dias de armazenamento. Este comportamento também foi verificado por Álvares (2006) com salsas, que verificou degradação no teor de clorofila sem alterar a aparência visual durante o armazenamento por 24 h a 5 e 25°C.

Muitos trabalhos têm afirmado que o principal fator envolvido na degradação de clorofila encontra-se na temperatura, portanto acredita-se que por este motivo as embalagens não apresentaram diferenças significativas já que ambas estavam submetidas a mesma temperatura Carnelossi *et al.* (2002) verificou que independente das embalagens para couves minimamente processadas a 10°C foi verificada acentuada redução, após o 5º dia de armazenamento, antecipando a perda de clorofila, em relação

ao produto armazenado a 5°C. Isso ocorre devido ao efeito da baixa temperatura sobre a diminuição do metabolismo do produto e, conseqüentemente, no controle de processos degradativos e sobre a senescência dele, como preconizado por Heaton & Marangoni (1996).

Amir-Shapira et al. (1987) também demonstrou que na senescência da salsinha temperatura é o principal fator que influencia a taxa de degradação de clorofila, mas a atmosfera pode causar efeitos. Em estudos realizados por Yamauchi & Watada (1993) na determinação da rota de degradação da clorofila em folhas de salsinha foi estabelecido que o conteúdo de clorofila decresceu durante o armazenamento a 20°, além disso foi verificado um pequeno aumento de clorofila a, que foi inicialmente baixo, o que diverge do presente trabalho, já que não houve aumento em nenhuma das clorofilas, apenas declínio.

O mesmo comportamento foi verificado por Álvares (2006) com maços de salsa mantidos a 5°C e 25 °C, onde a temperatura mais baixa não foi detectada degradação de clorofila das folhas, independentemente do uso ou não da embalagem PET. Todavia, quando armazenados a temperatura mais elevadas houve queda linear no conteúdo de clorofila, deduzindo o autor que a redução da temperatura de armazenamento foi o principal fator para reduzir a degradação da clorofila.

Conforme esperado, ocorreu um aumento (figura 11 e tabela 7) no conteúdo pigmentos (carotenoides) ao longo dos dias para todas as amostras, independente de embalagem e acondicionamento com e sem raiz. mesmo apresentando grandes oscilações dentro das repetições.

Para o fator embalagem e para o fator raiz não houve diferenças significativas, apenas o fator dias apresentou diferenças significativas, sendo encontrado um aumento nos teores conforme passaram-se os dias, a principal queda pode ser constatada do 5° para o 10° dia, após verificou-se aumento porém sem diferenças significativas entre o 10° e o 15° dia, o que não coincide com o declínio de clorofila, que encontram-se exatamente do 10° ao 15° dia. (Tabela 7).

