



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DAS ALFACES DAS
CULTIVARES ROMANELA E RUBINELA PRODUZIDAS EM DIFERENTES
SISTEMAS DE CULTIVO**

CLÁUDIA MARGARETH ABE ROSSI

**Araras
2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DAS ALFACES DAS
CULTIVARES ROMANELA E RUBINELA PRODUZIDAS EM DIFERENTES
SISTEMAS DE CULTIVO**

CLÁUDIA MARGARETH ABE ROSSI

ORIENTADORA: Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de
**MESTRE EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL**

Araras

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Rossi, Cláudia Margareth Abe

Qualidade físico-química e sensorial das alfaces das cultivares Romanela e Rubinela produzidas em diferentes sistemas de cultivo / Cláudia Margareth Abe Rossi. -- 2017.

66 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras

Orientador: Marta Regina Verruma Bernardi

Banca examinadora: André Eduardo de Souza Belluco, Fernando Alves de Azevedo

Bibliografia

1. Lactuca sativa L.. 2. cv. Romanela, cv. Rubinela. 3. Qualidade sensorial. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Cláudia Margareth Abe Rossi, realizada em 03/08/2017:

Marta Regina Verruma Bernardi

Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi
UFSCar

André Eduardo de Souza Belluco

Prof. Dr. André Eduardo de Souza Belluco
UFSCar

Fernando Alves de Azevedo

Prof. Dr. Fernando Alves de Azevedo
IAC

À Alice e Luiza, meus melhores e maiores presentes, por darem um sentido especial a minha vida. Por me mostrarem o que é o amar incondicionalmente.

Tudo é por vocês e para vocês.

Ao Carioca, meu Diego, com quem amo partilhar a vida, pelo apoio incondicional, principalmente nos momentos de incerteza. Sem você nenhuma conquista valeria a pena.

Á vó Alice (in memoriam), pelo o que sou. Por ter me amado incondicionalmente.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus o dom da vida, por me ter concedido forças para superar os momentos de dificuldades e fraquezas, que não foram poucos, mantendo-me no caminho certo.

Aos meus amados pais, Mitsuko e Dorivaldo, agradeço o amor, apoio e por serem presentes na minha vida.

À vó Alice (*in memoriam*) e tia Cida, a dedicação de suas vidas para minha criação e educação. Agradeço o amor incondicional! Uma vida não é suficiente para agradecer tudo o que vocês fizeram por mim.

Ao meu companheiro, meu grande amor, amigo e marido Diego, que esteve presente em todos os momentos dessa trajetória. Muito obrigada pelo apoio, incentivo, pelas aulas de estatística, paciência e, principalmente, por todo o seu amor quando eu menos merecia.

À Alice e Luiza, minhas vidas! Obrigada por me transformarem em uma pessoa melhor. Obrigada por ainda me amarem, mesmo eu tendo que negar momentos de atenção, de colo, de mimo para finalizar esse trabalho.

Quero agradecer especialmente a minha orientadora e amiga Profa. Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi, o incentivo e contribuição para o meu crescimento profissional, dedicação e orientações durante a construção deste trabalho. A ajuda e muita paciência com meus problemas e dificuldades acadêmicas e pessoais. Agradeço a amizade, as boas conversas, os desabafos, os conselhos. Você é um grande exemplo de profissional, mãe, esposa, mulher. Gratidão imensa!

Ao Prof. Dr. Fernando César Sala, agradeço a grande contribuição para realização deste trabalho, desde o fornecimento das alfaces, plantios nos sistemas convencional e hidropônico, e ensinamentos agronômicos.

Ao Laboratório de Horticultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos, pelo plantio das alfaces nos sistemas convencional e hidropônico.

Ao Sítio Terra Ecológica (Cordeirópolis – SP), a colaboração no plantio das alfaces no sistema orgânico de produção.

À Embrapa Instrumentação, especialmente ao Prof. Dr. Marcos David Ferreira e Silviane Zanni Hubinger, agradeço a colaboração na realização das análises físico-químicas e contribuições pertinentes a este trabalho. Agradeço, também, a preocupação e cuidado que tiveram comigo devido ao período gestacional em que me encontrava.

Ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/ USP, em especial a Profa. Dra. Marta Helena Fillet Spoto, pelo auxílio nas análises físico-químicas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar, agradeço a oportunidade de realização deste curso. Aos professores do Programa, que me proporcionaram crescimento acadêmico e abriram os horizontes da Agroecologia.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Tereza Cristina Roesler, a Cris, pela profissional

dedicada, por toda ajuda e atenção, conversas e risadas. Foi bom demais te conhecer!

Aos amigos Larissa Fontana, Mariana Vannucchio-Decicino, Gerard Vitor Ecker, Rafael Ferro, Elisabeth Covre, Beatriz C. Pecoraro Sanches pela disposição e auxílio nos procedimentos práticos da pesquisa.

À família “LarbMac” e agregados, minha família de coração, Ernestina Gabone, Afra Vital, Carolina Codato, Daniella Silva, Maikon Gino e Adriano Santos. Vocês sempre muito presentes no meu dia-a-dia, com quem compartilhei minhas emoções. Obrigada por dedicarem momentos de suas vidas para me ouvir, dar conselhos, ajudar no que eu precisasse, tomar um café. Muito obrigada pelas risadas e por todas as emoções vividas com vocês.

Agradeço ao Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Sócio-economia Rural da Universidade Federal de São Carlos pela concessão do afastamento para que eu pudesse fazer o curso de Mestrado.

Aos colegas da turma de 2015 do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural, a troca de experiência e conhecimento foram incríveis.

Muito obrigada a todos!

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO	1
2.OBJETIVOS	4
3. REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. Alface.....	5
3.1.1. Origem e classificação botânica da alface.....	5
3.1.2. Importância econômica da alface.....	6
3.1.3. Classificação e valor nutricional da alface.....	7
3.2. Alfaces cultivar Romanela e cultivar Rubinela.....	8
3.2.1. Histórico da alfacicultura brasileira.....	8
3.2.2. Alface cv. Romanela.....	10
3.2.3. Alface cv. Rubinela.....	10
3.3. Sistemas de produção.....	11
3.3.1. Sistema de cultivo convencional.....	11
3.3.2. Sistema de cultivo hidropônico.....	13
3.3.3. Sistema de cultivo orgânico.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1. Material vegetal.....	17
4.2. Sistemas de cultivos	18
4.2.1. Sistema de cultivo convencional.....	18
4.2.2. Sistema de cultivo hidropônico.....	18
4.2.3. Sistema de cultivo orgânico.....	19
4.3. Análises das alfaces.....	20
4.3.1. Análises físico-químicas das cultivares das alfaces.....	20
4.3.1.1. Análise de área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária.....	20

4.3.1.2. Análise de massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa.....	21
4.3.1.3. Análise de turgescência Inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência.....	21
4.3.1.4. Análise de cor instrumental das alfaces.....	22
4.3.1.5. Preparo das amostras das amostras para as análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos totais.....	23
4.3.1.5.1. Análise de pH.....	23
4.3.1.5.2. Sólidos solúveis.....	23
4.3.1.5.3. Acidez titulável.....	24
4.3.1.5.4. Compostos fenólicos totais.....	24
4.3.2. Análise sensorial das alfaces.....	24
4.4. Análise estatística.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1. Alface Romanela.....	28
5.1.1. Análises físico-químicas.....	28
5.1.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária.....	28
5.1.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa.....	29
5.1.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência.....	32
5.1.1.4. Análise de cor instrumental.....	34
5.1.1.5. Análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos totais.....	35
5.1.2. Análise sensorial.....	38
5.2. Alface Rubinela.....	41
5.2.1. Análises físico-químicas.....	41
5.2.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária.....	41
5.2.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa.....	42
5.2.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência.....	44
5.2.1.4. Análise de cor instrumental.....	46

5.2.1.5. Análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos totais.....	48
5.2.2. Análise sensorial.....	49
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20 cm da área experimental da Horticultura localizado no CCA – UFSCar (Araras/SP).....	18
Tabela 2. Solução hidropônica composta para o preparo de 1000L.....	19
Tabela 3. Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20 cm da área para produção orgânica localizada no município de Cordeirópolis – SP.....	19
Tabela 4. Área foliar, tamanho da folha, área foliar unitária (AFU) das alfaces cv. Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	28
Tabela 5. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa das alfaces cv. Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico	30
Tabela 6. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência das alfaces cv. Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	32
Tabela 7. Cor instrumental das alfaces cv. Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	35
Tabela 8. Parâmetros físico-químicos – pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e compostos fenólicos totais (CFT) da alface cv. Romanela em três sistemas de cultivo.....	36
Tabela 9. Somatório das notas das alfaces cv. Romanela convencional, hidropônica e orgânica pelos 27 avaliadores.....	38
Tabela 10. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	41
Tabela 11. Massa fresca inicial, final e perda de massa das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	43
Tabela 12. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	44
Tabela 13. Cor instrumental das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.....	47

Tabela 14. Parâmetros físico-químicos – pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e compostos fenólicos totais (CFT) da alface cv. Rubinela em três sistemas de cultivo.....48

Tabela 15. Somatório das notas das alfaces cv. Rubinela convencional, hidropônica e orgânica pelos 22 avaliadores.....51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Romanela.....	26
Figura 2. Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Rubinela.....	27
Figura 3. Análise da estabilidade da alface cv. Romanela durante 9 dias de armazenamento.....	31
Figura 4. Análise da turgescência da alface cv. Romanela durante 9 dias de armazenamento.....	33
Figura 5. Aparência da alface cv. Romanela produzida nos sistemas convencional, hidropônico e orgânico no início e fim do período de armazenamento.....	33
Figura 6. Análise da estabilidade da alface cv. Rubinela durante 9 dias de armazenamento.....	44
Figura 7. Análise da turgescência da alface cv. Rubinela durante 9 dias de armazenamento.....	45
Figura 8. Aparência da alface cv. Rubinela produzida nos sistemas convencional, hidropônico e orgânico no início e fim do período de armazenamento.....	46

QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DAS ALFACES DAS CULTIVARES ROMANELA E RUBINELA PRODUZIDAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

Autor: CLÁUDIA MARGARETH ABE ROSSI

Orientador: Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

RESUMO

A alface é um dos vegetais com maior consumo e importância econômica mundial, extensivamente cultivada em todos os continentes, particularmente em regiões temperadas e subtropicais. No Brasil, há um mercado que explora novas variedades para o clima tropical. As cultivares Romanela e Rubinela são variedades inovadoras, pois são crocantes e tropicalizadas. O cultivo de alface pode ser realizado em diferentes sistemas de cultivo, os quais apresentam características diferenciadas em suas práticas de manejo podendo influenciar os parâmetros de qualidade desta hortaliça. O objetivo do trabalho foi verificar a qualidade físico-química e sensorial destas cultivares produzidas em sistemas convencional, hidropônico e orgânico. Os plantios do sistema convencional e do sistema hidropônico foram conduzidos na área experimental do CCA – UFSCar; o orgânico foi realizado em um sítio no município de Cordeirópolis-SP. Após a colheita, as amostras foram avaliadas quanto a área foliar, tamanho da folha, área foliar unitária, massa fresca, perda de massa, pressão de turgescência, cor instrumental, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (ATT), compostos fenólicos totais (CFT), e análise sensorial. Os sistemas de cultivo influenciaram nas características como tamanho, peso e perda de massa da alface Romanela. Para a alface Rubinela o tipo de cultivo influenciou na massa fresca e perda de massa. A cultivar (cv.) Romanela orgânica apresentou cor verde escura e valores superiores para pH, SST e CFT. A alface Romanela hidropônica obteve maior valor para ATT. A cv. Rubinela orgânica apresentou cor vermelha mais intensa e maiores valores de SST e CFT. A alface Rubinela hidropônica apresentou menores valores de pH e CFT e maior valor de ATT. Na análise sensorial, os avaliadores perceberam diferença nos atributos cor verde, tamanho e crocância da folha, aroma de grama e gosto doce para a cv. Romanela. As alfaces Romanela convencional e hidropônica apresentaram maior preferência. Para a cv. Rubinela, os avaliadores perceberam diferença nos atributos cores roxa e verde, espessura e tamanho da folha, gostos doce e amargo. A alface Rubinela convencional e hidropônica foram as preferidas, sendo que a hidropônica apresentou maior intenção de compra. Portanto, as características físico-química e sensorial das novas cultivares de alface, Romanela e Rubinela, foram influenciadas pelo

sistema de cultivo adotado, convencional, hidropônico e orgânico, gerando informações de produção e pós-colheita de importância para o produtor e consumidor.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L., hidropônico, orgânico, qualidade nutricional, sensorial.

PHYSICAL-CHEMICAL AND SENSORIAL QUALITY OF LETTUCE OF THE CULTIVARS ROMANELA AND RUBINELA PRODUCED IN DIFFERENT CROP SYSTEMS

Author: CLÁUDIA MARGARETH ABE ROSSI

Adviser: Profa. Dra. MARTA REGINA VERRUMA-BERNARDI

ABSTRACT

Lettuce is one of the vegetables with the highest consumption and economic importance worldwide, extensively cultivated in all continents, particularly in temperate and subtropical regions. In Brazil, there is a market that explores new varieties for the tropical climate. The cultivars Romanela and Rubinela are innovative varieties, since they are crunchy and tropicalized. Lettuce cultivation can be carried out in different cropping systems, which have different characteristics in their management practices and can influence the quality parameters of this vegetable. The aim of this work was to verify the physical, physicochemical and sensory quality of these cultivars produced in conventional, hydroponic and organic systems. The plantings of the conventional system and the hydroponic system were conducted in the experimental area of CCA – UFSCar; the organic system was performed in a ranch in the city Cordeirópolis - São Paulo State. After the harvest, the samples were evaluated regarding leaf area, leaf size, unit leaf area, fresh mass, mass loss, turgidity pressure, instrumental color, pH, total soluble solids (TSS), total titrable acidity (TTA), total phenolic compounds (TPC), and sensory characterization. The cultivation systems influenced the physical characteristics size, weight and mass loss of the Romanela lettuce. For the Rubinela lettuce, the type of cultivation influenced in fresh mass and mass loss. The organic cultivar (cv) Romanela presented dark green color and superior values for pH, TSS and TPC. The hydroponic Romanela had the highest value for TTA. The organic cv. Rubinela presented the most intense red color and the highest STT and TPC values. The hydroponic Rubinela lettuce presented the lowest pH and TPC values and the highest TTA value. In the sensory analysis, the evaluators noticed a difference in the attributes green color, leaf size and crunchiness, grassy aroma and sweet taste for the Romanela cv. The conventional and hydroponic Romanela lettuce presented the highest preference. For cv. Rubinela, the evaluators noticed a difference in the attributes purple and green colors, leaf thickness and size, sweet and bitter tastes. The conventional and hydroponic Rubinela lettuce were the preferred, with the hydroponic presenting the highest purchase intention. Therefore, the physical-chemical and sensorial characteristics of the new lettuce, Romanela and Rubinela cultivars were influenced by the conventional, hydroponic and organic cultivation system,

generating production and post-harvest information of importance for the producer and consumer.

KEYWORDS: *Lactuca sativa L.*, hydroponic, organic, nutritional quality, sensory.

1. INTRODUÇÃO

A alface apresenta ampla adaptação a diferentes condições climáticas, possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano, boa preferência e demanda, tornando-se uma das hortaliças folhosa mais produzida no Brasil e preferida entre os olericultores que a cultivam em condições de campo ou protegido (FERREIRA et al., 2009).

