



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

**AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE CULTIVARES  
ALFACE PRODUZIDAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**LARISSA FONTANA**

**Araras**

**2016**



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

**AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE CULTIVARES  
ALFACE PRODUZIDAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**LARISSA FONTANA**

**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

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar  
Processamento Técnico  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F679a Fontana, Larissa  
Avaliação física, físico-química e sensorial de  
cultivares alface produzidas em diferentes sistemas  
de cultivo / Larissa Fontana. -- São Carlos :  
UFSCar, 2016.  
68 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de  
São Carlos, 2016.

1. Lactuca sativa L.. 2. cv. Brunela. 3. cv.  
Crocantela. 4. Pós-colheita. I. Título.



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 Larissa Fontana, realizada em 18/05/2016:

---

Profa. Dra. Marta Regina Verruma Bernardi  
UFSCar

---

Prof. Dr. Fernando César Sala  
UFSCar

---

Profa. Dra. Maria Teresa Pedrosa Silva Clerici  
UNICAMP

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pela vida e oportunidades ao longo dela!

A minha orientadora Profa. Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi, pela oportunidade e confiança que me foram atribuídas! E ainda, pela amizade e ensinamentos durante este trabalho.

Ao Prof. Dr. Fernando César Sala pelas contribuições atribuídas durante a realização deste trabalho.

À EMBRAPA – Instrumentação (São Carlos/SP) e, em especial, ao Prof. Dr. Marcos David Ferreira e a Silviane Zanni Hubinger pelo auxílio nas análises físicas e físico-químicas realizadas e contribuições atribuídas a este trabalho.

Ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/ USP (Piracicaba/ SP) e, em especial, a Profa. Dra. Marta Helena Fillet Spoto pelo auxílio nas análises físico-químicas e análise instrumental de cor realizadas e contribuições atribuídas a este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural da UFSCar e todos os seus professores e funcionários.

Ao Laboratório de Horticultura – CCA/ UFSCar (Araras/ SP) pelo plantio das alfaces no sistema convencional e hidropônico.

Ao Sítio Terra Ecológica (Cordeirópolis/ SP) e, em especial, à Maíra Brambilla Moronesi Cassetário, pelo auxílio no plantio das alfaces no sistema orgânico de produção.

Aos amigos Claudia Abbe Rossi, Mariana Vannucchio-Decicino, Gerard Vitor Ecker, Rafael B. Ferro, Elisabeth Covre, Beatriz C. Pecoraro Sanches pelo auxílio nos procedimentos práticos da pesquisa.

Muito Obrigada!

## SUMÁRIO

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	i
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	iii
<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVO</b> .....	4
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
3.1. Capítulo 1 – Características, importância econômica, classificação e valor nutricional da alface ( <i>Lactuca sativa</i> L.) no Brasil .....	5
3.2. Capítulo 2 – Alfaces cv. Brunela e cv. Crocantela .....	9
3.2.1. Alface cv. Brunela – caracterização da planta .....	10
3.2.2. Alface cv. Crocantela – caracterização da planta .....	11
3.3. Capítulo 3 – Sistemas de cultivo.....	13
3.3.1. Sistema de cultivo convencional .....	13
3.3.2. Sistema de cultivo hidropônico .....	14
3.3.3. Sistema de cultivo orgânico .....	15
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
4.1. Amostras das alfaces .....	19
4.2. Sistemas de cultivo.....	19
4.2.1. Sistema de cultivo convencional .....	19
4.2.2. Sistema de cultivo hidropônico .....	20
4.2.3. Sistema de cultivo orgânico.....	21
4.3. Análises físicas.....	21
4.3.1. Análise de área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária .....	21