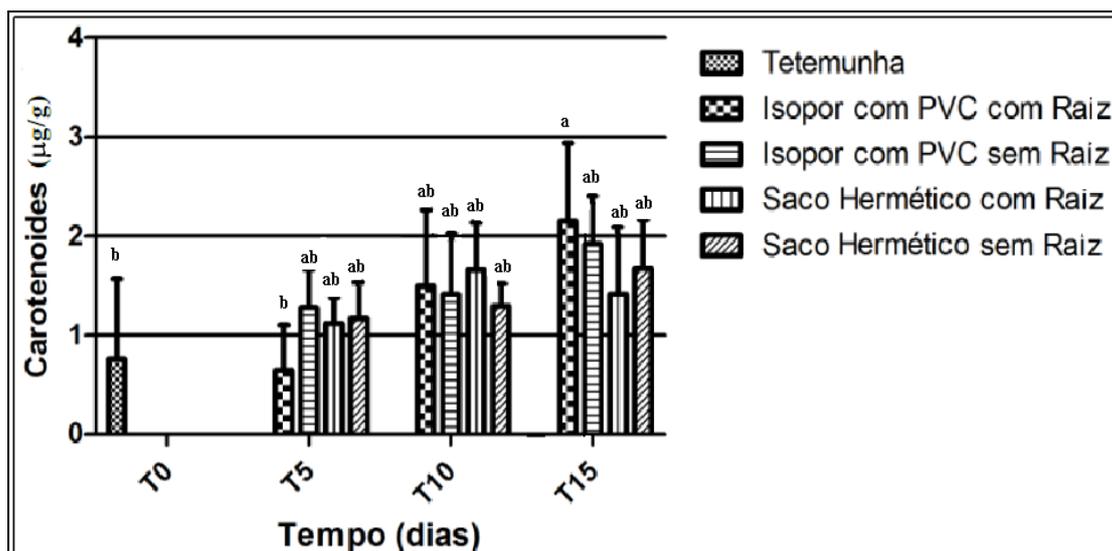


Figura 11: Teor de carotenoides em μg ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento (T5 = 5 dias, T10= 10 dias e T15= 15 dias) em rúculas hidropônicas acondicionadas em diferentes embalagens com e sem raiz armazenadas à $8^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Média (média \pm desvio padrão), letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Tabela 7: Valores das médias do teor de carotenoides quanto ao fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Média do fator embalagem (E)		Média do fator raiz (R)		Média do fator dia (D)						
E1-Isopor com PVC 1,38 a		R1- Com raiz 1,42 a		D1-5 dia 0,90 b						
E2- Saco hermético 1,39 a		R2 - Sem raiz 1,36 a		D2- 10 dia 1,47 a						
				D3- 15 dia 1,79 a						
Interações										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia			Raiz X Dia				
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	1,43 aA	1,33 aA	E1	0,65 aB	1,46 aA	2,03 aA	R1	0,88 aB	1,58 aA	1,78 aA
E2	1,40 aA	1,38 aA	E2	1,15 aA	1,48 aA	1,55 aA	R2	0,91 aB	1,36 aAB	1,80 aA

Comportamento similar verificado por Padula (2006) com brócolis orgânicos minimamente processados acondicionados em diferentes embalagens armazenadas à 10

°C durante 12 dias , no qual verificaram decréscimo nos teores de clorofilas (*a*, *b* e total) e concomitante a isso foi verificado o aumento de carotenoide, o que explica que o autor explica que provavelmente houve síntese de carotenoides nas folhas das amostras com a degradação das clorofilas durante o período de armazenamento, descartando a hipótese de que os carotenoides já estavam presentes nas folhas e só se tornaram visíveis com a degradação das clorofilas.

Os pigmentos carotenoides podem já estar presentes, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados, simultaneamente, com a degradação desta (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Confirmando o exposto acima de acordo com Minguezmosquera & Homero-Mendez (1994), a mudança na cor envolve tanto a degradação das clorofilas quanto à produção ‘de novo’ de cetocarotenoides, capsantina e capsorubina, além de xantofilas e carotenoides. Isso determina a necessidade de fatores adicionais, como níveis suficientes de hormônios e precursores de pigmentos, que possam interagir com o etileno para induzir a completa mudança da cor verde para o vermelho intenso (KRAJAYKLANG *et al.*, 2000).



Figura 12 - Em detalhe A) e B) maços de rúcula ao 15º dia de armazenamento, mostrando algumas folhas já amareladas; C) detalhe de uma folha perdendo por completo sua coloração verde.

Prestes (2009), em trabalho com brócolis submetidos ao tratamento pré-colheita, com e sem aporte hídrico, encontrou após oito dias de armazenamento também valores decrescentes para os teores de clorofila, porém os valores de carotenoides também foram menores quando comparados ao primeiro dia, portanto divergindo do presente trabalho, onde houve declínio nos teores de clorofila e conseqüentemente aumento ou

síntese nos teores de carotenoides.

Carnelossi *et al.* (2002) verificou, que nas couves minimamente processadas armazenadas em embalagens de baixa permeabilidade, a 1 e 5°C os teores de clorofila total e carotenoides se mantiveram constantes, durante todo o período de armazenamento, apenas encontrando aumento nos teores de carotenoides quando submetidos à 10°C, confirmando que a temperatura quanto mais elevada maior será o declínio de clorofila e aumento dos teores de carotenoides.

5.1.6 Aspectos Gerais

Para os valores encontrados houve diferença estatística entre o fator embalagem, sendo perceptível os valores elevados para saco hermético (tabela 8) com uma média de 4,88, já isopor com PVC apresentando uma média de 3,42. O fator raiz não foi verificado diferenças estatísticas e as médias do fator dias foi decrescente e linear ao longo dos dias, apresentando 4,94 ao 5º dia, 4,44 ao 10º dia, havendo um declínio de 0,5, já ao 15º dia foi encontrado a média de 3,06, decaindo consideravelmente sua qualidade e aceitabilidade, sendo que foram partidos de uma nota máxima de 5º ao primeiro dia.

Além disso, a interação entre o fator embalagem e dias apresentou diferenças significativas (tabela 8), o que pode ser constatado que as piores médias para esta interação e para isopor com PVC ao 10º e 15º dia, e as melhores médias para o Isopor com PVC ao 5º dia e saco hermético ao 5, 10 e 15 dias, percebendo assim que sacos herméticos foram superiores em todos os dias.