Atualmente, há diferentes tipos de cultivo de hortícolas. A alface pode ser cultivada em sistemas convencional, orgânico, realizados em campo aberto ou protegido, e hidropônico (cultivo protegido), os quais apresentam características diferenciadas em suas práticas de manejo podendo influenciar os parâmetros de qualidade desta hortaliça (SANTANA et al., 2006).

No sistema de produção convencional há a utilização intensiva de insumos químicos e melhoramento genético voltado para a produtividade física (ARBOS et al., 2010), conduzindo a resultados econômicos visíveis em curto prazo como o aumento de produtividade e da eficiência agrícola (SOUZA, 2005). Este tipo de melhoramento genético dilapida a diversidade genética ao promover a uniformidade e o desenvolvimento de materiais genéticos altamente dependentes de insumos externos (MACHADO, 2014). Este cultivo tradicional a campo é o sistema mais importante de cultivo de alface em termos

de área e de produção e concentra-se próximos aos grandes centros urbanos (HEINZ; SUINAGA, 2009).

O cultivo hidropônico representa uma alternativa ao cultivo convencional (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012), no qual o solo é substituído por uma solução aquosa, contendo apenas os minerais necessários aos vegetais (FURLANI, 1998). Apresenta vantagens como produção em pequenas áreas, utilização de baixa quantidade de água e fertilizantes, redução do número de operadores durante o ciclo da cultura, antecipação da colheita e redução de defensivos agrícolas. As desvantagens são o alto investimento inicial e a necessidade de treinamento especializado (FAQUIN et al., 1996). De acordo com estudos a alface é a hortaliça mais importante produzida neste sistema (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012).

A agricultura orgânica surgiu como um modelo de cultivo alternativo envolvendo a prática de produção vegetal sem o uso de compostos artificiais como fertilizantes e pesticidas químicos solúveis, drogas veterinárias, hormônios e antibióticos (LIMA; VIANELLO, 2011; ARAÚJO et al., 2014). O setor de produção de alimentos tem sido atraído a adotar práticas orgânicas, pois envolvem consequências ambientais perceptíveis na qualidade dos alimentos, na promoção da saúde humana, no equilíbrio ambiental, na preservação da biodiversidade e nas atividades biológicas do solo (TURNER et al., 2007). De acordo com Brasil (2006) a alface é uma das principais hortaliças produzidas neste sistema.

O avanço do melhoramento genético tem possibilitado o surgimento de novas cultivares que visam aumento de produtividade, maior resistência a pragas e doenças, melhor qualidade nutricional e adaptabilidade, as quais estão sendo apresentadas ao mercado (BORÉM, 2005).

O segmento de alface crocante tem sido uma inovação para a alficultura brasileira, pois apresenta características vantajosas para o cultivo no verão em pleno campo no sistema convencional de canteiros, cultivo protegido e hidropônico, sendo superior em relação às crespas convencionais (SALA, 2011). Dentro deste segmento, foram desenvolvidas a cultivar cv. Romanela e a cv. Rubinela. A alface Romanela é a primeira cultivar nacional

que apresenta folhas de maior espessura, limbo foliar de margem ondulada e coloração verde clara, além de gosto adocicado, sendo uma nova opção de cultivar de alface do tipo Romana. A cv. Rubinela é tropicalizada, resistente ao míldio (*Bremia lactucae*) e tolerante ao pendoamento precoce. Apresenta coloração vermelha brilhante, porte grande e folhas espessas. Trata-se da primeira cultivar crocante de coloração vermelha (AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UFSCar, 2013).

Tendo em vista o número reduzido de pesquisas relacionadas à qualidade físico-química e sensorial de hortícolas produzidas em diferentes sistemas e em virtude de novas cultivares de alface desenvolvidas é que se propôs a realização deste trabalho. A hipótese científica testada pretendeu avaliar se existem diferenças físico-químicas e sensoriais com relação às duas novas cultivares de alface, Romanela e Rubinela, produzidas em três sistemas de produção: convencional, hidropônico e orgânico, uma vez que esses sistemas de cultivo são importantes para a produção de alface no Brasil e apresentam diferenças no manejo.

2. OBJETIVOS

Considerando-se que a qualidade da alface pode ser influenciada pelo sistema de produção e o recente lançamento das cultivares Romanela e Rubinela no mercado, este trabalho teve como objetivo verificar a influência destes sistemas nas características físico-químicas e sensoriais das alfaces, cujos parâmetros são importantes para o produtor e o consumidor.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. ALFACE

3.1.1. Origem e classificação botânica da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) originou-se de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2008). Provavelmente originária do Egito, onde as primeiras indicações de sua existência datam 4500 a.C. Disseminou-se pela Europa juntamente com a expansão do império romano e chegou ao Brasil no século XVI trazida pelos portugueses (AGUIAR et al., 2014). A alface é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à classe Magnoliopsida, ordem Asterales, família Asteraceae, subfamília Cichorioideae, gênero *Lactuca* e espécie *Lactuca sativa* L. (WIKISPECIES, 2016).

É uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prende as folhas, a parte comestível da planta, que são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça”, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar. Possui um sistema radicular pivotante ramificado e superficial, explorando os primeiros 25 cm do solo, quando a cultura é transplantada em campo. Em semeadura direta, a raiz atinge até 60 cm de profundidade (FILGUEIRA, 2008).

Suas inflorescências são do tipo panícula contendo vários botões florais dominados capítulos, formados por 10 a 25 flores ou floretes. Estas possuem uma única pétala amarelada, envolvida por brácteas imbricadas que formam involúcro. O ovário é unilocular contendo único óvulo (RYDER, 1986).

Para o florescimento, que se inicia com o pendoamento, são necessárias temperaturas altas e fotoperíodo longo. A etapa vegetativa do ciclo é favorecida em dias curtos ou temperaturas amenas ou baixas (FILGUEIRA, 2008; CRODA et al., 2008).

3.1.2. Importância econômica da alface

A alface é um dos vegetais com maior consumo e importância econômica mundial, extensivamente cultivada em todos os continentes, particularmente em regiões temperadas e subtropicais (MOU, 2008). A China domina a produção mundial de alface, sendo também o principal país em consumo. Em segundo lugar em produção está os EUA seguidos pela Índia. Outros principais produtores em ordem decrescente incluem: Espanha, o maior produtor da União Europeia, Japão, Turquia e México (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION - FAOSTAT, 2011).

A alface é a hortaliça folhosa de maior importância econômica no Brasil (SALA; COSTA, 2012), explorada em todo território nacional, com uma área estimada de cultivo de aproximadamente 39 mil ha (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE MUDAS E SEMENTES - ABCSEM, 2012). Seu cultivo é de maneira intensiva, geralmente praticada pela agricultura familiar e com geração de cinco empregos diretos por hectare (COSTA; SALA, 2005).

Os dados do censo agropecuário 2006, último censo realizado, apontam que a produção nacional de alface foi de aproximadamente 525.602 t., destacando a região Sudeste com uma produção aproximada de 350.376 t. O Estado de São Paulo com 7.188 estabelecimentos possui uma produção de 164.774 t. representando aproximadamente 47% da produção de alface na região Sudeste do país (BRASIL, 2006). Em 2015, de acordo com os dados do Instituto de Economia Agrícola (IEA), no estado de São Paulo, o cultivo de quatro tipos de hortaliças de folhas e flores ocupou 23,3 mil hectares. A maior parte da área, de 11,1 mil hectares, foi destinada ao plantio de alface. O restante do espaço dividiu-se entre plantações de repolho, couve-flor, brócolis e couve (ANUÁRIO BRASILEIRO DAS HORTALIÇAS, 2016). Camargo Filho; Camargo; Camargo (2013), em estudos sobre a produção de olerícolas no Brasil e no Estado de São Paulo, concluíram que a alface é a folhosa com

maior área cultivada (28,4%) e os municípios de Mogi das Cruzes, Ibiúna, Piedade e Biritiba-Mirim cultivam ao redor de 66,0% da área estadual

O consumo de alface pela população brasileira é, em média, 1,5 kg por ano o que dá, em números totais, mais de 300 mil toneladas de alface (EAEAGRICOLA, 2014).

3.1.3. Classificação e valor nutricional da alface

Em 1997, surgiu o Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros como resposta aos principais problemas das cadeias de produção de frutas e hortaliças: a inexistência de padrões mensuráveis de qualidade e a melhoria de embalagens. Em 2002, esse Programa passou a chamar Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura por decisão da Câmara Setorial de Frutas e da Câmara Setorial de Hortaliças, Cebola e Alho da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, tornando-se um programa de atuação nacional para atender a demanda de outros estados brasileiros. É um programa de adesão voluntária e de auto-regulamentação setorial, sendo o Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP o responsável pela sua operacionalização. Segundo o Programa, a alface é classificada em cinco grupos: crespa, americana, mimosa, lisa e romana; e dois subgrupos: verde e roxa (HORTIBRASIL, 2009).

A alface produzida no solo contém em 100g de partes comestíveis aproximadamente 94% de umidade; 18 kcal; 3,5g de carboidratos totais, sendo 0,7g de fibras; 1,3g proteína; 0,3g de gordura; 68mg de cálcio; 27mg de fósforo; 1,4mg de ferro; 264mg de potássio; 0,05mg de tiamina; 0,08mg de riboflavina; 0,4mg de niacina; 1900UI de vitamina A e 18mg de vitamina C (SGARBIERI, 1987), cujos teores variam de acordo com a cultivar, além de ser rica em flavonoides e lactucina (SILVA et al., 2011).

Considerada um alimento saudável, a alface é consumida principalmente fresca em saladas, devido ao seu sabor agradável e facilidade de preparo, conservando as suas propriedades nutritivas quando comparada aos legumes cozidos ou processados, tornando-se uma boa fonte de vitaminas e sais

minerais, além do baixo teor de calorias, sendo indispensável em dietas alimentares. (MOTA et al., 2012; KIM et al., 2016).

3.2. ALFACES DAS CULTIVARES ROMANELA E RUBINELA

3.2.1. Histórico da alfacicultura brasileira

Com os avanços em melhoramento genético da alface, novas cultivares têm sido lançadas no mercado, desenvolvidas, principalmente, por instituições de ensino e pesquisa as quais geralmente associam-se a empresas produtoras de sementes. Essas cultivares são adaptadas às condições climáticas de verão com alta pluviosidade, incluindo genótipos com tolerância ou resistência a doenças e ao pendoamento precoce (LÉDO, SOUSA, SILVA, 2000; SALA; COSTA, 2012).

Até a década de 80 prevalecia, no Brasil, o consumo de alface “manteiga”, também conhecida como alface lisa, sendo as cultivares centenárias “White Boston” e “San Rivale” os padrões da alface lisa do tipo repolhuda. No início da década de 90 a alface lisa ainda correspondia a 51% do volume de alface comercializado na grande São Paulo, sendo o sistema de cultivo da alface dominado por essas cultivares (SALA; COSTA, 2012).

O surgimento da cultivar “Regina” mudou o padrão da alface lisa tipo repolhuda para o tipo lisa sem cabeça, permitindo ampliar o período de cultivo da alface no verão (SALA; COSTA, 2012).

Sala; Costa (2012) descrevem as mudanças ocorridas na alfacicultura brasileira. A substituição da alface lisa “Regina” pela alface crespa “Grand Rapids” foi uma das grandes mudanças nas últimas décadas, tanto para o mercado produtor como para o consumidor. De acordo com os dados da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), o volume de alface crespa comercializado para o ano de 2013 correspondeu a 44,45% do volume comercializado no Estado (CARVALHO; SABBAG, 2015).

O uso da alface tipo crespa como preferência no Brasil é um fato único em relação à alfacicultura mundial (COSTA; SALA, 2005). A alface crespa

domina o mercado devido a duas características principais. A primeira é por ter uma arquitetura aberta, sem formação de cabeça, sendo importante para o cultivo na época de verão, quando chove muito, pois essa arquitetura permite que a água escoe evitando o apodrecimento da planta. A segunda característica é a presença de folhas flabeladas, bordos foliares ondulados, folhas tenras, flexíveis, verde-claras e boa produção de massa foliar que não se quebra com facilidade. Assim, a alface crespa se adequa ao sistema de comercialização em caixas de madeira, com o mínimo de injúrias e quebra das folhas, suportando o encaixamento de até 24 a 60 unidades (SALA; COSTA, 2012)

Outra importante mudança na cultura de alface no Brasil foi a aceitação do mercado consumidor pela alface americana, a partir do início dos anos 90, principalmente devido à sua crocância, com o consumo passando de 9% em 1995 para mais de 34% em 2010. O seu cultivo tem-se ampliado no país com a expansão das lanchonetes *fast-foods* que demandavam por uma matéria prima desse tipo de alface, pela sua crocância, textura, sabor e resistência ao calor do sanduiche, e a crescente demanda de consumo pela classe média-alta (SALA; COSTA, 2008). Contudo, essa alface oferece desvantagem ao produtor pois ela é uma criação americana adaptada ao clima daquele país, surgindo a necessidade de novas cultivares mais adaptadas a temperatura e regime de chuvas do Brasil, principalmente no verão (SALA; COSTA, 2012).

Outros segmentos da alface tais como mimosa, romana e vermelha tem baixa expressividade de cultivo e consumo no país ao longo das últimas décadas (SALA; COSTA, 2012). De acordo com os dados do SIEM – Sistema de Estatística e Informação de Mercado da Ceagesp - de 2002 a 2012 citado por Gutierrez; Rocha (2013), a participação da alface romana foi pequena, mas cresceu de 1 para 2%. A alface mimosa passou a fazer parte das estatísticas da Ceagesp apenas em 2007. A sua participação, ainda pequena e crescendo devagar, foi de 5% em 2007 para 6% em 2012.

Há um mercado para os segmentos ainda pouco explorados e para novos tipos de alface com grande potencialidade de crescimento tais como mini alface, *baby leaf*, *frizze* e *crocante* (SALA; COSTA, 2012).

O segmento de alface crocante, lançada comercialmente em 2010, é um conceito inovador que mescla característica de alface crespa com as qualidades da alface americana. Apresenta folhas com textura e crocância equivalentes à da americana, flabeladas e coloração verde clara como as do tipo crespa e com ondulações nos bordos foliares. Não apresenta formação de cabeça no verão, vantajoso para a época quando as perdas pelos alfacicultores são altas. É considerada uma cultivar tropicalizada, de pendoamento lento, recomendada para o cultivo no verão em pleno campo no sistema convencional de canteiros, cultivo protegido e hidropônico, destacando-se com superioridade quando comparada às crespas convencionais (SALA; COSTA, 2012).

3.2.2. Alface cv. Romanela

A cv. Romanela é a primeira cultivar nacional que apresenta folhas de maior espessura, limbo foliar de margem ondulada e coloração verde clara, além de sabor adocicado, sendo uma nova opção de cultivar de alface do tipo Romana. Assim, a Romanela é a primeira cultivar 3:1 do mercado: é crocante, crespa e romana, tornando a cultivar distinta das demais do mercado (AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UFSCar, 2013).

O desenvolvimento da Romanela levou cinco anos e o processo de desenvolvimento adotado para a sua criação foi um processamento clássico em que são realizados cruzamentos com diferentes tipos de alface já existentes no mercado, agregando as características desejadas. A alface Romanela é o resultado do cruzamento de uma alface romana com uma alface Brunela, criada anteriormente também no segmento crocante (AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UFSCar, 2013).