4.3.2. Análise de massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa .....	23
4.3.3. Análise de turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência .....	23
4.3.4. Análise instrumental de cor .....	25
4.4. Análises físico-químicas .....	27
4.4.1. Preparo das amostras .....	27
4.4.2. Análises .....	28
4.4.2.1. pH.....	28
4.4.2.2. Sólidos solúveis .....	28
4.4.2.3. Acidez titulável .....	29
4.4.2.4. Compostos fenólicos totais .....	29
4.5. Análise sensorial .....	29
4.5.1. Recepção e preparo das amostras .....	29
4.5.2. Análise sensorial de ordenação de diferença e preferência	30
4.6. Análises estatísticas .....	33
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
5.1. Análises físicas da alface cv. Brunela .....	34
5.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária .....	34
5.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa .....	35
5.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência .....	38
5.1.4. Análise instrumental de cor .....	41
5.2. Análises físico-químicas da alface cv. Brunela .....	43
5.3. Análise sensorial da alface cv. Brunela .....	45
5.4. Análises físicas da alface cv. Crocantela .....	49
5.4.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária .....	49

5.4.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa .....	50
5.4.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência .....	53
5.4.4. Análise instrumental de cor .....	56
5.5. Análises físico-químicas da alface cv. Crocantela .....	58
5.6. Análise sensorial da alface cv. Crocantela .....	60
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>62</b>
<b>7 LITERATURA CITADA .....</b>	<b>63</b>



## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição química por 100 gramas de parte comestível de quatro variedades de alface .....	7
<b>Tabela 2.</b> Valores de micronutrientes por 100 gramas de parte comestível de quatro variedades de alface .....	8
<b>Tabela 3.</b> Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20 cm da área experimental da Horticultura localizado no CCA – UFSCar (Araras/SP) ..	20
<b>Tabela 4.</b> Solução hidropônica composta para o preparo de 1000L .....	20
<b>Tabela 5.</b> Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20 cm da área para produção orgânica localizada no município de Cordeirópolis – SP ..	21
<b>Tabela 6.</b> Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Brunela. ....	31
<b>Tabela 7.</b> Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Crocantela. ....	32
<b>Tabela 8.</b> Área foliar, tamanho da folha e AFU da alface cv. Brunela, submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....	34
<b>Tabela 9.</b> Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....	36
<b>Tabela 10.</b> Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	39
<b>Tabela 11.</b> Análise instrumental de cor da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	42
<b>Tabela 12.</b> Variação da cor ( $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ ) e variação total da cor ( $\Delta E$ ) da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. Variação .....	42
<b>Tabela 13.</b> Parâmetros físico-químicos da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	45
<b>Tabela 14.</b> Somatório das notas das alfaces pelos julgadores não treinados (28 julgadores) da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	47
<b>Tabela 15.</b> Área foliar, altura da folha e AFU da alface cv. Crocantela, submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....	49

<b>Tabela 16.</b> Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	51
<b>Tabela 17.</b> Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Crocantela submetidas a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	54
<b>Tabela 18.</b> Análise instrumental de cor da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	57
<b>Tabela 19.</b> Variação da cor ( $\Delta L^*$ , $\Delta a^*$ , $\Delta b^*$ ) e variação total da cor ( $\Delta E$ ) da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	57
<b>Tabela 20.</b> Parâmetros físico-químicos da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	59
<b>Tabela 21.</b> Somatório das notas das alfaces pelos julgadores não treinados (27 julgadores) da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Classificação dos cinco grupos de alface .....	6
<b>Figura 2.</b> Classificação dos dois subgrupos da alface .....	7
<b>Figura 3.</b> A) Planta da alface cv. Brunela. B) Folha da alface cv. Brunela .....	11
<b>Figura 4.</b> A) Planta da alface cv. Crocantela B) Folha da alface cv. Crocantela .....	12
<b>Figura 5.</b> Plantio da alface em sistema de cultivo convencional .....	13
<b>Figura 6.</b> Plantio da alface cv. Crocantela em sistema de cultivo hidropônico. 14	14
<b>Figura 7.</b> Plantio da alface cv. Crocantela em sistema de cultivo orgânico.....	18
<b>Figura 8.</b> Integrador de área foliar Li-cor 3000A .....	22
<b>Figura 9.</b> Aparelho Wiltmeter® .....	24
<b>Figura 10.</b> A) Valores a*, b*, hue e croma, expressos no Sistema Hunter Lab Cromo Meter. B) Valor de L expresso no Sistema Hunter Lab Cromo Meter ...	25
<b>Figura 11.</b> Fluxograma de preparo das amostras das alfaces para análises físico-químicas. ....	28
<b>Figura 12.</b> Comparação do tamanho das folhas das alfaces cv. Brunela. A) Sistema convencional; B) Sistema hidropônico; C) Sistema orgânico.....	35
<b>Figura 13.</b> Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....	36
<b>Figura 14.</b> Comparação das plantas de alface cv. Brunela. A) Brunela convencional; B) Brunela hidropônica; C) Brunela orgânica .....	37
<b>Figura 15.</b> Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	39
<b>Figura 16.</b> Comparação visual entre turgescência inicial e a turgescência final das plantas de alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....	40
<b>Figura 17.</b> Perfil sensorial das alfaces através da média do somatório das notas atribuídas pelos julgadores não treinados obtidas no teste de ordenação da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....	47