Tabela 8: Valores das médias do fator embalagem, fator com e sem raiz e a interação entre eles, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, as letras minúsculas são para os fatores representados na coluna, já as minúsculas para o fator representado na linha segundo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Média fator embalagem (E)			Média fator raiz (R)			Média fator dia (D)				
Isopor com PVC 3,42 b			Com raiz 4,04 a			5 dias 4,94 a				
Saco hermético 4,88 a			Sem raiz 4,25			10 dias 4,44 b				
						15 dias 3,06 c				
INTERAÇÕES										
Embalagem X Raiz			Embalagem X Dia				Raiz X Dia			
	R1	R2		D1	D2	D3		D1	D2	D3
E1	3,25 bA	3,58 bA	E1	4,88 aA	4,0 bB	1,38 bC	R1	4,88 aA	4,38 aA	2,88 aB
E2	4,83 aA	4,92 aA	E2	5,0 aA	4,88 aA	4,75 aA	R2	5,0 aA	4,50 aA	3,25 aB

Os valores encontrados para os aspectos gerais só vem a confirmar todos os resultados das análises descritas acima os valores encontrados são justificados pela sucessão de eventos após a colheita, o que não foi verificado por Gonzalez *et al.*, (2006) com rúculas minimamente processados aos 10 dias de armazenamento, não apresentando diferenças quanto aos aspectos gerais e Padula (2006) com brócolis orgânicos minimamente processados ao 12º dia. Agostini *et al.*, (2009) também em estudo com jabuticabas com embalagem de PVC e polietileno não houve influencia na aparência e turgidez dos frutos, apresentando esses tratamentos qualidade visual para o consumo no final do período de armazenamento.

Os valores mais elevados para saco hermético apresentam-se mesmo após 15 dias de armazenamento à 8°C +/- 2°C justificam-se diante da sua menor perda de massa, que é um dos principais atributos de qualidade analisados quando se fala em aspectos gerais

Outro aspecto percebido foi a tendência já ao 5º dia de análise, as embalagens revestidas com PVC apresentarem ressecamento, o que também foi verificado após o 5º dia por Carnellosi *et al.*, (2002), com couve minimamente processada quando acondicionadas em caixas PET, o que confirmado ainda que o ressecamento é bastante

crítico para a manutenção de sua qualidade e aparência visual, limitando seu valor de mercado.

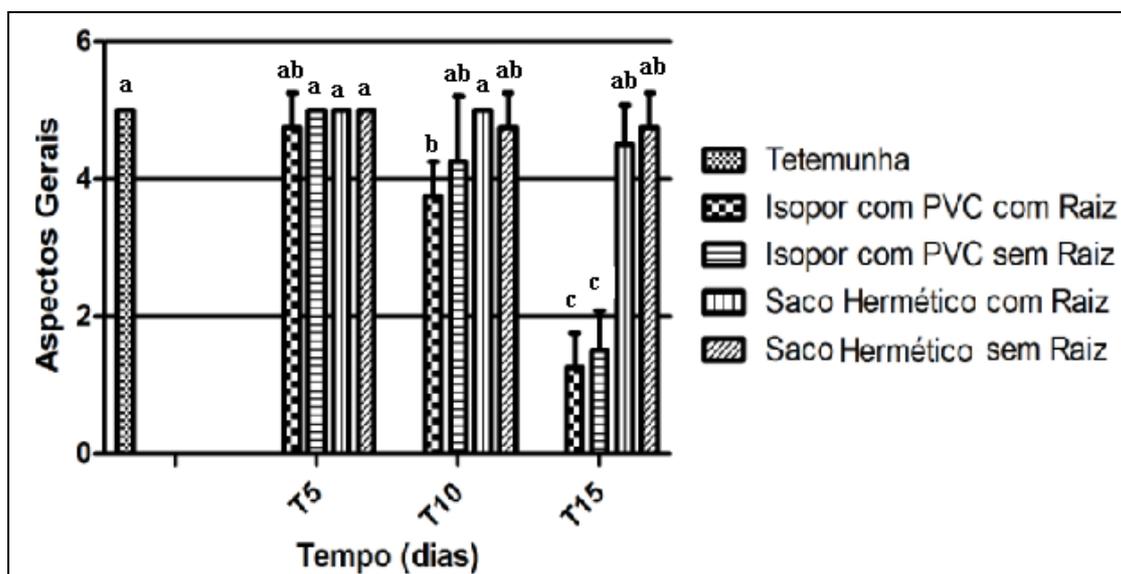


Figura 13 - Aspectos Gerais ao primeiro dia T0 (testemunha) e ao longo do período de armazenamento em rúculas hidropônicas acondicionados em diferentes embalagens com e sem raiz armazenadas à 8°C +/- 2°C. Média (média ± desvio padrão) , letras iguais não apresentam diferenças significativas para os diferentes tratamentos segundo o teste de Tukey à 5% de significância.