3.2.3. Alface cv. Rubinela

Segundo a Agência de Inovação da UFSCar (2013), cv. Rubinela é outra nova cultivar de alface do segmento de alface crocante, tropicalizada e resistente ao míldio (*Bremia lactucae*) e tolerante ao pendoamento precoce. É

oriunda de um cruzamento de uma alface vermelha com a alface americana, onde o atributo de folha grossa e espessa da alface americana foi cruzada com uma alface vermelha, originando uma variedade de cor vermelha e brilhante, mas com a característica de crocância da alface americana. Trata-se da primeira cultivar crocante de coloração vermelha, uma vez que todas as alfases de coloração vermelha existentes possuem folhas finas e sem crocância

As folhas da cv. Rubinela tendem a se imbricar, resultando em folhas centrais com coloração mais clara, tendendo ao amarelado, o que a torna ideal para a confecção de saladas finas e coloridas.

3.3. Sistemas de produção

No Brasil, o cultivo de alface vem sendo realizado pelos sistemas convencional, orgânico (ambiente aberto ou protegido) e hidropônico (ambiente protegido), e estes sistemas diferenciam-se em vários aspectos de manejo que podem influenciar nas características dessas hortaliças folhosas (ROCHA; MENDES; BARBOSA, 2008; HENZ; SUINAGA, 2009).

3.3.1. Sistema de cultivo convencional

O sistema convencional, de acordo com Gliessman (2000), tem dois principais objetivos que se relacionam: a maximização da produção e a maximização do lucro. Para alcançar esses objetivos, seis práticas básicas formam a coluna dorsal da agricultura convencional – cultivo intensivo do solo, monocultura, irrigação, aplicação de fertilizante inorgânico, controle químico de pragas e manipulação genética de plantas cultivadas – cada prática contribuindo individualmente com a produtividade, mas, como um todo, formam um sistema no qual cada uma depende das outras reforçando a necessidade de aplicá-las. Este modelo de agricultura tem buscado, além do aumento de produtividade, a diminuição da diversidade de culturas plantadas e a venda de alimentos o mais barato possível (DAROLT, 2013). Esses ganhos em quantidade foram obtidos à custa da qualidade (DAROLT, 2013), ao

esgotamento de recursos naturais e aumento da dependência de recursos não-renováveis, à degradação ambiental como a contaminação de lençóis freáticos e diminuição da fertilidade do solo, à exclusão social e à contaminação dos alimentos com agrotóxicos (GLIESSMAN, 2000).

Atualmente, o sistema de cultivo convencional é o principal sistema de produção de frutas e hortaliças, no qual esses alimentos são cultivados diretamente no solo, fazendo uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos altamente solúveis com o objetivo de maior rendimento nas colheitas de modo a satisfazer quantitativamente as necessidades do mercado (CARMO et al., 2016). Porém, esses agroquímicos podem alterar a composição e qualidade dos alimentos, além da contaminação ambiental, do produtor e do consumidor (STERTZ et al., 2004).

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

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) através do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) iniciou, em 2001, o projeto Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), visando avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal que chegam à mesa do consumidor, sendo um indicador da ocorrência de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Em 2003, o projeto transformou-se em programa, através da Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº. 119 de 19 de maio de 2003, e passou a ser desenvolvido anualmente no âmbito do SNVS (BRASIL, 2003). Segundo o Relatório das Análises de Amostras Monitoradas no período de 2013 a 2015, das 448 amostras de alfaces, 285 amostras foram consideradas satisfatórias, sendo que 222 não apresentaram resíduos dos agrotóxicos pesquisados e 63 apresentaram resíduos em concentrações iguais ou inferiores ao LMR (Limite Máximo de Resíduo autorizado). Em 37 das amostras foi detectada a presença de resíduos acima

do LMR. Das amostras analisadas, 153 amostras apresentaram agrotóxicos não autorizados para uso na cultura de alface (BRASIL, 2016).

3.3.2. Sistema de cultivo hidropônico

A hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido com a substituição do solo por um meio inerte no qual é adicionada uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais essenciais aos vegetais (RESH, 2012).

As primeiras experiências de cultivo de plantas sem solo foram realizadas por volta de 1600 pelo belga Jan Van Helmont mostrando que as plantas obtêm substâncias para o seu crescimento da água. Entretanto, existem relatos de plantas cultivadas sem solo muito antes disso, como os jardins suspensos da Babilônia, os jardins flutuantes dos Asteca no México e os da China. Hieróglifos egípcios que datam centenas de anos antes de Cristo também descrevem o cultivo de plantas em água (RESH, 2012).

Na década de 30, o Dr. William Frederick Gericke da Universidade da Califórnia (EUA) colocou em escala comercial seus experimentos laboratoriais em nutrição de plantas e criou o termo “hidroponia”, do grego hydro = água; ponos = trabalho.

O grande marco no desenvolvimento da hidroponia econômica e comercial foi o conceito de NFT (*Nutrient Film Technique*), traduzido como Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes, desenvolvido pelo inglês Allen Cooper em 1965, sendo esta a técnica mais utilizada em hidroponia (JONES JUNIOR, 2005). Neste sistema, as plantas são cultivadas em canais de cultivo por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador. As raízes das plantas ficam apenas parcialmente submersas na lâmina de solução nutritiva que circula, de forma a permitir a respiração normal das raízes. O sistema é fechado, pois, a solução nutritiva flui do reservatório para os canais e deste, retorna novamente ao reservatório. Os canais apresentam declive entre 1 a 3% para escoar a solução nutritiva (SANTOS; MINAMI, 2002; BEZERRA; BARRETO, 2011).

Assim como qualquer aplicação de técnicas não convencionais, o sistema hidropônico exige o monitoramento constante de vários parâmetros relativos à solução nutritiva e ambiente como pH, condutividade elétrica (que fornece uma estimativa indireta da concentração da solução nutritiva), umidade e temperatura (FURLANI et al., 2009).

Bezerra; Barreto (2011) destacam algumas vantagens aplicáveis ao sistema hidropônico: melhor controle sobre a composição dos nutrientes fornecidos às plantas, redução no ciclo da cultura e maior produtividade, menor consumo de água e de fertilizantes, melhor controle fitossanitário, redução em alguns tratamentos culturais, dispensa rotação de cultura, redução de riscos climáticos, produção fora de época, melhor qualidade e preço do produto, produção próxima ao consumo e rápido retorno do capital. No entanto, deve-se considerar o custo de implantação e o alto nível tecnológico exigido nesse sistema (MARTINEZ; BARBOSA, 1996).

No Brasil, a alface é a hortaliça mais importante produzida no sistema hidropônico NFT (PAULUS et al., 2012) devido ao seu pioneirismo nesse sistema de produção, por ter fácil aceitação no mercado consumidor, apresentar um ciclo curto de produção (45-60 dias), alta produtividade e rápido retorno do capital investido (LOPES et al., 2003).

3.3.3. Sistema de cultivo orgânico

Considerada como uma alternativa ao desenvolvimento sustentável, a agricultura orgânica tem se desenvolvido grandemente nas últimas décadas em vários países do mundo e no Brasil, contribuindo com uma parcela significativa para a economia nacional (SANTOS et al., 2012).

O termo orgânico é empregado para designar sistemas não convencionais de cultivo da terra, baseados em princípios ecológicos. A agricultura orgânica compreende todos os sistemas agrícolas comprometidos com a produção sustentável de alimentos e outros produtos não alimentos (cosméticos, óleos essenciais etc.) de modo ambiental, social e economicamente responsável, visando contribuir com a preservação da vida e

da natureza, empregando métodos de cultivos tradicionais e as mais recentes tecnologias ecológicas. Os movimentos e processos que adotam esses princípios básicos (agroecológicos) também fazem parte da agricultura orgânica, tais como: agriculturas alternativa, biológica, natural, biodinâmica, permeacultura e agroecológica (PENTEADO, 2001; FONSECA et al., 2009).

A agricultura orgânica surgiu de 1925 a 1930 com os trabalhos do inglês Albert Howard feitos na Índia durante 40 anos de pesquisa, os quais ressaltam a importância da matéria orgânica nos processos produtivos, procurando demonstrar a relação da saúde e da resistência humana às doenças com a estrutura orgânica do solo, uma vez que nele ocorre uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais à saúde das plantas (“solo vivo”) (PENTEADO, 2001; SAMINÉZ et al., 2007).

A agricultura orgânica foi institucionalizada no mundo em 1972 com a criação da IFOAM – International Foundation for Organic Agriculture Movements – e a publicação de suas normas em 1978. No início da década de 90 foram criados os regulamentos técnicos para a produção orgânica de produtos de origem vegetal da Comunidade Econômica Europeia (EC 2091/91), o maior mercado de orgânico na época. O *Codex Alimentarius*, programa conjunto da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial da Saúde (OMS), no final da década, estabeleceu diretrizes para a produção orgânica de origem vegetal e, em 2001, editou diretrizes para a produção animal. O *Codex* é a norma internacional de referência para as negociações comerciais de alimentos nos acordos de barreiras técnicas ao comércio (TBT) e medidas sanitárias e fitossanitárias (SPS) da Organização Mundial do Comércio (OMC).

No Brasil, no início dos anos 70, a oposição em relação ao padrão produtivo agrícola convencional concentrava-se em torno de um amplo conjunto de propostas “alternativas”, movimento que ficou conhecido como “agricultura alternativa” Esse movimento ganhou força na década de 80 com a realização de quatro Encontros Brasileiros de Agricultura Alternativa (EBAAs) ocorridos nos anos de 1981, 1984, 1987 e 1989 (HISTÓRIA..., 2017). O

sistema de cultivo orgânico, em bases tecnológicas, teve início, em pequena escala, no final da década de 1970 (SANTOS et al., 2012).

A mobilização das ONGs brasileiras que trabalhavam direta ou indiretamente com a agroecologia, em 1999, resultou na publicada a Instrução Normativa 007/99 (BRASIL, 1999), que traz, entre outras novidades a criação de um Órgão Colegiado Nacional e dos respectivos órgãos estaduais, responsáveis pela implementação da Instrução Normativa e fiscalização das certificadoras e a exigência de que a certificação seja conduzida por entidades nacionais e sem fins lucrativos (PAULA JUNIOR et al., 2005).

A Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003 é o principal marco legal da agricultura orgânica brasileira, que estabelece critérios para a comercialização de produtos, define responsabilidades pela qualidade orgânica, pelos procedimentos relativos à fiscalização, à aplicação de sanções, ao registro de insumos e à adoção de medidas sanitárias e fitossanitárias que não comprometam a qualidade orgânica dos produtos (SAMINÉZ et al., 2007).

De acordo com a lei, a agricultura orgânica tem que ofertar produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais; preservar a diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção; incrementar a atividade biológica do solo; promover um uso saudável do solo, da água e do ar; e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas; reciclar resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não renováveis (BRASIL, 2003).

O cultivo da alface também pode ser em campo aberto no sistema orgânico, de acordo com as normas preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou de certificadoras (BRASIL, 1999). O acompanhamento da produção e a auditoria pelas certificadoras são importantes ferramentas que garantem a origem e a qualidade dos produtos orgânicos, inclusive com um selo e rastreabilidade (HENZ; SUINAGA, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material vegetal

As mudas das alfaces das cultivares Romanela e Rubinela, pertencentes ao Programa de Melhoramento Genético do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar), foram produzidas em bandejas de plástico descartáveis de 200 células cada, preenchidas com substrato de fibra de coco e mantidas em ambiente protegido para produção com irrigação por microaspersão de forma intermitente por aproximadamente 30 dias. As mudas foram transplantadas nos três sistemas de cultivo após este período.

O desenvolvimento das plantas teve duração de aproximadamente 35 dias. As mudas foram plantadas nos três sistemas entre os dias 11 e 15 de maio de 2015 e as colheitas das alfaces dos três sistemas foram realizadas entre os dias 22 e 26 de junho 2015 entre 7:00 – 8:00 horas.

As amostras foram transportadas em sacos plásticos próprios para alimentos para realização das análises.

4.2. Sistemas de cultivos

4.2.1. Sistema de cultivo convencional

O cultivo convencional das alfaces cv. Romanela e cv. Rubinela foi realizado na Área Experimental de Horticultura, localizado no CCA/UFSCar, Campus de Araras-SP (22°30'84" S; 47°38'11"; 663 m de altitude). A Tabela 1 apresenta a caracterização química do solo, na profundidade de 0-20 cm.

Tabela 1. Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20cm da área experimental da Horticultura localizado no CCA – UFSCar (Araras / SP).

Características avaliadas	Valores
Matéria orgânica	39 g/cm ³
pH em H ₂ O	6,1
Fósforo resina	137 mg/dm ⁻³
Potássio resina	11 mmolc.dm ⁻³
Cálcio	63 mmolc.dm ⁻³
Magnésio	15 mmolc.dm ⁻³
Acidez potencial	25 mmolc.dm ⁻³
Soma de bases	89 mmolc.dm ⁻³
Capacidade catiônica	114 mmolc.dm ⁻³
Índice de saturação por bases	78 mmolc.dm ⁻³

Os canteiros foram preparados com encanteiradeira, sendo a adubação do plantio, cobertura e demais tratos culturais realizados seguiram a recomendação de Filgueira (2008). O espaçamento adotado foi 25 cm x 25 cm entre planta e linha, respectivamente.

4.2.2. Sistema de cultivo hidropônico

O cultivo hidropônico das alfaces foi realizado na mesma área que o cultivo convencional. As mudas foram mantidas em berçário por 10 dias e, foram levadas para os perfis hidropônicos definitivos. Utilizou-se o sistema hidropônico NFT (Nutriente Film Technique) com perfis de polipropileno trapezoidal (TP90), com bancadas de 9% de queda para passagem da solução nutritiva e espaçamento de 25 cm x 25 cm entre plantas e perfis. A solução nutritiva utilizada foi a citada por Furlani et al. (1998) (Tabela 2). O sistema

hidropônico foi instalado sob telado vermelho 35%, pH mantido na faixa de 5,5 a 6,5 e a condutividade elétrica na faixa de 1,5 miliSiemens/cm.

Tabela 2. Solução hidropônica composta para o preparo de 1000L.

Compostos	Quantidade
Nitrato de cálcio	750g
Nitrato de potássio	500g
Fosfato de monoamônio (MAP)	150g
Sulfato de magnésio	350g
Micronutriente CONPLANT®, do tipo Standart	20g

4.2.3. Sistema de cultivo orgânico

Para o cultivo orgânico, as mudas das cultivares das alfaces Romanela e Rubinela foram encaminhadas a um produtor no Município de Cordeirópolis-SP (22°27'43.07S 47°24'17.76"W), certificado pelo Organismo de Inspeção e Certificação - ECOCERT. A produção foi realizada conforme os procedimentos locais. O espaçamento adotado foi 30 cm x 30 cm entre planta e linha, respectivamente. Na Tabela 3 esta apresentada a caracterização química do solo em profundidade de 0 - 20 cm.

Tabela 3. Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20cm para produção orgânica localizada no Município de Cordeirópolis – SP.

Características avaliadas	Valores
Matéria orgânica	42 g/cm ⁻³
pH em H ₂ O	6,6
Fósforo resina	322 mg/dm ⁻³
Potássio resina	18 mmolc.dm ⁻³
Cálcio	75 mmolc.dm ⁻³
Magnésio	30 mmolc.dm ⁻³
Acidez potencial	25 mmolc.dm ⁻³
Soma de bases	123 mmolc.dm ⁻³
Capacidade catiônica	148 mmolc.dm ⁻³
Índice de saturação por bases	83 mmolc.dm ⁻³

4.3. Análises das alfaces

As metodologias descritas a seguir foram as utilizadas para as alfaces cv. Romanela e cv. Rubinela.