- Figura 18.** Comparação do tamanho das folhas das alfaces cv. Crocantela. A) Sistema convencional; B) Sistema hidropônico; C) Sistema orgânico.....50
- Figura 19.** Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Crocantela submetida a sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....51
- Figura 20.** Comparação das plantas de alface cv. Crocantela. A) Crocantela convencional; B) Crocantela hidropônica; C) Crocantela orgânica .....52
- Figura 21.** Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....54
- Figura 22.** Comparação visual entre turgescência inicial e a turgescência final das plantas de alface cv. Crocantela submetida três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico. ....56
- Figura 23.** Perfil sensorial das alfaces através da média do somatório das notas atribuídas pelos julgadores não treinados obtidas no teste de ordenação da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.....61

## **AVALIAÇÃO FÍSICA, FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE CULTIVARES ALFACE PRODUZIDAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

**Autora: Larissa Fontana**

**Orientadora: Profa. Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi**

### **RESUMO**

No Brasil, há um crescente e promissor mercado que explora as novas cultivares de alface e no segmento crocante as cultivares Brunela e Crocantela são exemplos. A cv. Brunela é uma cultivar inovadora que mescla características da alface crespa e da alface americana sendo adaptada às condições brasileiras de cultivo. A cv. Crocantela também está inserida neste segmento. É considerada uma alface vigorosa com elevado número de folhas, pesadas, espessas e de coloração verde clara. O cultivo de alface pode ser realizado em diferentes sistemas de cultivo sendo eles diferentes entre si, em manejo da cultura e também no manuseio pós-colheita. Estas diferenças, muitas vezes, produzem alfaces com características físicas, físico-químicas e sensoriais diferenciadas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi determinar o efeito dos diferentes sistemas de cultivo em parâmetros físico, físico-químicos e sensoriais em cultivares de alface. Para a cv. Brunela observou-se que a planta produzida em sistema hidropônico proporcionou alface com folhas maiores. A planta orgânica obteve maior perda de massa fresca. Não foi constatada diferença estatística significativa para análise de perda de pressão de turgescência entre os três sistemas de cultivo. A análise de cor instrumental demonstrou que a alface hidropônica apresentou verde mais claro que a produzida no sistema orgânico e com maior acidez, quando comparada aos dois outros sistemas. Não constatou-se diferença estatística significativa na quantificação dos sólidos solúveis e dos compostos fenólicos totais entre os três sistemas de cultivo. Com relação à análise sensorial a cv. Brunela orgânica foi a que apresentou menor preferência e intenção de compra pelo consumidor. Para a cv. Crocantela verificou-se que para área foliar a alface convencional apresentou maior valor, seguida da hidropônica e da orgânica, com diferença estatística significativa entre elas. A amostra produzida no sistema orgânico obteve menor área foliar, menor AFU e menor massa fresca inicial e, ainda a perda de massa fresca foi significativamente maior quando comparada aos dois outros sistemas de cultivo. Não foi observada diferença estatística significativa nos valores de turgescência inicial, final e perda de pressão de turgescência entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo. Na análise instrumental de cor também não foi observada diferença estatística significativa entre os três sistemas de cultivo. Nas análises físico-químicas não foi observada diferença estatística significativa nos valores de pH entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo. A amostra orgânica obteve maior valor de sólidos solúveis, com diferença para o