Outro aspecto relevante perceptível após o 10º dia em rúculas armazenadas em isopor com PVC, principalmente aquelas acondicionadas com raiz foi o mau odor, o inviabiliza completamente sua comercialização, mesmo as que não apresentavam-se deterioradas, murchas ou com amarelecimento, possuíam o mau odor.

Alguns autores confirmam as possíveis causas para o mau odor encontrado em algumas amostras Ares et al, (2006) afirma que embalagens que apresentam completa falta de oxigênio leva a respiração anaeróbica acompanhada por mau cheiro, devido à produção de substâncias voláteis, como o etanol e o acetaldeído.

Segundo Varoquaux & Wiley, (1997) o mau odor encontrado em hortaliças está intimamente relacionado com a peroxidação enzimática de ácidos graxos insaturados, catalisada por lipoxidases, que produzem aldeídos e cetonas, como o nhexanal, resultante da quebra de hidroperóxidos

6 CONCLUSÕES

Com base na manutenção da massa fresca, teor de umidade, pH e aspectos gerais aos 15 dias de armazenamento a 8 °C, +/- 2 °C, a embalagem saco hermético manteve a qualidade da rúcula hidropônica por mais tempo, apresentando também elevada aceitabilidade sensorial confirmada através das análises de aspectos gerais.

Levando-se em consideração a concentração de sólidos solúveis totais e teor de pigmentos (clorofila *a*, *b* e carotenoides) não foi verificado diferença entre rúculas acondicionadas com isopor revestido PVC e saco hermético. Sendo portanto, saco hermético a embalagem mais indicada, diante desses aspectos analisados, para o armazenamento de rúculas hidropônicas.

A manutenção das raízes nas amostras mostrou-se eficiente para a manutenção do teor de pigmentos (clorofila *a* e *b*), concentração de sólidos solúveis, teor de umidade e menores perdas de massa fresca ao longo dos 15 dias de armazenamento.

O presente estudo encontrou resultados satisfatórios para rúculas acondicionadas em saco hermético, sendo que ao 15º dia de armazenamento a maioria delas encontrava-se em perfeito estado de conservação, principalmente as que foram acondicionadas com raiz, continuar apresentando cheiro agradável e não ficar ressecada, podendo inclusive aumentar o tempo de conservação.

Para as embalagens de isopor com PVC sem raiz o tempo ideal de armazenamento é de no máximo 5 dias, e aquelas acondicionadas com raiz manteve-se por mais 5 dias suas características, podendo postergar para 10 dias a sua conservação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERONI, R. B. **Hidroponia**. Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo – Alface, Rabanete, Rúcula, Almeirão, Chicória, Agrião. São Paulo: Nobel, 1998. 102p.

ÁLVARES, V. S.; FINGER, F. L.; SANTOS, R. C. A.; NEGREIROS, J. R. S.; CASALI, V. W. D. **Effect of pré-cooling on the postharvest of parsley leaves**. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Helsinki, v. 1, n. 1, p. 31-34, 2007.

AMAYA, D. R., BOBBIO, F. O., BOBBIO, P. A. **Curso sobre pigmentos naturais**. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, 1982. 56 p.

AMIR-SHAPIRA, D.; GOLDSCHMIDT, E. E.; ALTMAN, A. **Chlorophyll catabolism in senescing plant tissues: In vivo breakdown intermediates suggest different degradative pathways for Citrus fruit and parsley leaves**. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 84, p. 1901-1905, 1987.

AMORIM, H.C.; HENZ, G.P.; MATTOS, L.M. **Caracterização de maços de rúcula comercializados no Distrito Federal e estimativa de perdas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 17p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 35)

ANDREUCCETTI C; FERREIRA MD; GUTIERREZ ASD; TAVARES M. 2005. **Caracterização da comercialização de tomate de mesa na Ceagesp: perfil dos atacadistas**. *Horticultura Brasileira* 23: 324-328.