4.3.1. Análises físico-químicas das cultivares das alfaces

4.3.1.1. Análise de área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

A determinação da área foliar das alfaces foi realizada após a colheita das plantas das alfaces no Laboratório do Programa de Melhoramento Genético da Cana de Açúcar (PMGCA) do CCA/UFSCar. Para determinar a área foliar utilizou-se um integrador de área foliar Li-cor 3000A (Licor Inc., Lincon, Nebraska, EUA). Para cada sistema de cultivo foram selecionadas três plantas de alface, cujas as folhas foram higienizadas e separadas de acordo com o tamanho (pequena, média e grande). De cada planta, foram selecionadas cinco folhas grandes e íntegras. A leitura da área foliar foi realizada em triplicata para cada folha, totalizando 15 leituras por amostra. Os resultados da área foliar foram expressos em milímetros quadrados (mm²).

A medida do tamanho da folha foi feita com uma régua, sendo as medidas (cm) na horizontal para a largura e na vertical para o comprimento das mesmas folhas utilizadas na área foliar. A área foliar unitária (AFU) foi calculada através da relação do comprimento (cm) e da largura (cm) da folha, de acordo com a metodologia aplicada por Linhares et al. (2013), e o resultado foi expresso em centímetros quadrados (cm²):

$$AFU_{(cm^2)} = C_{(cm)} \times A_{(cm)}, \text{ onde:}$$

AFU = área foliar unitária (cm²)

C = comprimento da folha (cm)

A = altura da folha (cm)

4.3.1.2. Análise de massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

As determinações de massa fresca (inicial e final) e perda de massa das alfaces foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP). As pesagens das plantas foram feitas em balança semi-analítica (Micronal, modelo B3600), com precisão de 0,01g.

O armazenamento das alfaces durante o experimento ocorreu em câmara de refrigeração controlada à $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 85 a 90% e o acondicionamento das plantas foi em sacos plásticos de mesmo tamanho, mantidos abertos durante o período de armazenamento.

Para cada sistema foram utilizadas três plantas da alface de cada cultivar e sistema estudados. As plantas foram mantidas com raízes durante todo o procedimento. Cada planta foi pesada durante doze dias e os resultados foram expressos em grama (g).

A perda de massa foi determinada pela diferença entre a massa fresca inicial e a massa fresca final da amostra, com resultados expressos em porcentagem (%). A fórmula para o calcula da perda de massa é:

$$\text{Perda de Massa}_{(\%)} = \frac{(m_{fi(g)} - m_{ff(g)})}{m_{fi(g)}} \times 100, \text{ onde:}$$

m_{fi} = massa fresca inicial (g)

m_{ff} = massa fresca final (g)

4.3.1.3. Análise de turgescência Inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência

A análise de turgescência das alfaces foi realizada no Laboratório no de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP).

As análises de turgescências inicial, final e perda de pressão de turgescência foram realizadas utilizando o equipamento Wiltmeter® (Embrapa,

São Carlos, São Paulo, Brasil) e metodologia descrita por Calbo, Ferreira, Pessoa (2008). As plantas foram mantidas com raízes durante todo o procedimento. No período do experimento as amostras ficaram armazenadas individualmente em saco plástico de polietileno aberto, sob refrigeração controlada em câmara à $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) controlada de 85 a 90%.

Foram utilizadas três plantas de cada alface de cada sistema de cultivo das quais foram selecionadas e marcadas duas folhas da área externa. As folhas não foram retiradas das plantas. As medidas foram feitas à temperatura ambiente ($\pm 20^{\circ}\text{C}$), diariamente, durante doze dias, obtendo-se final destes dias a turgescência final expressa em kgf/cm^2 .

A determinação da perda de pressão de turgescência foi realizada utilizando o cálculo da diferença entre os valores de turgescência inicial e turgescência final e os resultados foram expressos em porcentagem (%)

4.3.1.4. Análise de cor instrumental das alfaces

A análise da instrumental da cor foi realizada no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP), tanto para a cv. Romanela como para a cv. Rubinela. A análise das folhas foi avaliada utilizando o sistema de leitura L^* , a^* e b^* utilizando o colorímetro Konika Minolta, modelo CR400s, (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., New Jersey, EUA) calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L, a^* , b^* – CIELAB) (MINOLTA, 2007). A coordenada L representa a luminosidade da folha variando de 0 (negro) a 100 (branco); a coordenada a^* , que caracteriza a coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$); a coordenada b^* indica coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). A leitura foi realizada em três folhas da área externa de duas plantas de alface de cada sistema de cultivo, totalizando seis leituras por cultivo.

4.3.1.5. Preparo das amostras para as análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos

As análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e teor de compostos fenólicos totais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP.

Para cada sistema de cultivo foram utilizados dois pés de alface de cada cultivar. Cada planta foi triturada separadamente em processador de alimentos, gerando duas amostras por sistema de cultivo. A polpa resultante da trituração foi centrifugada utilizando-se centrífuga refrigerada de bancada microprocessada da marca Hettich modelo Rotina 380R a 8000g a uma temperatura de 4°C por 15 minutos. O sobrenadante foi separado e armazenado em tubo de rosca sob refrigeração a uma temperatura de 8°C±1°C.

4.3.1.5.1. Análise de pH

O pH foi medido em pHmetro de bancada da marca Edutec modelo EEQ9003-110 com a imersão do eletrodo no extrato, sendo feita duas medições para cada amostra preparada.

4.3.1.5.2. Sólidos solúveis totais

O conteúdo de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta do extrato em refratômetro digital de bancada da marca Atago modelo RX-5000α-Plus, com ajuste automático de temperatura para 25°C e resultados expressos em °Brix. De cada amostra preparada foram feitas duas leituras.

4.3.1.5.3. Acidez titulável

A acidez titulável total foi determinada por titulação com solução padronizada de NaOH 0,1N até pH 8,1, monitorado por potenciômetro, segundo o método nº 942.15 da AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997), e os resultados expressos em gramas de ácido orgânico (equivalente ácido cítrico) por 100mL de extrato. Realizaram-se duas titulações em cada amostra preparada.

4.3.1.5.4. Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado segundo o método espectrofotométrico de Folin Ciocalteau (SINGLETON; ROSSI JUNIOR, 1965), com padrão sendo o ácido gálico, e os resultados expressos em mg equivalentes de ácido gálico (EAG) em 100 mL de extrato. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro ultravioleta-visível marca PerkinElmer modelo Lambda 25 a 725nm, analisadas três repetições de cada amostra.

4.3.2. Análise sensorial das alfaces

O projeto foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Seres Humanos da UFSCar Nº 26075213.2.0000.5504.

Os testes sensoriais das alfaces Romanela e Rubinela foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do CCA/UFSCar, com temperatura controlada a $18\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. As alfaces foram desfolhadas e as folhas selecionadas por tamanho, lavadas, sanificadas com solução 100ppm de cloro ativo por 15 minutos, centrifugadas e servidas aos avaliadores em temperatura ambiente.

Inicialmente foi realizado o levantamento de atributos da cv. Romanela e cv. Rubinela (separadamente), utilizando o método de Rede descrito por Kelly (1955) citado por Moskowitz (1983). Foi realizada uma sessão onde as amostras foram apresentadas a dez avaliadores que descreveram e registraram em ficha apropriada os atributos sensoriais percebidos.

Para a avaliação sensorial foi elaborada uma ficha contendo os atributos citados por mais de 70% dos avaliadores. Em seguida foi realizado o teste de ordenação de preferência das folhas e intenção de compra das plantas inteiras (Figuras 1 e 2).

Para o teste sensorial de ordenação foi utilizado a metodologia citada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1994). Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais sob luz branca. Foi apresentada uma folha da cv. Romanela de cada sistema de cultivo utilizando 27 avaliadores não treinados e para cv. Rubinela foram utilizados 22 avaliadores.

As alfaces foram servidas em pratos brancos codificados, e foi solicitado aos avaliadores que ordenassem as amostras em ordem crescente para cada atributo, seguido da ordenação de preferência e da intenção de compra.

Foi atribuída uma pontuação à ordenação pelo avaliador: 1 (um) ponto quando a folha foi ordenada em primeiro lugar para o determinado atributo (menor intensidade); 2 (dois) pontos quando a folha ficou na posição intermediária; 3 (três) pontos quando a folha foi ordenada em terceiro lugar para o atributo (maior intensidade). Realizou-se a somatória desses valores gerando uma pontuação final para cada atributo de cada cultivar estudada. Os valores mais baixos da somatória referem-se à menor intensidade do atributo avaliado e os valores mais altos da somatória indicam maior intensidade do atributo.

Idade: _____ Sexo: _____			
Atributo	Por favor avalie em ordem crescente os atributos sensoriais, preferencia e intenção de compra.		
Cor verde	+ clara		+ escura
Maciez da folha	- macia		+ macia
Tamanho da folha	- folha		+folha
Crocância da folha	-crocante		+ crocante
Aroma de grama	+ fraco		+ forte
Gosto doce	- doce		+ doce
Gosto amargo	- amarga		+ amarga
Preferência	- preferida		+preferida
Intenção de compra	- intenção de compra		+ intenção de compra

Figura 1. Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Romanela.

Idade: _____ Sexo: _____			
Atributo	Por favor avalie em ordem crescente os atributos sensoriais, preferencia e intenção de compra.		
Cor roxa	- roxa		+ roxa
Cor verde	+ clara		+ escura
Espessura da folha	- espessa		+ espessa
Tamanho da folha	- folha		+folha
Crocância da folha	-crocante		+ crocante
Maciez da folha	- macia		+ macia
Gosto doce	- doce		+ doce
Gosto amargo	- amarga		+ amarga
Preferência	- preferida		+preferida
Intenção de compra	- intenção de compra		+ intenção de compra

Figura 2. Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Rubinela.

4.4. Análise estatística

Os dados físico-químicos foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para checar diferenças entre as médias ($p \geq 0,05$) utilizando o programa estatístico Minitab®17 (Minitab 17 Statistical Software). Os dados do teste de ordenação foram avaliados pelo teste de Friedman (NEWELL; MacFARLANE, 1987) que indica a diferença crítica entre os totais de ordenação em nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Alface Romanela

5.1.1. Análises físico-químicas

5.1.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

As áreas foliares da alface cv. Romanela cultivada nos três diferentes sistemas não diferiram entre si, entretanto, as folhas no sistema convencional foram maiores, seguidas do sistema hidropônico e do sistema orgânico (Tabela 4).

Tabela 4. Área foliar, tamanho da folha, área foliar unitária (AFU) das alfaces cv Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
Área foliar (mm ²)	125,04 ^a	97,21 ^a	83,30 ^a
Altura da folha (cm)	24,40 ^a	22,10 ^b	18,80 ^c
Largura da folha (cm)	23,80 ^a	16,40 ^b	13,00 ^c
Área foliar unitária (cm ²)	581,50 ^a	362,80 ^b	244,90 ^c

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Viana et al. (2013) obtiveram em ambiente protegido (casa de vegetação), maiores valores para área foliar e massa fresca quando comparados com plantio em campo aberto. Em casa de vegetação ocorre menor incidência de energia solar pelo material de cobertura (RADIN et al., 2004). A expansão celular de folhas sob condições de baixa disponibilidade de energia solar resulta em folhas com maior superfície de área foliar quando comparadas àquelas que se expandiram sob condições de alta incidência solar (CHARLES-EDWARDS; DOLEY; RIMMINGTON, 1986). Feltrim et al. (2005), avaliaram 6 cultivares de alfaces do grupo americana em cultivo protegido, tanto no sistema convencional quanto em hidroponia e encontraram efeitos significativos dos sistemas de cultivo para a área foliar (AF). As plantas cultivadas em hidroponia apresentaram maior AF, cerca de 26% superiores àquelas do cultivo do solo. Sendo assim, eram esperados valores maiores desses atributos físicos no cultivo hidropônico, uma vez que este foi realizado em ambiente protegido. O tipo de cultivar possivelmente pode responder de maneiras diferentes aos sistemas de cultivo, uma vez que a manifestação do potencial produtivo da alface depende da interação genótipo x ambiente (GUALBERTO; OLIVEIRA; GUIMARÃES; 2009).

5.1.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

A alface cv. Romanela cultivada no sistema orgânico apresentou diferença nos valores de massa fresca inicial quando comparada aos cultivos convencional e hidropônico (Tabela 5). A planta orgânica obteve, em média, massa fresca inicial 62% menor que as alfaces de cultivo convencional e de cultivo hidropônico. Estes resultados correlacionam-se com o tamanho da folha e AFU, contendo, as plantas orgânicas, folhas menores e, assim, peso menor. Geralmente é aceito que o crescimento de plantas em sistema orgânico seja menor quando comparado ao sistema convencional (LAMMERTS Van BUEREN et al., 2011).

Dorais; Alsanius (2015) relataram que uma redução média de rendimento de 11% foi observada na agricultura hortícola orgânica,

principalmente devido à escassez de genótipos adaptados para este sistema, bem como aos efeitos associados ao estresse, que podem afetar culturas orgânicas mais do que culturas convencionais (por exemplo, surto de pragas e/ou desequilíbrios nutricionais). O tipo de sistema de cultivo provavelmente influenciou na produção da alface, uma vez que no sistema orgânico não faz uso de fertilizantes sintéticos, optando por técnicas conservacionistas, originando plantas menores.

Santos et al. (2010), verificaram a qualidade da alface crespa comercializada na cidade de Botucatu-SP, proveniente de diferentes sistemas de cultivo e encontraram maiores massas frescas da parte comestível nos sistemas orgânico e convencional, enquanto o hidropônico obteve menor valor apresentando-se, em média, 40% inferior ao sistema orgânico. Alfaces com massas maiores podem atingir maiores preços, uma vez que a comercialização é feita geralmente por unidade (“pé ou cabeça”) (FERREIRA et al., 2009).

Tabela 5. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa das alfaces Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
Massa fresca inicial (g/planta)	413,31 ^a	320,27 ^a	137,66 ^b
Massa fresca final (g/ planta)	374,45 ^a	286,24 ^b	110,34 ^c
Perda de massa (%)	9,22 ^b	10,56 ^b	20,60 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

O Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura – HortiBrasil, através do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, classifica as plantas de alface em classes de acordo com o limite inferior e superior de massa em gramas por planta (classes 5= <100 g; 10= 100 a <150 g; 15= 150 a <200 g; 20= 200 a <250 g; 25= 250 a <300 g; 30= 300 a <350 g; 35= 350 a <400 g; 40= 400 a <450 g; 45= 450 a <500 g; as classes seguem até 100= >1000 g) (HORTIBRASIL, 2009). Assim, a alface cv. Romanela convencional foi classificada como classe 40 (de 400 a 450 gramas); a cv. Romanela hidropônica classe 30 (de 300 a 350 g) e a cv. Romanela orgânica classe 20 (de 200 a 250 g).

A perda de massa do cultivo orgânico foi diferente dos outros sistemas de cultivos avaliados, após doze dias de armazenamento das alfaces, apresentando uma perda de massa final maior que as amostras de alface de cultivos convencional e hidropônico (Tabela 5). Do sexto dia ao oitavo dia não foram feitas as pesagens das amostras por problemas técnicos no laboratório de análise.

Durante o armazenamento de vegetais frescos há perda de água e, conseqüentemente, perda de massa (AGÜERO et al., 2011). Quando o produto colhido perde 5% a 10% de sua massa fresca, ele começa a murchar e logo se torna inutilizável (MAHAJAN; OLIVEIRA; MACEDO, 2008). Na Figura 3 observa-se o progresso das perdas de massa das amostras produzidas nos três sistemas de cultivo. A alface orgânica atingiu valores superiores a 10% de perda de massa no quinto dia de armazenamento. A Romanela hidropônica, e a Romanela convencional não haviam atingido os 10% de perda de massa no final do período de armazenamento. Santos et al. (2010) não verificaram diferença estatística na perda de massa de alface do grupo crespa cultivadas nos diferentes sistemas, ocorrendo uma perda média de 25% após 10 dias de armazenamento. Essa diferença de resultados talvez seja por serem cultivares diferentes respondendo de maneira distinta aos sistemas de cultivos estudados.