sistema hidropônico. Na determinação de acidez titulável e compostos fenólicos totais obteve-se diferença estatística significativa entre os três sistemas. Para acidez titulável a amostra hidropônica obteve maior acidez, seguida da amostra orgânica e da amostra convencional e, para a determinação de compostos fenólicos totais, a amostra orgânica obteve maior valor, seguida da hidropônica e da convencional. Com relação ao teste preferência para a cv. Crocantela não foi observada diferença estatística entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo e, no teste de intenção de compra, foi observada diferença significativa na intenção de compra entre as amostras produzidas no sistema hidropônico e orgânico, ou seja, a primeira teve maior intenção de compra que a segunda. Conclui-se o sistema de cultivo utilizado para a produção da alface influencia em características físicas e físico-químicas das plantas. Neste estudo foi possível obter a caracterização sensorial das cultivares de alface Brunela e Crocantela. Desta forma, estudos com estas características são fundamentais, pois permitem o diagnóstico destas diferenças auxiliando na obtenção de informações importantes de produção e pós-colheita tanto para o profissional atuante na área como para o consumidor.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lactuca sativa* L., cv. Brunela, cv. Crocantela, pós-colheita.

## **PHYSICAL ASSESSMENT, PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY LETTUCE CULTIVARS PRODUCED IN DIFFERENT CULTIVATION SYSTEMS**

**Author: Larissa Fontana**

**Adviser: Profa. Dra. Marta Regina Verruma-Bernardi**

### **ABSTRACT**

In Brazil, there is a growing and promising market that explores the new cultivars of lettuce and crispy segment the Brunella and Crocantella cultivars are examples. The cv. Brunella is an innovative cultivar that combines crisp lettuce characteristics and lettuce being adapted to Brazilian culture conditions. A cv. Crocantella is also included in this segment. It is considered a vigorous lettuce with high numbers of leaves, heavy, thick and light green. The lettuce cultivation may be performed in different cropping systems they are different from each other in crop management and also in post-harvest handling. These differences often produce lettuces with physical, physico-chemical and sensory differentiated. In this way the objective of this study was to determine the effect of different cropping systems in physical, physicochemical and sensory parameters in lettuce cultivars. For cv. Brunella noted that the plant produced hydroponically provided with larger lettuce leaves. The organic plant increased loss of weight. It was not found statistically significant differences for turgor pressure loss analysis among the three cropping systems. The instrumental analysis color demonstrated that hydroponic lettuce presented lighter green that produced the organic system and higher acidity compared to the other two systems. Not found a statistically significant difference in the measurement of soluble solids and total phenolic compounds among the three cropping systems. The sensory analysis cv. Brunella organic was the one with lowest preference and intention to purchase by the consumer. For cv. Crocantella was found that for conventional lettuce leaf area showed higher, then the hydroponic and organic, with significant difference between them. The sample produced in the organic system had lower leaf area, lower ULA and lower initial fresh and even the loss of weight was significantly higher when compared to the other two cropping systems. There was no significant statistical difference in the turgidity initial values, final and loss of turgor pressure between the samples produced in the three cropping systems. In instrumental analysis of color it was also no statistically significant difference among the three cropping systems. The physicochemical analysis was not statistically significant differences in pH values between samples produced in the three cropping systems. The organic sample obtained highest soluble solids, with difference to the hydroponic system. In the determination titratable acidity and total phenolic compounds was obtained statistically significant differences between the three systems. For titratable acidity hydroponic sample had higher acidity, then the organic sample and the conventional sample, for the

determination of total phenolic compounds, organic sample had a higher value, then the hydroponic and conventional. With respect to test preference for cv. Crocantela was no statistical difference between the samples produced in the three cropping systems and the purchase intention test, there was significant difference in purchase intent among the samples produced in hydroponic and organic system, that is, the first was most intent the second purchase. It is concluded cultivation system used for the production of lettuce influence on physical characteristics and physico-chemical plants. In this study it was possible to obtain the sensory characterization of Brunella and Crocantella lettuce cultivars. This manner, studies with these characteristics are crucial as they allow the diagnosis of these differences assisting in obtaining important information from production and post-harvest both for the active professional in the field and the consumer.