ARES, G; PARENTELLI, C; GAMBARO, A; LAREO, C. LEMA, P. **Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere**. *Journal of the Science of food and Agriculture*. V .87, 1645 – 1652 p. 2006.

BEN-YEHOSHUA, S.; ALONI, B. **Effect of water stress on ethylene production of detached leaves of Valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck)**. *Plant Physiology*, Rockville, v. 53, p.863-865, 1974.

BLEINROTH, E. W. **Determinação do ponto de colheita, maturação e conservação de frutas**. In: SOLER, M.P. Industrialização de frutas. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. p. 1-5

BLISKA JÚNIOR; A. **Alface (*Lactuca sativa* L.): distintos sistemas de produção, conservação e avaliação pós-colheita**. 1998. 103 f. Dissertação (mestrado)-Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1998.

BOHN, T.; WALCZYK, T. **Determination of chlorophyll in plant samples by liquid chromatography using zinc-phthalocyanine as an internal standard**. *Journal of Chromatography A*, v.1024, n.1-2, p.123-128, 2004. Disponível em:

<<http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2003.10.067>>. Acesso em: 12 maio 2011.

BORGUINI, R.G.. *Tomate (Lycopersicum esculentum Mill) Orgânico: O Conteúdo Nutricional e a Opinião do Consumidor*. Piracicaba, 2002, 110p.

BRECHT, J. K. **Physiology of lightly processed fruits and vegetables**. Hortscience, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, Feb. 1995.

BRITTON, G. **Carotenoids**. In: HENDRY, G.F. (ed.). Natural foods colorants, New York: Blackie, 1992, p.141-148.

BROUSSEAU, E.; CODRON, J.M. **La Complémentarité entre Formes de Gouvernance le cas de Liapprovisionnement des Grands Surfaces en Fruits de Contre-Saison**. In: COLLOQUE SFER Grande Distribution Alimentaires. Montpellier, France, 1997a.

BRUNINI, M.A. *et al.* **Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jabuticabas (Myrciaria jabuticaba (Vell) Berg) cv 'sabará'**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, n.3, p.378-383, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612004000300013&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: 10 de junho de 2011.

BURZO, I. **Influence of temperature level on respiratory intensity in the main vegetables varieties**. Acta Horticulturae, 116, p. 61-64, 1980.

CAMARGO FILHO W. P. & CAMARGO F. P. **Planejamento da Produção Sustentável de Hortaliças Folhosas: Organização das Informações Decisórias ao Cultivo, Informações Econômicas**. São Paulo.36, n.3, p.27-36, mar., 2008.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. **Mercado de verduras: planejamento estratégia e comercialização**. Informações econômicas. São Paulo, v.31, n.3, p.45-54, 2001.

CANTWELL, M. **Properties and recommended conditions for storage and vegetable**. 1997. Disponível em: <<http://www.postharvest.ucdavis.edu>>. Acesso em 04 de junho de 2011.

CANTWELL, M. **Manejo pós-colheita de frutas e verdura de palma forrageira**. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; BARRIOS, E. P. *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE, 2001. p. 123-139.

CANTWELL, M. **Properties and recommended conditions for storage and vegetable**. 1997. Disponível em: <<http://www.postharvest.ucdavis.edu>>. Acesso em: 30 de março de 2011.

CARNELOSSI, M. A. G. *et al.* **Conservação pós-colheita de mangaba (Hancornia speciosa Gomes)**. Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. *Cultivo sem solo: hidroponia*.

Jaboticabal: Funep, 1994. 43p.

CEAGESP - CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. **Manuseio Mínimo**. São Paulo: CEAGESP-CQH, 2009, 12 p. (Circular Técnica CEAGESP-CQH, n.17)

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 1994. 293p.

COSTA, S.R.P.; JUNQUEIRA, A. M.R. **Diagnóstico do cultivo hidropônico de hortaliças na região do Distrito Federal**. Horticultura brasileira, v.18, n.1, p. 49-52, 2000.

Embrapa Hortaliças. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 de abril de 2011.

FARKAS, D.; HOOVER, D. High pressure processing. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. **Journal of Food Science Supplement**, p. 47-64, 2000.

FAQUIM, V.; FURTINI NETO, ^a E.; VILELA, L. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50 p.

FAQUIM, V.; FURLANI, P. R. **Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 99-104, set/dez.1999.

FAULIN, E. J., AZEVEDO, P. F. **Distribuição de Hortaliças na Agricultura Familiar: uma análise das transações**. Informações Econômicas, São Paulo, v. 33, n. 11, nov. 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FINGER FL; VIEIRA G. 1997. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV. 29p.