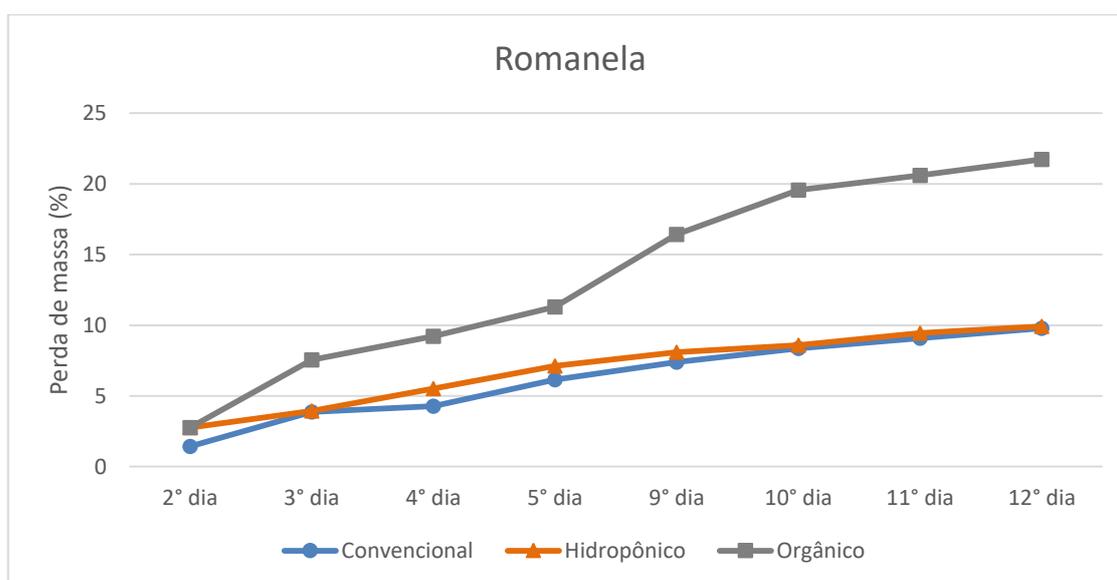


Figura 3. Análise da estabilidade da alface cv. Romanela durante 12 dias de armazenamento.

5.1.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência

As turgescências inicial e final e perda de pressão de turgescência após doze dias de armazenamento para a cv. Romanela não foram influenciadas pelos sistemas de cultivo (Tabela 6). Para hortaliças como a alface, a turgescência celular está diretamente relacionada à sua qualidade, uma vez que a pressão de turgescência das folhas é uma variável do estado da água relacionada com firmeza, crescimento e com a percepção do consumidor de murchidão e frescor (CALBO; FERREIRA; PESSOA, 2010).

A alface orgânica atingiu a maior perda de pressão de turgescência após o quinto dia de armazenamento quando já apresentava valores superiores a 10% de perda de massa. No cultivo hidropônico, a Romanela atingiu a maior perda de pressão de turgescência no décimo primeiro dia, porém ainda não havia atingido os 10% de perda de massa. A Romanela convencional apresentou a maior perda de turgescência no último dia de armazenamento, quando ainda não havia atingido os 10% de perda de massa (Figura 4 e 5). Do sexto dia ao oitavo dia não foram realizadas as medições de turgescências devido a problemas técnicos no laboratório de análise.

Tabela 6. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência das alfaces cv. Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
Turgescência inicial (kgf/cm ²)	1,650 ^a	1,483 ^a	1,500 ^a
Turgescência final (kgf/cm ²)	1,042 ^a	0,750 ^a	0,550 ^a
Perda de pressão de turgescência (%)	41,70 ^a	49,77 ^a	60,80 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

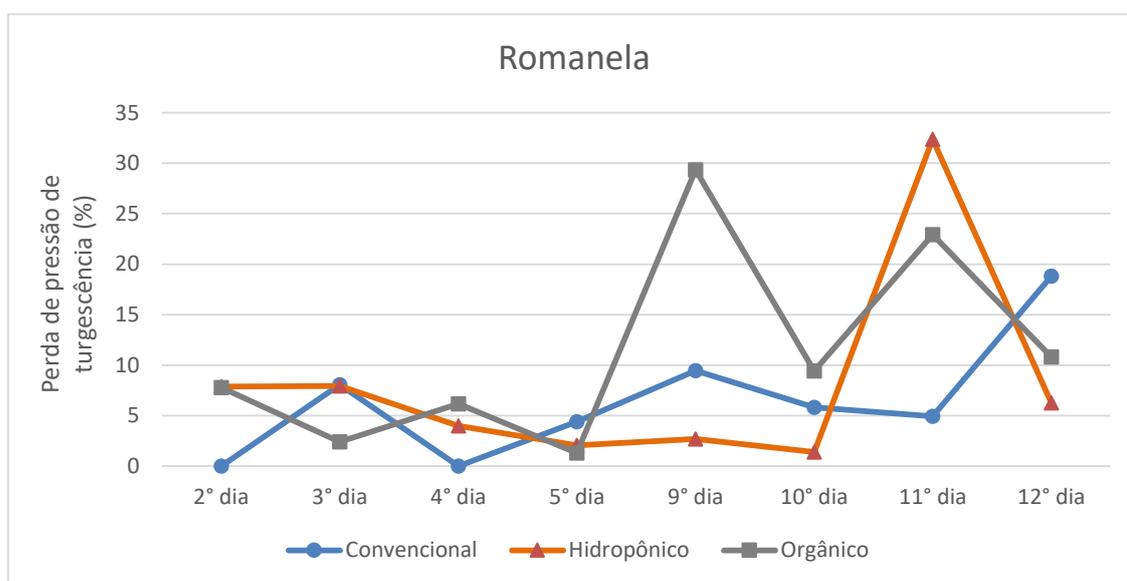


Figura 4. Análise da turgescência da alface cv. Romanela durante 12 dias de armazenamento.

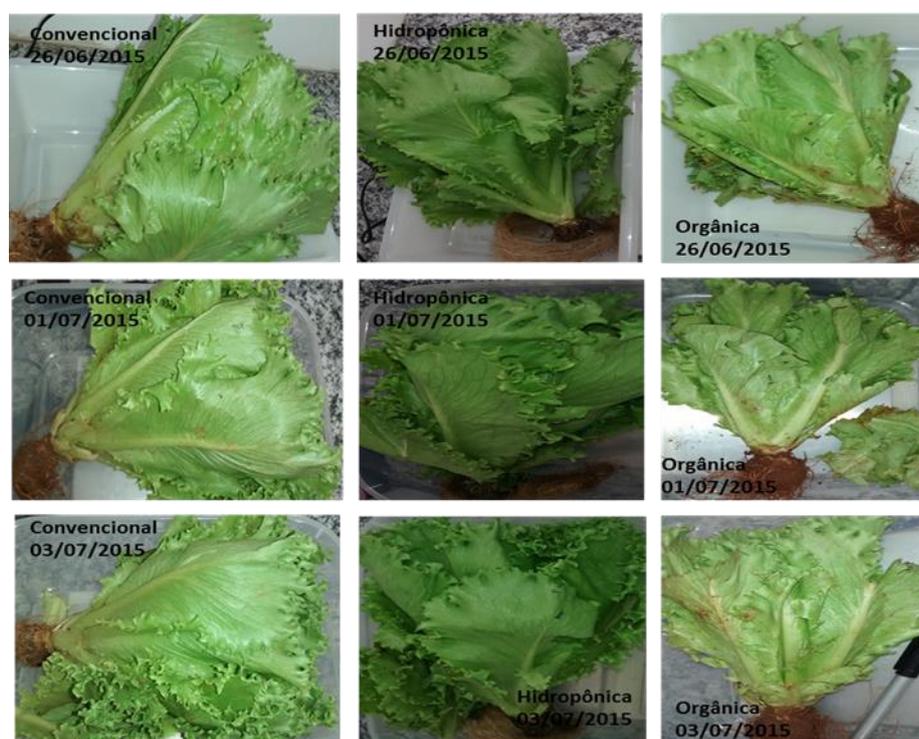


Figura 5. Aparência da alface cv. Romanela produzida nos sistemas convencional, hidropônico e orgânico no início e fim do período de armazenamento.

Apesar da alface orgânica ter apresentado menor massa inicial e maior perda de massa, não foi estatisticamente diferente na perda de pressão de turgescência quando comparada às alfaces dos outros sistemas de cultivo.

A colheita de alface em campo pode ser feita com a retirada da planta com a raiz ou cortando-se a planta, contudo, no Brasil, a colheita com as raízes é mais rara (HENZ; CALBO; MALDONADE, 2008). A manutenção da turgescência das folhas é favorecida quando as raízes são mantidas no produto pois, mantendo as folhas da 'cabeça' ligadas ao sistema radicular umedecido, a murcha da alface é mais lenta, estendendo, assim, o seu período de comercialização (HENZ; CALBO; MALDONADE, 2008; SPRICIGO et al., 2009). Além disso, as raízes produzem hormônios denominados citocininas que atrasam o amarelamento e a senescência das folhas (LUENGO; CALBO, 2001). Neste estudo, as alfaces foram acondicionadas inteiras, com raízes, em sacos plásticos abertos e armazenadas em câmara de refrigeração controlada à $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (UR) controlada de 85 a 90%.

5.1.1.4. Análise de cor instrumental

Os valores de L^* , diferiram entre a Romanela convencional e orgânica. A Romanela hidropônica não diferiu dos outros dois sistemas (Tabela 7). O valor de L^* varia de 0 a 100, sendo que os valores mais altos indicam a maior reflectância da luz, isto é, coloração mais clara. A alface cv. Romanela de cultivo orgânico apresentou o menor valor de L^* , ou seja, coloração mais escura e a Romanela convencional apresentou o maior valor e, portanto, coloração mais clara.

O parâmetro cromático a^* define a cor vermelha para valores positivos e cor verde para valores negativos. Conforme esperado, a alface cv. Romanela apresentou valores negativos para os três sistemas estudados indicando coloração verde. Entretanto, a planta orgânica diferiu significativamente dos outros sistemas de produção, sendo o seu valor de a^* maior e valor de L^* menor apresentando, portanto, coloração verde mais escura. O parâmetro cromático b^* , o qual se refere à contribuição da cor amarela para valores positivos e cor azul para valores negativos, foi positivo para os três sistemas, portanto, folhas amareladas, e não houve diferença estatística entre eles (Tabela 7).

Tabela 7. Cor instrumental das alfaces cv Romanela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
Cor L*	61,60 ^a	58,60 ^{a, b}	56,00 ^b
Cor a*	-18,40 ^b	-19,60 ^b	-16,50 ^a
Cor b*	31,80 ^a	36,10 ^a	34,30 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

As alfaces possuem coloração em vários tons de verde, variando de verde-amarelada até verde-escura (FILGUEIRA, 2008), como resultado de diferentes concentrações de clorofila nas folhas (RYDER, 1999). De acordo com Balbach (1995), em 100 g de alface com coloração de folha verde-escura pode haver 4500 unidades internacionais (U.I.) de vitamina A. Assim, pode-se atribuir esse fator nutricional como apreciável para o cultivo orgânico, pois a cv. Romanela orgânica apresentou coloração verde mais escura.

A coloração verde da alface depende do teor de clorofila o qual é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos e está diretamente relacionado com o potencial de atividade fotossintética das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

5.1.1.5. Análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos totais

A alface cv. Romanela orgânica apresentou diferença estatística para a medida de pH em relação aos outros sistemas de cultivo (Tabela 8). Todos os tratamentos apresentaram valores de pH dentro da faixa considerada ideal para tecidos vegetais, isto é, pH entre 5,0 e 7,0 (MENEZES; FERNANDES; SABAA-SRUR, 2005).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) para a cv. Romanela diferiu estatisticamente entre os sistemas estudados. O valor para a amostra de cultivo orgânico foi 17,20% maior que o cultivo convencional e 27,30% maior que o cultivo hidropônico. O cultivo convencional foi 12,20% maior que o cultivo

hidropônico. Silva et al. (2011), avaliando a qualidade de alface crespa cultivada em diferentes sistemas, encontraram valores semelhantes entre si de sólidos solúveis na alface produzida em sistema orgânico e convencional, e ambos apresentaram teores superiores às alfaces hidropônicas. O teor de sólidos solúveis é considerado por alguns autores como um importante atributo para a previsão do tempo de vida útil pós-colheita da alface. Dessa maneira, quanto maior esse teor na alface recém-colhida, maior o período de preservação da sua qualidade.

Tabela 8. Parâmetros físico-químicos – pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e compostos fenólicos totais (CFT) da alface cv. Romanela em três sistemas de cultivo.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
pH	5,81 ^b	5,90 ^b	6,10 ^a
SST	2,46 ^b	2,20 ^c	3,00 ^a
ATT	1,53 ^b	1,90 ^a	1,60 ^b
CFT	218,70 ^c	256,00 ^b	495,90 ^a

SST = Sólidos Solúveis Totais (°Brix); ATT = Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico/kg); CFT = Compostos Fenólicos Totais (mg EAG.100 g⁻¹). Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0,05).

Na análise de acidez total titulável (ATT) verifica-se que a cv Romanela produzida em sistema hidropônico apresentou maior valor e diferiu das amostras produzidas em sistema convencional e orgânico (Tabela 8). No cultivo hidropônico, a ATT foi, em média 18,7% maior que os cultivos orgânico e convencional.

Santos et al. (2010) verificaram a qualidade de alface do grupo crespa provenientes de diferentes sistemas de cultivo (convencional, hidropônico e orgânico) e verificaram que o sistema hidropônico apresentou maior ATT, diferindo dos outros sistemas. Fontana (2016) avaliou as características físico-químicas de alface cv. Brunela, cultivar também tropicalizada, cultivada nos diferentes sistemas e encontrou maior ATT na alface hidropônica, diferindo dos outros dois sistemas. Araújo et al. (2014) não encontraram diferença significativa em ATT entre alfaces orgânica e convencional. Os ácidos orgânicos são importantes no metabolismo respiratório e como compostos de

reserva em frutas e vegetais (BRECHT et al., 2008). A determinação de acidez pode fornecer um importante dado na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio (INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL, 2008) e, por consequência, sua acidez (OLIVEIRA et al., 1999). Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003).

A cv. Romanela apresentou diferença entre os três sistemas estudados para compostos fenólicos totais (Tabela 8). A Romanela orgânica obteve valor 55,90% maior que a Romanela convencional e 48,40% maior que a Romanela hidropônica. O cultivo hidropônico foi superior em 14,60% quando comparado com o cultivo convencional. Fontana (2016) encontrou resultados semelhantes com a alface cv. Crocantela, uma cultivar também tropicalizada. Em seu estudo, a alface orgânica apresentou maior teor de CFT, seguida da alface hidropônica e convencional. Porém, os valores de CFT da cv. Crocantela foram inferiores, variando de 28 a 50,5 mg EAG.100 g⁻¹, enquanto que para a cv. Romanela os valores variaram de 218,70 a 495,90 mg EAG.100 g⁻¹ (Tabela 6).

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza e esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente. (SILVA et al., 2010). Considerados importantes em alimentos vegetais devido ao seu impacto no sabor e na cor (particularmente em escurecimento enzimático), aos benefícios potenciais à saúde, à atividade antioxidante e aos efeitos antimicrobianos (BRECHT et al., 2008). Esses compostos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (SILVA et al., 2010). O teor destes fitoquímicos em vegetais é amplamente influenciado por fatores

genéticos, condições ambientais, grau de maturação e variedade da planta, entre outros (MELO et al., 2006).