**KEYWORDS:** *Lactuca sativa L.*, cv. Brunella, cv. Crocantella, post-harvest.



## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lopes et al. (2007) a alface é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação dos brasileiros, o que assegura à espécie expressiva importância econômica. Ferreira et al. (2009) falam que é a hortaliça preferida entre os produtores que a cultivam, devido a fatores como larga adaptação a diferentes condições climáticas, possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano, boa preferência e demanda do consumidor.

Atualmente, existem diferentes sistemas de cultivo de alface sendo utilizados para sua produção, como por exemplo, o cultivo convencional e o sistema orgânico realizados em campo aberto e o cultivo protegido, realizado sob o sistema hidropônico (FILGUEIRA, 2008). De acordo com Henz; Suinaga (2009) estes sistemas diferenciam-se entre si em vários aspectos de manejo e também no manuseio pós-colheita.

Para a cultura da alface, o plantio em campo convencional é o mais importante considerando-se área e produção. Concentra-se geralmente próximo aos grandes centros urbanos. Existem produtores especializados na produção de alface de forma contínua na mesma área durante o ano, com ou sem rotação de culturas, e também pequenos produtores que possuem apenas alguns canteiros de alface juntamente com outras espécies de hortaliças (HENZ; SUINAGA, 2009).

O sistema hidropônico de cultivo caracteriza-se pelo cultivo de plantas fora do solo e em solução nutritiva e vem se tornando uma alternativa promissora em detrimento ao sistema convencional de produção, pois gera um produto diferenciado, de boa qualidade e de grande aceitação no mercado (COSTA; JUNQUEIRA, 2000). De acordo com Paulus et al. (2012) a alface é a hortaliça mais importante produzida nesta sistema.

A agricultura orgânica apresenta-se como uma alternativa ao atual modelo de produção, tendo como característica ser um sistema que evita e exclui a utilização de fertilizantes de composição sintética, pesticidas, hormônios e aditivos conservantes de alimentos (MIGUEL et al., 2008). Segundo Silva et al. (2011), a produção e o consumo de hortaliças orgânicas tem aumentado no

Brasil, principalmente por serem produzidas sem agrotóxicos, e segundo Brasil (2006) a alface é uma das principais hortaliças produzidas neste sistema.

Atualmente, existe uma grande diversidade de cultivares de alface que exploram diferenças nos formatos, tamanhos e cores das plantas (SUINAGA et al., 2013) e, com o avanço do melhoramento genético novas cultivares que visam aumento de produtividade, maior resistência a pragas e doenças, melhor qualidade nutricional e adaptabilidade estão sendo apresentadas ao mercado (BORÉM, 2005).

No segmento Crocante a alface cv. Brunela é uma cultivar adaptada às condições climáticas brasileiras. Possui a aparência da alface crespa, como uma planta aberta sem formação de cabeça, e as folhas grossas, como a da alface americana, além de ser crocante e possuir sabor adocicado. Por ser considerada de porte médio, permite que seu plantio seja feito em espaçamento menor que o convencional possibilitando um aproveitamento máximo da área disponível para produção, além de ser altamente adaptada ao cultivo hidropônico (SALA; COSTA, 2014).

A cv. Crocantela é uma planta tropicalizada e recomendada para plantio o ano todo. Seu ciclo varia de 40 a 45 dias após o transplante. Possui tolerância ao pendoamento precoce, *Tip Burn* (queima de bordo das folhas) e ao Míldio (*Bremia lactucae*). É considerada uma cultivar ideal para o mercado fresco e também para o processamento devido a menores perdas e maior pós-colheita. É uma alface vigorosa com elevado número de folhas, pesadas, espessas e coloração verde clara. Pode ser cultivada em campo aberto e em sistema hidropônico (UFSCar, 2013).

Assim, diante dos pressupostos citados, considerando-se a importância dos sistemas de cultivo convencional, hidropônico e orgânico para a produção da alface no Brasil e suas diferenças no manejo e pós-colheita e, em virtude da cv. Brunela e cv. Crocantela terem sido lançadas recentemente no mercado este trabalho foi realizado. Sua realização possibilitou avaliar o desenvolvimento das plantas de alface conforme o sistema de cultivo e, ainda permitiu verificar como estes sistemas de cultivo influenciam em suas características físico-químicas.