FONSECA SC; OLIVEIRA FAR; LINO IBM; BRECHT J; CHAU KV. 2000. **Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging**. *Journal of Food Engineering* 43: 9-15.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT**. Campinas: IAC, 1995. 18p.

GOMES, M.S.O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 134p.

GONZALEZ AF; AYUB RA; REGHIN MY. 2006. **Conservação de rúcula minimamente processada produzida em campo aberto e cultivo protegido com agrotêxtil.** *Horticultura Brasileira* 24: 360-360.

GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (Eds). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: UNESP, 1998. p.161-193.

GROSS, J. **Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids.** New York: Avi, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 1991.

GUERRA, G. M. P. **Cultivo hidropônico de Rúcula em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

HANDERBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. United States Dept of Agriculture, Agricultural Research Service, **Agricultural Handbook**. N° 66, USDA, 1990.

HEATON, J.W.; MARANGONI, A.G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Foods Science & Technology**, v.7, p.8-15, 1996.

HONÓRIO & ABRAHÃO. Pós-colheita, qualidade, embalagem e comercialização de hortaliças. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200, p. 134-140, set./dez.1999.

HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. **Fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças.** In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (Ed.). *Resfriamento de frutas e hortaliças*. Campinas: UNICAMP/EMBRAPA, 2002. p. 59-81.

HORA, R. C.; GOTO, R.; BRANDÃO FILHO, J. U. T. **O lugar especial da produção de hortaliças no agronegócio.** *Agrianual 2004: anuário da agricultura brasileira*, São Paulo, p. 322-323, 2004.

JENSEN, M.H. **Principales sistemas hidropónicos: principios, ventajas y desventajas.** In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE HIDROPONIA COMERCIAL, Lima, 1997. **Anais.** Lima: UNALM, 1997. p.35-48.

JONES JÚNIOR., J.B. **A guide for the hidroponic & soilless culture grower.** Portland: Timber Press, 1983. 124p.

KASMIRE, R .F.; CANTWELL, M. **Postharvest handling systems: flower, leafy, and stem vegetables.** California: University of California, 1992. p. 267-270.

KAYS, E.J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: AVI Book, 1991. 532p.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado.** Pelotas: Editora Universitária UFPel,

1997. 163p.

KOHATSU, D. S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da enxertia em plantas de pepino**. Tese de doutorado (Doutor em Agronomia -Horticultura) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São Paulo, Botucatu. 2010.

KRAJAYKLANG, M.; KLIEBER, A.; DRY, P. R. Colour at harvest and postharvest behaviour influence paprika and chille spice quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.269- 278, 2000.

LAJOLO, F.M.; LANFER MARQUEZ, U.M. Chlorophyll degradation in a spinach system at low and intermediate water activities. **Journal of Food Science**, v.47, p.1995-1998, 1982. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb12929.x>>. Acesso em: 18 maio 2011.

LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada**. Aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília : Embrapa Hortaliças, 2000. 34p.

LANA, M. M. *et al.* **Manipulação e comercialização de hortaliças**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa- CNPH, 1998.

LANA MM; MOITA AW; NASCIMENTO EF; SOUZA GS; MELO MF. 2002. **Identificação das causas de perdas pós-colheita de cenoura no varejo**. *Horticultura Brasileira* 20: 241- 245.

LATIES, G. G. The development and control of respiratory pathways in slices of plant storage organs. In: KHAL, G. (Ed.). **Biochemistry of wounded tissues**. Berlin: Walter deGruyter, 1978. p. 421-466.

LEE SK; KADER AA. 2000. **Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops**. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.

LEHNINGER, A. L. Bioquímica: biossíntese e a utilização da energia das ligações de fosfato. Ed.Edgard Blücher Ltda., v. 3., p. 439-596, 1976.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LEMONS, ° L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão “Magali R”**. Vitória da Conquista, BA: UESB, 2006 115 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2006.

LIBERTAÇÃO, A. G. **Cultivo hidropônico de Chicória em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT**. Monografia (Hidroponia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

LOPES, M.C.; FREIER, M.; MATTE, J.D.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.;

CASIMIRO, E.L.N.; SEVIGNANI, A. **Absorção de nutrientes por diferentes cultivares de alface em cultivo hidropônico no período de inverno.** Horticultura Brasileira, Brasília, supl. 2, 2002.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. **Armazenamento de hortaliças.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2001. p. 201-203

LUENGO RFA; CAMARGO FILHO W; JACOMINO AP. 2003. Participação do custo da embalagem na composição do custo de produção e do preço de atacado do tomate de mesa. *Horticultura Brasileira* 21: 719-721.