5.1.2. Análise sensorial das alfaces

A avaliação sensorial fornece informação integral sobre a qualidade dos alimentos, pois se o alimento é escolhido pelo consumidor ele está julgando, de alguma forma, se as características do produto satisfazem suas expectativas e exigências (MELLO et al., 2003). Para alfaces, a análise sensorial pode ser uma ferramenta adequada na avaliação da sua qualidade ou aparência externa (BERNARDI et al., 2005).

Tabela 9. Somatório das notas das alfaces cv. Romanela convencional, hidropônica e orgânica pelos 27 avaliadores.

Atributos	Alfaces		
	Romanela Convencional	Romanela Hidropônica	Romanela Orgânica
Cor verde	71 ^a	57 ^a	34 ^b
Maciez da folha	56 ^a	59 ^a	47 ^a
Tamanho da folha	72 ^a	61 ^a	29 ^b
Crocância da folha	62 ^a	62 ^a	38 ^b
Aroma de grama	70 ^a	42 ^b	50 ^a
Gosto doce	36 ^b	57 ^a	69 ^a
Gosto amargo	69 ^a	38 ^b	55 ^{a,b}
Preferência	61 ^a	58 ^a	43 ^b
Intenção de Compra	57 ^a	59 ^a	47 ^a

Valores de somatório seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Friedman ($p < 0,05$). Diferença mínima = 18

A alface Romanela orgânica apresentou coloração mais clara em relação aos outros cultivos, pelo julgamento dos avaliadores, sendo que a Romanela convencional apresentou maior valor na somatória de ordenação indicando coloração mais escura, mas não diferiu da alface hidropônica (Tabela 9). Esse resultado difere da análise instrumental de cor, uma vez que a Romanela orgânica obteve resultado de cor mais escura que a Romanela convencional e a Romanela hidropônica não diferiu das demais.

No atributo maciez da folha da alface Romanela não foi observada diferença significativa entre as alfaces produzidas nos três sistemas de cultivo (Tabela 9).

Verificou-se que o tamanho e a crocância da folha obtiveram menores valores de somatórias de ordenação nas alfaces Romanela orgânicas, ou seja, folhas menores e menos crocantes, diferindo significativamente dos cultivos convencional e hidropônico (Tabela 9).

A Romanela orgânica obteve menor somatório para o tamanho e crocância da folha diferindo dos outros sistemas de cultivo (Tabela 9). Com relação ao tamanho da folha, os resultados da sensorial se complementam aos dados obtidos no cálculo da área foliar unitária (AFU), uma vez que as medidas do tamanho da folha e AFU da planta orgânica foram menores e maiores para o cultivo convencional.

O aroma de grama foi mais acentuado nas alfaces cv. Romanela convencional e orgânica, pois tiveram maiores somatórios em relação à alface hidropônica (Tabela 9). Esse atributo está relacionado ao sistema de cultivo, provavelmente por ser o sistema hidropônico um sistema controlado, fazendo uso de uma solução nutritiva com quantidades de minerais suficientes para a planta e menor quantidade de fertilizantes.

No atributo gosto doce da cv. Romanela foi verificada diferença significativa para a amostra convencional em relação aos outros cultivos, sendo esta menos doce por apresentar menor valor de somatório, podendo estar relacionado com os menores valores para ATT e CFT.

No atributo gosto amargo, foi verificada diferença entre a amostra produzida em sistema hidropônico e a amostra produzida em sistema convencional (Tabela 9). A alface Romanela produzida no sistema hidropônico apresentou menor valor de somatória de ordenação e, desta forma, foi considerada pelos avaliadores a amostra menos amarga. A amostra do cultivo convencional apresentou o maior valor na somatória e, portanto, considerada mais amarga.

Uma das etapas mais importantes na análise sensorial, o teste de preferência representa o somatório de todas as percepções sensoriais e

expressa o julgamento, por parte do consumidor, sobre a qualidade do produto (DUTCOSKY, 2015).

Os resultados para preferência indicaram que as alfaces cv. Romanela produzidas nos sistemas convencional e hidropônico obtiveram maiores valores de somatórios, não apresentando diferença significativa entre elas. De acordo com as análises física e dos atributos, estas amostras também apresentaram maior tamanho de folha, maior crocância e maior massa fresca indicando a preferência do consumidor por alface com estas características (Tabela 9).

Em relação à intenção de compra, não houve diferença significativa entre as alfaces cv. Romanela dos três sistemas de cultivo. Para este teste, apresentou-se a planta inteira aos avaliadores.

Fávaro-Trindade et al. (2007) estudaram o efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade de alface lisa e concluíram que os sistemas não influenciaram no sabor e na aceitação global das amostras analisadas. O sistema orgânico gerou alfaces com uma menor aceitação quanto à aparência e à textura.

Mello et al. (2003) estudaram o efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana minimamente processada. A alface cultivada no sistema orgânico superou a alface convencional, quanto ao tempo de vida-de-prateleira, em dois dias e a avaliação sensorial mostrou sensível superioridade para a alface produzida no sistema orgânico.

O sabor e aroma de um produto agrícola podem ser influenciados por vários fatores como a variabilidade utilizada, o tipo de solo e clima, o ano climático e o modo de produção (orgânica e convencional) (DAROLT, 2003). Ainda de acordo com este autor, os estudos da qualidade sensorial que avaliam sabor, aroma, acidez e palatabilidade mostram uma ligeira superioridade do produto orgânico quando comparado ao similar convencional. Na maioria das pesquisas comparativas onde as variáveis foram bem controladas existiu uma pequena superioridade para o produto orgânico, porém os resultados são estatisticamente pouco significativos (BOURN; PRESCOTT, 2002).

5.2. Alface Rubinela

5.2.1. Análises físico-químicas

5.2.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

A alface cv. Rubinela não apresentou diferenças para área foliar, tamanho das folhas e AFU entre os diferentes sistemas de produção estudados (Tabela 10).

Tabela 10. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de Cultivo		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
Área foliar (mm ²)	154,30 ^a	171,70 ^a	168,70 ^a
Altura da folha (cm)	17,80 ^a	18,10 ^a	16,40 ^a
Largura da folha (cm)	19,50 ^a	20,80 ^a	18,00 ^a
Área foliar unitária (cm ²)	348,70 ^a	378,50 ^a	296,10 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$)

Feltrim et al. (2009), avaliaram quatro cultivares de alfaces do grupo crespa em cultivo protegido, cultivadas no solo e em hidroponia e não encontraram efeitos significativos entre as cultivares e os sistemas de cultivo para área foliar. Porém, na avaliação de seis cultivares de alfaces do grupo americana em cultivo protegido no sistema convencional e em hidroponia, Feltrim et al. (2005) encontraram efeitos significativos dos sistemas de cultivo para a área foliar (AF), sendo que as plantas cultivadas em hidroponia apresentaram maior AF. O tipo de cultivar possivelmente pode responder de maneiras diferentes aos sistemas de cultivo, uma vez que a manifestação do potencial produtivo da alface depende da interação genótipo x ambiente (GUALBERTO; OLIVEIRA; GUIMARÃES; 2009).

5.2.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

A alface cv. Rubinela apresentou diferenças entre os sistemas de cultivo em relação à massa fresca inicial (Tabela 11). As plantas hidropônicas apresentaram maior massa seguidas das plantas convencionais e orgânicas. A alface cv. Rubinela orgânica foi 71,30% menor que o cultivo hidropônico e 56% menor que o cultivo convencional. Já a planta convencional foi 34,77% menor que a planta hidropônica. Fontana (2016) também obteve menor valor de massa fresca inicial para as cvs. Brunela e Crocantela provenientes de sistema orgânico, mas não encontrou diferenças estatísticas entre os cultivos hidropônico e convencional. Radin et al. (2004) e Viana et al. (2013), comparando o cultivo de alfaces em ambiente protegido e em campo aberto, também encontraram maiores valores para massa fresca inicial em ambiente protegido, assim como os resultados obtidos nesse estudo pela Rubinela do cultivo hidropônico (ambiente protegido). Selma et al. (2012) avaliaram a qualidade de alfaces, sendo dois genótipos vermelhos (folha de carvalho roxa e lollo rossa) e um genótipo verde (repolhuda lisa), cultivadas em solo e em hidroponia. Eles encontraram diferenças significativas para a massa fresca entre ambos os sistemas e o comportamento foi diferente entre os genótipos, sendo que as alfaces folha de carvalho roxa e repolhuda lisa tiveram maior massa quando cultivadas em solo e a alface lollo rossa obteve maior massa em cultivo hidropônico.

Ferreira et al. (2009) obtiveram maiores valores para massa fresca comercial em alfaces de cultivo orgânico, porém com proteção, do que em cultivo orgânico em campo aberto.

De acordo com a classificação do Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (HORTIBRASIL, 2009), a alface cv. Rubinela hidropônica foi classificada na classe 15, isto é, plantas de 150 a 200 g; a alface convencional na classe 10, ou seja, plantas de 100 a 150 g; e a alface orgânica foi classificada na classe 5 que abrange as plantas com menos de 100 g. Alfaces com pesos maiores podem atingir maiores preços, uma vez que

a comercialização é feita geralmente por unidade (“pé ou cabeça”) (FERREIRA et al., 2009).

Tabela 11. Massa fresca inicial, final e perda de massa das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
Massa fresca inicial (g/planta)	105,90 ^b	162,40 ^a	46,61 ^c
Massa fresca final (g/ planta)	93,30 ^b	130,41 ^a	37,00 ^c
Perda de massa (%)	12,30 ^b	19,70 ^a	20,50 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

As perdas de massa da cv. Rubinela foram diferentes entre o sistema convencional e os outros sistemas (hidropônico e orgânico), após doze dias de armazenamento, apresentando menor perda de massa (Tabela 11). As amostras produzidas nos três sistemas de cultivo apresentaram perda de água de forma progressiva, de acordo com o aumento do período de armazenamento (Figura 6). A alface convencional atingiu valores superiores a 10% de perda de massa no décimo dia de armazenamento. Contudo, as amostras orgânicas e hidropônicas atingiram valores maiores que 10% de perda de massa bem mais cedo, no terceiro dia de armazenamento.

Vannucchi-Decicino et al. (2015) analisaram a perda de massa de alface cv. Rubinela de cultivo hidropônico por um período de oito dias e observaram uma perda de massa de 10,3%, inferior à perda de massa encontrada nesse estudo para o mesmo sistema de cultivo.

A perda de peso total pós-colheita dos produtos hortícolas é resultado do somatório da perda de água pela transpiração e perda de matéria seca devida à atividade respiratória. Baseando-se nas taxas respiratórias desses produtos, vê-se que a perda de peso pela respiração situa-se entre 3 e 5% da perda total de peso observada na pós-colheita (FINGER; FRANÇA, 2011).

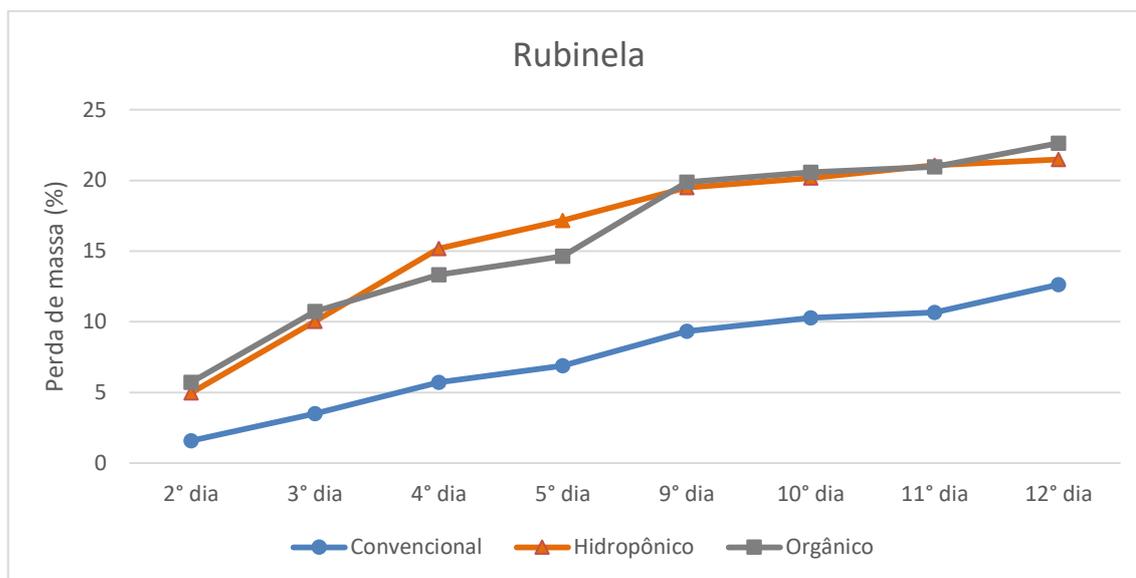


Figura 6. Análise da estabilidade da alface cv. Rubinela durante 12 dias de armazenamento.

5.2.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência

As turgescências inicial e final e perda de pressão de turgescência após doze dias de armazenamento para a cv. Rubinela não foram diferentes entre os sistemas de cultivo (Tabela 12).

Tabela 12. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência das alfaces cv. Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
Turgescência inicial (kgf/cm ²)	1,133 ^a	0,9333 ^a	1,050 ^a
Turgescência final (kgf/cm ²)	0,216 ^a	0,229 ^a	0,125 ^a
Perda de pressão de turgescência (%)	46.10 ^a	37.80 ^a	55.21 ^a

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

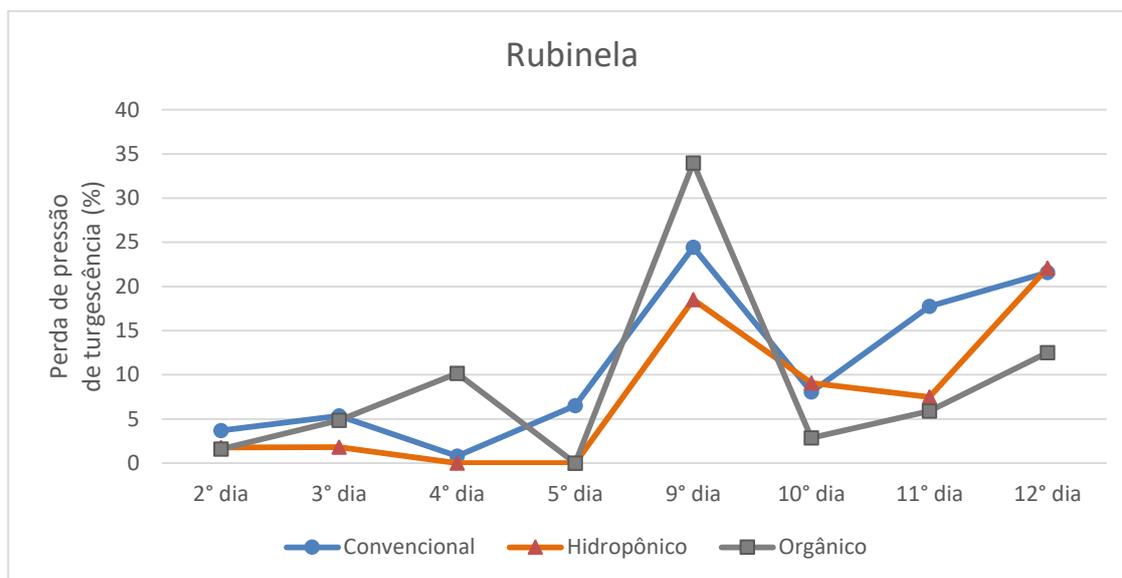


Figura 7. Análise da turgescência da alface cv. Rubinela durante 12 dias de armazenamento.