MELO, P. C.; VILELA, N. J. **A importância da Cadeia Produtiva Brasileira de Hortaliças.** Disponível em <http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf> Acesso em: 29 março de 2011.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. 19 p.

MINGUEZ-MOSQUERA, M. A.; HOMERO-MENDEZ, M. Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum*) of the Bola and Agridulce varieties. **Journal Agriculture Food Cheta.**, v. 42, p. 1555-1560, 1994.

MITCHELL, F. G. Packages for horticultural crops. In: KADER, A. A. **POSTHARVEST TECHNOLOGY OF HORTICULTURAL CROPS.** 2.ed. Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3311, 1992, p.45-53.

PADULA, Miquele Lazarin influencia de diferentes tipos de embalagens em brocolis minimamente processados. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina.

MEDLICOTT, A. P., JEGER, M. J. The development and application of postharvest handling treatments to manipulate ripening mangoes. *In*: Prinsley, R. T., Tucker, R. T. **Mangoes: a review.** London: **Commonwealth Science Council**, p. 56-77, 1987.

MINAMI, K.; TESSARIOLI NETO, J. **A cultura da rúcula.** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1998. 19 p.

MORALES, M.; JANICK, J. **Arugula: a promising specialty leaf vegetable.** Reprinted from: Trends in new crops and new uses. 2002. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-418.html>>. Acesso em: 09 maio 2007.

MOREIRA, R. C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcott’:** caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2004. 84p. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

MORRIS, L.L. **Chilling injury of horticultural crops: An overview.** HortScience, 17: 161-162. 1982.

MOSS, D. N. (1984), **Photosynthesis, respiration and photorespiration in higher plants.** In: TESAR, M.B. Physiological basis of crop growth and development. American Society of America, Madson, pp. 131-152.

NOLLET, L. M. L. **Handbook of food analysis.** New York: Marcel Dekker, v. 1, 1996.

OHSE, S.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. **Qualidade de cultivares de alface produzidas em hidroponia.** Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.181-185, 2001.

PADULOSI, S.; PIGNONE, D. **Rocket: A mediterranean crop for the world.** Report of a Workshop. 1996, Legnaro (Padova), Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 1997. p.2-12.

PIGNONE, D. Present status of rocket genetic resources and conservation activities. In:

PRECIOSO, M.B. **Cultivo hidropônico de Agrião em diferentes concentrações de solução nutritiva, em sistema NFT.** Monografia. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia,

PRESTE, S. L. C. **Redução do aporte hídrico na pré-colheita no teor de compostos bioativos em brócolis.** Dissertação (Mestre em ciência – Ciência e Tecnologia Agroindustrial) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul. 2009.

PURQUERIO, L. F. V.; 2005. Crescimento, produção e qualidade de rúcula (*Eruca sativa* Miller) em função do nitrogênio e da densidade de plantio. Tese (**Doutorado em Produção Vegetal/Horticultura**) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 119p.

RADOMSKI, M.I. **Caracterização ecológica e fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* Mart. em populações nativas no município da Lapa - Paraná.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1988.

RODRIGUEZ-AMAYA D.B.; KIMURA, M. **Carotenóides e valor de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*).** Ciência Tecnologia Alimentos, 9:148-162. 1989

RESH, H.M. **Hydroponic food production.** Woodbridge: Press PublishingCompany, 1985

RODRIGUES, A.B.; MARTINS, M.I.E.G.; ARAÚJO, J.C.C. **Avaliação econômica da**

produção de alface em estufa. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.27, n.1, p.27-33, 1997.

SALA, F. C.; ROSSI, F.; FABRI, E. G.; RONDINO, E.; MINMI, K.; COSTA, C. P. **Caracterização varietal de rúcula.** In: Anais do 44^o Congresso Brasileiro de Olericultura. Horticultura Brasileira, Campo Grande, v.22, n.2, jul. 2004. Suplemento 2. CD-ROM.

SANCHEZ. S.V. **Produção de hortaliças pelo método Hidropônico:** balcão de tecnologias alternativas para as propriedades rurais. Campinas: SEBRAE-CATI, 1996. 13p.

SANTAMARIA, P.; ELIA, A.; PAPA, G.; SERIO, F. Nitrate and ammonium nutrition in chicory and rocket salad plants. **Journal of Plant Nutrition**, Monticello, v. 21, n. 9, p. 1779-1789, 1998.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; FERNANDES, T. **Embalagens ativas:** uma nova geração de embalagens. Informativo CETEA, Campinas, v. 13, n. 3, p. 4-6, jul./ago./set. 2001.

SCHWARTZ, S.J.; LORENZO, T.V. **Chlorophyll in foods.** *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Fort Lauderdale, v.29, p.1-17, 1990.

SEGANFREDO, R.; FINGER, F.L.; BARROS, R. S.; MOSQUIM, P. R. **Influência do momento de colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba.** Horticultura Brasileira. v.31, p. 12-18, 2001.

SEGOVIA JFO. **Influência da proteção ambiental de uma estufa de polietileno transparente sobre o crescimento da alface.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 1991.

SHEWFELT, R.L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruit and vegetables. *Food Technology*, v. 40, n.5, p.37-42, 1986.

SIGRIST, J.M.M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas.** Tese (Doutorado em Agronomia), USP - ESALQ, Piracicaba, São Paulo. 2002.

SILVA MAB. GEAGESP. **Seção de Economia.** São Paulo-SP. Comunicação pessoal.2004.

SORBY, H. C. On comparative vegetable chromatology. **Proceedings of the Royal Society**, 21, p. 442-483, 1983.

SOUZA, J.A. de; SOUZA, R.J. de; COLLICHIO, E.; GOMES, L.A.A.; SANTOS, H.S. **Instruções práticas para construção de estufas “modelo ANA Dias”.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, Coordenadoria de Extensão. Circular v.3, n.17, 1994, 22p.

TAKAOKA, M.; MINAMI, K. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a produção de rúcula (*Eruca sativa* L.). **O solo**. Piracicaba, v.2, n.76, p.51-55, 1984.

TATSUMI Y; WATANABE AE; WERIN WP. 1991. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. **Journal of Food Science** 56: 1357-1359.

TAVARES, S. A.; SANTOS, F. F.; MATOS, M. J. L. F.; MELO, M. F.; LANA, M. M. Hortaliças: rúcula. **Correio Brasiliense**, Brasília, DF, 12 fev. 2000. 3 p. Encarte Especial.

TEIXEIRA NT. 1996. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba: Agropecuária. 86p.

TRANI PE; PASSOS FA. 1998. **Rúcula (pinchão)**. In: FAHL JL; CAMARGO MBP; PIZINATTO MA; BETTI JA; MELO AMT; DEMARIA IC; FURLANI AMC (eds). *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. Campinas: IAC. p. 241-242. (IAC. Boletim, 200).

TRANI, P. E. et al. **Produção e acúmulo de nitrato pela rúcula afetados por doses de nitrogênio**. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.25-29,1994.

UPNMOOR, I. **Horticultura comercial**. Guaíba: Editora Agropecuária, 2003. 62 p.

VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos y bioquímicos em frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. p. 221-262.

USDA. **Nutrient Database for Standart Reference**. Release 17 (July 2004). Disponível em <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl>. Acesso: 20 de abril de 2011.

VILELA NJ; LANA MM; NASCIMENTO EF; MAKISHIMA N. 2003. **Perdas na comercialização de hortaliças em uma rede varejista do Distrito Federal**. *Cadernos de Ciência e Tecnologia* 20: 521-541.

Wagner, A. B., Dainello, F. J.; Parsons, J. M. 2001. **Vegetable growers handbook**. Disponível em <<http://aggiehorticulture.tamu.edu/extension/veg handbook/chapter10/chapter10.html>>. Acesso: 10 de junho de 2011.

WILLS, R.H.H. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Granada: London, 1981. 163p.

YAMASHITA, F. Filmes e revestimentos biodegradáveis aplicadas à frutas e hortaliças minimamente processadas. **Anais do III Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, Viçosa, MG, p. 57-62, 2004.

YAMAUCHI, N.; WATADA, A. E. Pigment changes in parsley leaves during storage *In controlled or ethylene containing atmosphere*. Journal Food Science, v. 58, n. 3, p. 616-618, 1993.

ZAGORY, D., & KADER, A. A. **Modified atmosphere packaging of fresh produce**. Food Technology, 42(9), p. 70-77, 1988.

ZANOTELLI, M.F. ; MOLINO, L.A. **Hidroponia básica**: treinamento. *In*: encontro de produtores rurais, 6., 1997. Colatina : EAF-Colatina., 1997. 6p. (Apostila).