A alface Rubinela orgânica e convencional apresentaram maior perda de turgescência no nono dia de armazenamento, enquanto a Rubinela hidropônica mostrou a maior perda de turgescência no décimo segundo dia de armazenamento. Nos resultados de perda de turgescência do nono dia observa-se que os valores subiram abruptamente devido à ausência de medição da turgescência nos três dias antecedentes, uma vez que houveram problemas técnicos no laboratório de análise (Figura 7).



Figura 8. Aparência da alface cv. Rubinela produzida nos sistemas convencional, hidropônico e orgânico no início e fim do período de armazenamento.

A colheita interrompe o suprimento de água para o órgão vegetal e, assim, a perda de água subsequente por transpiração determina, em grande parte, as perdas quantitativa e qualitativa dos produtos. O murchamento e, ou, enrugamento de hortaliças são os sintomas iniciais da excessiva perda de água. Além disso, pode ocorrer o aceleração da deterioração pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólica, como a degradação de clorofila (FINGER; FRANÇA, 2011).

5.2.1.4. Análise de cor instrumental

Os valores de L^* para a cv. Rubinela variaram de 32,20 a 42,30 não apresentaram diferença entre os três sistemas de cultivo (Tabela 13). O valor de L^* varia de 0 a 100, sendo que os valores mais altos indicam a maior reflectância da luz, isto é, coloração mais clara. Para o parâmetro cromático a^* , o qual define a cor vermelha para valores positivos e cor verde para valores negativos, a cv. Rubinela dos sistemas convencional e orgânico foram estatisticamente diferentes entre si, sendo que a Rubinela convencional

apresentou o menor valor de a^* e a planta orgânica o maior valor, indicando que esta é mais vermelha que a amostra convencional. O sistema hidropônico não apresentou diferença com os outros sistemas (Tabela 13). Todos os valores obtidos de a^* foram positivos, indicando a coloração vermelha, resultados coerentes para esta cultivar, pois a cv. Rubinela apresenta cor arroxeada intensa. O parâmetro b^* , o qual se refere à contribuição da cor amarela para valores positivos e cor azul para valores negativos, apresentou valores positivos (Tabela 13). Contudo, mesmo estes valores sendo positivos como os valores encontrados para a cv. Romanela, os valores da cv. Rubinela são inferiores, uma vez que esta cultivar tem cor arroxeada. Também foi estatisticamente diferente entre as plantas de cultivo convencional e orgânico, sendo que a amostra convencional apresentou o maior valor de b^* (mais amarela) e a amostra orgânica o menor valor (menos amarela), tendendo ao azul e, por isso, ser mais vermelha que a planta convencional.

Tabela 13. Cor instrumental das alfaces cv Rubinela cultivadas em sistemas de produção convencional, hidropônico e orgânico.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
Cor L^*	42,30 ^a	41,90 ^a	32,20 ^a
Cor a^*	4,80 ^b	8,00 ^{a, b}	11,50 ^a
Cor b^*	15,60 ^a	13,40 ^{a, b}	6,60 ^b

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

As alfaces possuem coloração em vários tons de verde, variando de verde-amarelada até verde-escura, ou coloração roxa (FILGUEIRA, 2008), como resultado de diferentes concentrações de clorofila e antocianina nas folhas (RYDER, 1999). A antocianina, presente em maior quantidade em alface roxa, atua como um antioxidante natural, que possui efeitos benéficos para a saúde (LLORACH et al., 2008). Neste trabalho, a coloração vermelha mais intensa na Rubinela orgânica correlaciona-se aos valores superiores de compostos fenólicos totais para o este sistema de cultivo (Tabela 14).

5.2.1.5. Análises de pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e compostos fenólicos totais

O pH para a alface cv. Rubinela de cultivo hidropônico foi diferente aos cultivos convencional e orgânico. Estes não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 14). Contudo, todos os tratamentos apresentaram valores de pH dentro da faixa considerada ideal para tecidos vegetais, isto é, pH entre 5,0 e 7,0 (MENEZES; FERNANDES; SABAA-SRUR, 2005).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) para a cv. Rubinela orgânica foi maior que os outros cultivos (Tabela 14). A Rubinela orgânica apresentou teor de SST 21,4% maior que a planta convencional e 24,5% maior que o cultivo hidropônico. 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 (BLEINROTH¹ citado por YAGUIU, 2008). O teor de sólidos solúveis é considerado por alguns autores como um importante atributo para a previsão do tempo de vida útil pós-colheita da alface. Dessa maneira, quanto maior esse teor na alface recém-colhida, maior o período de preservação da sua qualidade (SILVA et al., 2011).

Tabela 14. Parâmetros físico-químicos – pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e compostos fenólicos totais (CFT) da alface cv Rubinela em três sistemas de cultivo.

Análises	Sistemas de cultivo		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
pH	6,00 ^a	5,80 ^b	5,90 ^a
SST	2,50 ^b	2,40 ^b	3,23 ^a
ATT	1,30 ^b	1,95 ^a	1,30 ^b
CFT	832,90 ^b	607,30 ^c	1191,7 ^a

SST = Sólidos Solúveis Totais (°Brix); ATT = Acidez Total Titulável (mg ácido cítrico/kg); CFT = Compostos Fenólicos Totais (mg EAG.100 g⁻¹). Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0,05).

Para a cv. Rubinela a amostra que obteve maior valor de ATT foi a amostra hidropônica, apresentando diferença quando comparada ao sistema

¹ BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita, maturação e conservação das frutas. *In: Industrialização de Frutas*. Manual Técnico, n.8. Campinas: ITAL, p.1-15, 1991. 206 p.

convencional e quando comparada ao sistema orgânico (Tabela 14). A ATT da Rubinela hidropônica foi 33,33% maior que a planta convencional e 36% maior que a planta orgânica. Fontana (2016) encontrou resultados semelhantes na avaliação da cv. Brunela, isto é, a Brunela hidropônica obteve maior ATT diferindo da alface Brunela convencional e orgânica. Já a cv. Crocantela apresentou diferença estatística entre os três sistemas avaliados. Contudo, a Crocantela hidropônica também foi superior quanto à ATT.

A cv. Rubinela apresentou diferença entre os três sistemas estudados para compostos fenólicos totais (Tabela 14). A Rubinela orgânica apresentou valores 30,1% maior que a Rubinela convencional e 49% maior que a alface Rubinela hidropônica. A Rubinela convencional foi 27,1% superior ao sistema hidropônico.

Esses resultados para compostos fenólicos correlacionam-se com a cor vermelha mais intensa para a Rubinela orgânica. Em geral, o sistema orgânico é um sistema estressante devido a não utilização de pesticidas e fertilizantes sintéticos (CEGLIE; AMODIO; COLELLI, 2016). Como resultado, os vegetais orgânicos podem responder temporariamente à deficiência de nutrientes ou ataque de pragas, ativando seu mecanismo de defesa e aumentando os níveis de antioxidantes (ORSINI et al., 2016).

5.2.2. Análise sensorial das alfaces

Para o atributo cor roxa a alface Rubinela convencional diferiu da amostra hidropônica apresentando coloração mais intensa, pois obteve maior valor de somatória de ordenação. A amostra orgânica não diferiu dos outros cultivos (Tabela 15). O resultado diferiu da análise instrumental de cor, uma vez que a Rubinela orgânica obteve resultado de cor mais vermelha que a Rubinela convencional. Já para o atributo cor verde, a alface Rubinela convencional apresentou coloração mais clara, obtendo menor valor de somatória, diferindo dos cultivos hidropônico e orgânico. Na análise instrumental de cor a Rubinela convencional obteve a luminosidade numericamente maior sendo, assim, mais clara, porém não diferiu significativamente dos outros sistemas de cultivo.

Para os atributos espessura da folha e tamanho da folha da alface Rubinela, a amostra orgânica diferiu das amostras produzidas em sistema convencional e hidropônico (Tabela 15). Na avaliação dos avaliadores, a folha orgânica foi menor e menos espessa que as folhas dos cultivos convencional e hidropônico. Apesar desse julgamento, os parâmetros de desenvolvimento da planta que podem ser correlacionados com esses atributos sensoriais, como AFU, altura e largura da folha, não apresentaram diferença significativa entre os três sistemas de cultivo. Contudo, numericamente, os valores obtidos pela Rubinela orgânica foram menores para esses parâmetros.

Entre os sistemas de cultivo não houve diferença para os atributos crocância e maciez da folha (Tabela 15). Como a espessura da Rubinela orgânica foi menos espessa, esperava-se uma menor crocância.

Quanto ao gosto doce, a cv. Rubinela orgânica obteve maior somatória de ordenação em relação às demais, sendo, portanto, mais doce (Tabela 15). A doçura pode estar relacionada à maior concentração de compostos fenólicos na Rubinela orgânica. As amostras convencional e hidropônica apresentaram a mesma percepção doce.

Para o atributo gosto amargo, a cv. Rubinela orgânica foi considerada a menos amarga por ter menor valor de somatória de ordenação e ser significativamente diferente das amostras convencional e hidropônica (Tabela 15).

Com relação à preferência, as alfaces cv. Rubinela produzidas no sistema convencional e hidropônico obtiveram melhor aceitação no teste de preferência, não apresentando diferença entre elas. Ambas apresentaram diferença significativa com relação à cv. Rubinela orgânica podendo, este resultado, estar relacionado ao menor tamanho e espessura da Rubinela orgânica. Já a intenção de compra, feita pela avaliação dos pés de alface inteiros, apresentou diferença significativa entre os três sistemas de cultivo. Através dos resultados obtidos da somatória de ordenação de intenção de compra, a alface cv. Rubinela hidropônica apresentou a maior intenção de compra seguida da Rubinela convencional e orgânica (Tabela 15). Esse resultado pode ser relacionado ao peso das plantas que foram maiores nas

amostras provenientes dos sistemas hidropônico e convencional, ou seja, foram os maiores pés de alface.

Tabela 15. Somatório das notas das alfaces cv. Rubinela convencional, hidropônica e orgânica pelos 22 avaliadores.

Atributos	Alfaces		
	Rubinela Convencional	Rubinela Hidropônica	Rubinela Orgânica
Cor roxa	56 ^a	35 ^b	41 ^{ab}
Cor verde	30 ^b	54 ^a	48 ^a
Espessura da folha	53 ^a	51 ^a	28 ^b
Tamanho da folha	51 ^a	55 ^a	26 ^b
Crocância da folha	45 ^a	49 ^a	37 ^a
Maciez da folha	48 ^a	41 ^a	53 ^a
Gosto doce	36 ^b	37 ^b	59 ^a
Gosto amargo	55 ^a	48 ^a	29 ^b
Preferência	45 ^a	59 ^a	29 ^b
Intenção de compra	40 ^b	56 ^a	24 ^c

Valores de somatório seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Friedman ($p < 0,05$). Diferença mínima = 16.

Lorenzi (2014) avaliou a percepção, a aceitação e propensão à adoção pelo consumidor frente às novas cultivares de alfaces, Brunela e Rubinela, utilizando pesquisa experimental e *focus group* e identificaram os fatores que influenciam na aceitação das mesmas, sendo o fator central a aparência relacionada com a cor. Os participantes apresentaram baixa propensão a adoção da cv. Rubinela por sua aparência ser muito diferente das alfaces tradicionais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alface cv. Romanela orgânica foi menor em tamanho e peso e apresentou cor verde mais escura enquanto a planta convencional foi a mais clara. Os maiores valores de pH, SST e CFT foram encontrados no cultivo orgânico. A ATT foi superior no cultivo hidropônico. A Romanela orgânica obteve a menor valor de somatório para preferência, provavelmente devido ao menor tamanho.

A alface Rubinela orgânica apresentou menor peso, cor vermelha escura e maiores valores de SST e CFT. Sensorialmente, a planta orgânica foi julgada mais doce, menos amarga, menos preferida e obteve menor somatório para intenção de compra, provavelmente devido a aparência. A Rubinela hidropônica obteve o maior peso, menores valores de pH e CFT e maior valor de ATT e foi o cultivo com o maior somatório de intenção de compra.

A realização desse trabalho possibilitou a avaliar as características físico-química e sensoriais das novas cultivares de alface Romanela e Rubinela de acordo com o sistema de cultivo utilizado.

Os resultados mostraram que os sistemas de cultivo utilizados para a produção de alface podem influenciar nas suas características, gerando plantas com tamanho, pesos e quantidades de compostos químicos diferentes. Deve-se considerar também que diferentes cultivares podem responder

diferentemente ao mesmo sistema de cultivo. Variações nas características físico-químicas e físicas podem ser ocasionadas por fatores ambientais tais como condições climáticas e do solo.

A análise do desenvolvimento da alface e da sua qualidade pós-colheita em diferentes sistemas de cultivo fornece informações importantes tanto para o produtor quanto para o consumidor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes. 2012. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br>>. Acesso em 15 out. 2016.

AGÊNCIA DE INOVAÇÃO DA UFSCar. **Alface Romanela**. 2013. Disponível em: <<http://www.inovacao.ufscar.br/carteira-de-pi/335-alface-romanela>>. Acesso em 15 out. 2016.

AGÜERO, M.V.; PONCE, A.G.; MOREIRA, M.R.; ROURA, S.I. Lettuce quality loss under conditions that favor the wilting phenomenon. **Postharvest Biology Technology**, v.59, n.2, p.124-131, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521410001924>>. Acesso em: 12 mar. 2017.

AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; CASTRO, C.E.F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. **Instituto Agrônomo**, Campinas, v.7, n.200, p.8-10, 2014.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016. 64 p.

ARAÚJO, D.F.S.; SILVA, A.M.R.B.; LIMA, L.L.A.; VASCONCELOS, M.A.S.; ANDRADE, S.A.C.; SARUBBO, L.A. The concentration of minerals and physicochemical contaminants in conventional and organic vegetables. **Food Control**, [s.l.], v. 44, p.242-248, 2014.

ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C.; CARVALHO, L.A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.215-220, 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists**. 16 ed. Washington/USA: 1997, 1298p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13170**: Teste de ordenação em análise sensorial. Rio de Janeiro, 1994, 7p.

BALBACH, A. **As Hortaliças na Medicina Doméstica**. 26 ed. São Paulo: Vida Plena, 1995, 407p.

BERNARDI, A.C. de C.; VERRUMA-BERNARDI, M.R.; WERNECK, C.G.; HAIM, P.G.; MONTE, M.B.M. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.4, p.920-924, out-dez. 2005.

BEZERRA, E.N.; BARRETO, L.P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.8, p.107-137, 2011.

BORÉM, A.A história de biotecnologia. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.34, p.10-12, 2005.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced food. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.42, n.1, p.1-34, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução – RDC N°119, de 19 de Maio de 2003. Dispõe sobre o Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 22 de maio de 2003. Seção 1, p.39. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_119_2003.pdf/7a0276fd-1f65-4191-934b-95b13618f383>. Acesso em: 28 mai. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**. Relatório das Análises de Amostras Monitoradas no Período de 2013 A 2015. Brasília, 2016. 246 p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8>. Acesso em: 28 mai. 2017.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei n. 10.831. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 24 de dezembro de 2003. Seção 1, p.8. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm Acesso em: 17 jan. 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Estatísticas: situação da produção orgânica 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 20 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre as normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília/ DF, 19 de maio de 1999. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1662>>. Acesso em 15 mai. 2017.

BRECHT, J.K.; RITENOUR, M.A.; HAARD, N.F.; CHISM, G.W. Postharvest Physiology of Edible Plant Tissues. *In*: FENNEMA, O.R. DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L. (Eds). **Fennema's Foods Chemistry**, CRC Press, 2008. p.975-1049.

CALBO, A.G.; FERREIRA, M.D.; PESSOA, J.D.C. Wiltmeter® para a medida da firmeza das folhas. São Carlos/SP, **Circular Técnica**, 43, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008, 4p.

CALBO, A.G.; FERREIRA, M.D.; PESSOA, J.D.C. A leaf lamina compression method for estimating turgor pressure. **HortScience**, v.45, n.3, p.418-423, 2010.

CAMARGO FILHO, W.P.; CAMARGO, F.P.; CAMARGO, A.M.M.P. **Produção de olerícola no Brasil e em São Paulo**, out. 2013. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=8308>>. Acesso em: 30 mai. 2017.

CARMO, M.C.L.; ALCÂNTARA, B.K.; ALENCAR, S.M.; BEZERRA, R.M.N. Influência das técnicas de cultivo na atividade antioxidante de romã. **Multi-Science Journal**, v.1, n.4, p.3-6, 2016.

CARVALHO, J.B.; SABBAG, O.J. Análise de eficiência da produção de alface no noroeste de São Paulo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v.9, n.2, p.152-160, 2015.

CECCHI, H.M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 207p.

CEGLIE, F.G.; AMODIO, M.L.; COLELLI, G. Effect of organic production systems on quality and postharvest performance of horticultural produce. **Horticulturae**, v.2, n.2, p.4, 2016.

CHARLES-EDWARDS, D.A.; DOLEY, D.; RIMMINGTON, G.M. **Modelling Plant Growth and Development**. North Ryde: Academic Press, 1986. 235 p.

COSTA, C.P. da; SALA, F.C. A evolução da alfacicultura brasileira. (Artigo de capa). **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, 2005.

CRODA, M.D.; NASCIMENTO, W.M.; FREITAS, R.A.; MEDEIROS, K.A. Produção de sementes de alface nas condições do Distrito Federal e sua capacidade germinativa sob temperaturas elevadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 48, 2008, Maringá. **Resumos...** Maringá: ABH. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

DAROLT, M.R. **Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e convencional**, 2013. Disponível em: <<http://cultivehortaorganica.blogspot.com.br/2013/03/comparacao-entre-qualidade-do-alimento.html>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

DAROLT, M.R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGUETA, P.C. **Alimentos Orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: UFV, 2003. p. 289 - 312.

DORAIS, M.; ALSANIUS, B. Advances and trends in organic fruit and vegetable farming research. **Horticultural Reviews**, v.43, p.185-268, 2015.

DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. PUC/PR: Universitária Champagnat, 2015, 123 p.

EAEAGRICOLA. Alface, a paixão nacional entre as hortaliças. 2014. Disponível em: <<http://www.eaeagricola.com.br/curiosidades/alface-a-paixao-nacional-entre-as-hortalicas/>>. Acesso em: 04 set. 2017.

FAOSTAT. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION 2011. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 30 jan. 2017.

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; VILELA, L.A.A. **Produção de Alface em Hidroponia**. Lavras: UFLA, 1996. 50p.

FAVARO-TRINDADE, C.S.; MARTELLO, L.S.; MARCATTI, B.; MORETTI, T.S.; PETRUS, R.R.; ALMEIDA, E. de; FERRAZ, J.B.S. Efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade da alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.2, p.111-115, 2007.

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

FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BRANCO, R.B.F. Produção de alface-crespa em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. **Científica**, v.37, n.1, p.9-15, 2009.

FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E. de; ABUD E.A.; REZENDE, M.I.F.L.; KUSDRA, J.F. Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agrônômicas de alface. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.3, p.383-388, 2009.

FILGUEIRA F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FINGER, F.L.; FRANÇA. C.F.M. Fisiologia e tratamentos pós-colheita em produtos hortícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa, **Anais...** Viçosa: ABH, 2011. S5793-S5812.

FONSECA, M.F.A.C.; BARBOSA, S.C.A.; COLNAGO, N.F.; SILVA, G.R.R.S. Agricultura orgânica: introdução às normas, regulamentos técnicos, critérios para acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil. Niterói: Programa Rio Rural, **Manual Técnico** 19, 2009. 58 p.

FONTANA, L. **Avaliação física, físico-química e sensorial de cultivares de alface produzidas em diferentes sistemas de cultivo**. 2016. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2016.

FURLANI, P.R. **Instrução para o cultivo de hortaliça de folha pela técnica de hidroponia - NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, Boletim Técnico IAC 168, 1998. 30p.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 2 - Solução Nutritiva**. 2009. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/hidroponiap2/index.htm>. Acesso em: 12 mai. 2017.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2000, 653 p.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P.S.R.; GUIMARÃES, A.M. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.27, n. 1, p.7-11, 2009.

GUTIERREZ, A.S.D.; ROCHA, I.L. Desempenho da alface na Ceagesp. **Jornal Entrepósito**, n.159, p.4, ago. 2013. Disponível em: <[https://issuu.com/entreposto/docs/je_agosto_2013_internet](https://issuu.com/entrepосто/docs/je_agosto_2013_internet)>. Acesso em: 11 abr. 2017.

HENZ, G.P.; CALBO, A.G.; MALDONADE, I.R. Manuseio pós-colheita de alface. Brasília/DF: **Circular Técnica 68**, Embrapa Hortaliças, 2008, 12p.

HENZ, G.P.; SUINAGA, F. Tipos de alfaces cultivados no Brasil. Brasília/ DF: **Comunicado Técnico**, Embrapa Hortaliças, 2009, 7p.

HISTÓRIA da agricultura orgânica: algumas considerações. Disponível em: <<http://planetaorganico.com.br>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Normas de classificação para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros**. 2009. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/images/stories/palestra/Normasdeclassificacao.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 Ed., 1 Ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 3 ago. 2016.

JONES JÚNIOR, J.B. **Hydroponics: A practical guide for the soilless grower**. 2 ed. Boca Raton/Florida: CRC Press, 2005. 423p.

KIM, M.J.; MOON, Y.; TOU, J.C.; MOU, B.; WATERLAND, N.L. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.49, p.19-34, 2016.

LAMMERTS VAN BUEREN, E. T.; JONES, S.S.; TAMM, L.; MURPHY, K.M.; MYERS, J. R; LEIFERT, C.; MESSMER, M. The need to breed crop varieties suitable for organic farming, using wheat, tomato and broccoli as examples: a review. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences**, v.58, p.193-205, 2011.

LÉDO, F.J.S.; SOUZA, J.A.; SILVA, M.R. Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.225-228, 2000.

LIMA, G.P.P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. **International Journal of Food Science & Technology**, [s.l.], v.46, n.1, p.1-13, 2011.

LINHARES P.C.A.; SILVA, J.N; FIGUEREDO, J.P.; SOUZA J.A.; SANTOS, J.G.R.; SOUZA, T.P.; MARACAJÁ, P.B. Crescimento da alface (*Lactuca sativa*), sob adubação orgânica em condições edafoclimáticas de Catolé do Rocha-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.7, n.4, p.17-22, 2013.

LLORACH, R.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I.; FERRERES, F. Characterisation of polyphenols and antioxidant properties of five lettuce varieties and escarole. **Food Chemistry**, v.108, n.3, p.1028-1038, 2008.

LOPES, M.C; FREIER, M.; MATTE, J.D.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; CASIMIRO, E.L.N.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.2, p.211-215, 2003.

LORENZI, O. C. **Percepção, aceitação e adoção pelo consumidor de novas variedades de alface (*Lactuca sativa*)**. 2014. 61p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

LUENGO, R.F.A; CALBO, A.G. **Armazenamento de Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. 242 p.

MACHADO, A.T. Construção histórica do melhoramento genético de plantas: do convencional ao participativo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.9, n.1, p.35-50, 2014.

MAHAJAN, P.V.; OLIVEIRA, F.A.R.; MACEDO, I. Effect of temperature and humidity on the transpiration rate of the whole mushrooms. **Journal of Food Engineering**, v.84, n.2, p.281-288, 2008.

MARTINEZ, H.E.P.; BARBOSA, J.G. **O cultivo de Flores sob Hidroponia**. Boletim de Extensão, Viçosa: UFV, n.38, 1996. 25 p.

MELLO, J.C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E.M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E.R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida-de-prateleira de alface americana (*Lactuca sativa* L.) minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.418-426, 2003.

MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

MENEZES, E.M.S.; FERNANDES, E.C.; SABAA-SRUR, A.U.O. Folhas de alface lisa (*Lactuca sativa*) minimamente processadas armazenadas em atmosfera modificada: análises físicas, químicas e físico-químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 60-62, 2005.

MINOLTA CORP. **Precise Color Communication**: color control from feeling to instrumentation. Osaka: MINOLTA Corp. Ltda., 2007. 60p.

MOSKOWITZ, H.R. **Product Testing and Sensory Evaluation of Foods**. Westport: Food and Nutrition, 1983. 605 p.

MOTA, W.F.; PEREIRA, R.D.; SANTOS, G.D.S.; VIEIRA, J.C.B. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.349-354, 2012.

MOU, B. Lettuce. *In*: NUEZ, F. (Ed). **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae and Cucurbitaceae**. Springer New York, 2008, p.75 - 116.

NEWELL, G.J.; MacFARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v.52, n.6, p.1721-1725, 1987.

OLIVEIRA, M.E.B.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A.A.C.; SILVA, M.G.G. da. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.3, p.326-332, 1999.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, R.S.L.; FAVET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2002. 34p. Disponível em: <

https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2479/1/BS%2015%20Agricultura%20org%C3%A2ncia_P.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2017.

ORSINI, F.; MAGGIO, A.; ROUPHAEL, Y.; DE PASCALE, S. Physiological quality of organically grown vegetables. **Scientia Horticulturae**, v.208, p.131-139, 2016.

PAULA JUNIOR, T.J.; MORANDI M.A.B.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, M.B. Controle alternativo de doenças de plantas-Histórico. In: VENZON, M.; PAULA JUNIOR T.J. PALLINI, A. (eds). **Controle alternativo de pragas e doenças**. Viçosa: EPAMIG/CTZM, 2005. p.135-162. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130230/1/2005CL-017.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2017.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.18-25, 2012.

PENTEADO, S.R. **Agricultura Orgânica**. Série Produtor Rural, Edição Especial. Piracicaba/ SP: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2001. 41 p.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, 2004.

RESENDE, F.V.; SAMINÊZ, T.C.O.; VIDAL, M.C.; SOUZA, R.B.; CLEMENTE, R.M.V. Cultivo de alface em sistema orgânico de produção. Brasília/DF: **Circular Técnica**, Embrapa Hortaliças, 2007, 16p.

RESH, H.M. **Hydroponic Food Production**: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. 7.ed. Califórnia, EUA: Woodbridge. 2012. 567p.

ROCHA, A.; MENDES, R. de; BARBOSA, C.S. *Strongyloides* spp e outros parasitos encontrados em alfaces (*Lactuca sativa*) comercializados na cidade do Recife, PE. **Revista de Patologia Tropical**, v.37, n.2, p.151-160, 2008.

RYDER, E.J. Lettuce breeding. *In*: BASSET, M. J. (Ed.). **Breeding Vegetables Crops**. Westport, Connecticut: AVI Publishing, 1986. p.433-474.

RYDER, E.J. **Lettuce, Endive and Chicory**. Ed.CABI Publishing, USA. 1999. 208 p.

SALA FC. Melhoramento genético de alface. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa. **Anais...** Viçosa: ABH. p. S5813-S5827.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. 'Gloriosa': cultivar de alface americana tropicalizada. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.3, p.409-410, 2008.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alficultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.187-194, 2012.

SAMINÊZ, T.C.O.; DIAS, R.P.; NOBRE, F.G.A.; GONÇALVES, J.R.A.; MATTAR, R.G.H.; GONÇALVES, J.R.A. Princípios norteadores. *In*: HENZ, G.P.; ALCÂNTARA, F.A.; RESENDE, F.V. **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.17-28.

SANTANA, L.R.; CARVALHO, R.D.S.; LEITE, C.C.; ALCÂNTARA, L.M.; OLIVEIRA, T.W.S; RODRIGUES, B.M. Qualidade física, microbiológica e parasitológica de alfaces (*Lactuca sativa*) de diferentes sistemas de cultivo. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.264-269, 2006.

SANTOS, C.M.G.; BRAGA, C.L.; VIEIRA, M.R.S.; CERQUEIRA, R.C.; BRAUER, R.L.; LIMA, G.P.P. Qualidade da alface comercializada no município de Botucatu-SP. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.11, n.1, p.67-74, 2010.

SANTOS, J.O.; SANTOS, R.M.S.; BORGES, M.G.B.; FERREIRA, R.T.F.V.; SALGADO, A.B.; SEGUNDO, O.A.S.A evolução da agricultura orgânica. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v.6, n.1, p.35-41, 2012. Disponível em: < <http://www.gvaa.org.br/revista/index.php/RBGA>>. Acesso em: 15 mar. 2017.

SANTOS, R.N.C.; MINAMI, K. **Cultivo Hidropônico do Meloeiro**. Série Produtor Rural, Ed. Especial. Piracicaba/ SP: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2002. 38 p.

SELMA, M.V.; LUNA, M.C.; MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; TUDELA, J.A.; BELTRÁN, D.; BAIXAULI, C.; GIL, M.I. Sensory quality, bioactive constituents and microbiological quality of green and red fresh-cut lettuces (*Lactuca sativa* L.) are influenced by soil and soilless agricultural production systems. **Postharvest Biology and Technology**, v.63, n.1, p.16-24, 2012.

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

SILVA, E.M.N.C.P.; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E. de; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A.J.S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, n.2, p.242-245, 2011.

SINGLETON, V.L.; ROSSI JUNIOR, J.A.B. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOUZA, N.J. **Desenvolvimento Econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2005. v.1. 150p.

SPRICIGO, P.C.; BERTINI, V.A.; FERREIRA, M.D.; CALBO, A.G.; TAVARES, M. Avaliação pós-colheita de alface hidropônica, em função da quantidade de raízes, utilizando o equipamento Wiltmeter®. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.2 p.S3790-S3796, 2009.

STERTZ, S.C.; PENTEADO, P.T.P.S.; FREITAS, R.J.S. Nitritos e nitratos em hortícolas produzidas pelos sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico na região metropolitana de Curitiba. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.63, n.2, p.200-207, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Porto Alegre/RS: Artmed, 2004. 719p.

TURNER, R.J.; DAVIES, G.; MOORE, H.; GRUNDY, A.C.; MEAD, A. Organic weed management: a review of the current UK farmer perspective. **Crop Protection**, v.26, n.3, p.377-382, 2007.

VANNUCCHI-DECICINO, M.; ECKER, G.V.; FERRO, R.B.; BORBA, K.K.; FERREIRA, M.D.; SALA, F.C.; VERRUMA-BERNARDI, M.R. Análise de turgescência, perda de massa e aceitação da alface Rubinela. *In*: REUNIÃO DA SBPC, 67, 2015, São Carlos, SP. **Anais/Resumos...** São Carlos, SP: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 1 p.

VIANA, E.P.T.; DANTA, R.T.; SILVA, R.T.S.; COSTA, J.H.S.; SOARES, L.A.A. Cultivo de alface sob diferentes condições ambientais. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.9, n.2, p.21-26, 2013.

WIKISPECIES. Classificação taxonômica da cultura de alface. 2016. Disponível em: <<http://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca>>. Acesso em: 17 fev 2017.

YAGUIU, P. **Qualidade de hortaliças e sustentabilidade de sistemas orgânicos em Sergipe**. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas) - Núcleo de Pós-Graduação e Estudos em Recursos Naturais, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2008.