Vale ressaltar que existem estudos disponíveis no meio científico que abordam a influência de sistemas de cultivo na produção de hortaliças levando-se em considerações diferentes aspectos como econômico e social, agrônomo e ambiental, microbiológico e físico-químico, porém, poucos apresentam esta característica e permitem analisar a qualidade pós-colheita da alface em aspectos de desenvolvimento da planta, parâmetros físico-químicas e caracterização sensorial, sendo estes, dados importantes tanto para o produtor como para o consumidor do produto.

## **2 OBJETIVO**

Determinar o efeito de três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico, sob os parâmetros físicos, físico-químicos e sensoriais de duas novas cultivares de alface: cv. Brunela e cv. Crocantela.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1. CAPÍTULO 1 – CARACTERÍSTICAS, IMPORTÂNCIA ECONÔMICA, CLASSIFICAÇÃO E VALOR NUTRICIONAL DA ALFACE (*Lactuca sativa* L.) NO BRASIL

A alface é uma planta anual, originária de clima temperado (HENZ; SUINAGA, 2009). Pertence à classe *Magnoliopsida*, ordem *Asterales*, família *Asteraceae*, subfamília *Cichorioideae*, gênero *Lactuca* e espécie *Lactuca sativa* L. (WIKISPECIES, 2015).

É considerada uma planta herbácea e autógama, com folhas que podem ser lisas ou crespas, e presas a um caule diminuto, podendo ou não formar cabeças (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).

Tem como provável centro de origem o sul da Europa e o oeste da Ásia. Depois de ser difundida no continente europeu, foi introduzida nas Américas, sendo então trazida ao Brasil, no ano de 1647, com a vinda dos portugueses (RYDER; WHITAKER, 1976).

É a hortaliça folhosa mais importante no mundo (SALA; COSTA, 2012) e a de maior relevância na alimentação dos brasileiros o que assegura a cultura expressiva importância econômica (LOPES et al., 2007).

Desta forma, é uma cultura explorada em todo território nacional (BATISTA et al., 2012). De acordo com a Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes – ABCSEM (2012) a área cultivada com esta hortaliça no país já atinge cerca de 39.000 ha, sendo muita praticada pela agricultura familiar em diferentes sistemas de cultivo.

O Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliça (CNPq) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) mostra no item “Hortaliças em Números” que existem 66.031 propriedades rurais produzindo alface

comercialmente, sendo 30% na região sudeste, 30% na região sul, 26% na região nordeste, 7% na região centro-oeste e 6% na região norte. O estado de São Paulo responde por 31% da produção brasileira, seguido pelo Rio de Janeiro (27%), Minas Gerais (7%), Rio Grande do Sul, Paraná, Ceará, Santa Catarina e outros estados com participação inferior a 3% (HORTIBRASIL, 2013).

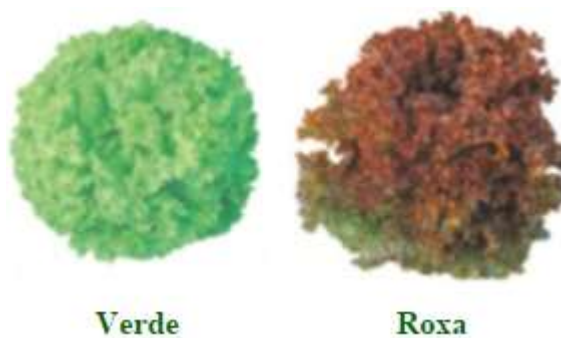
Na região do cinturão verde, nas proximidades da capital do estado de São Paulo, os municípios de Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim, Salesópolis e Suzano, além de Piedade, Ibiúna e São Miguel Arcanjo, são os maiores produtores desta hortaliça (CARDOSO, 2000).

Atualmente, existe uma grande variedade de cultivares de alface no mercado que exploram diferenças nos formatos, tamanhos e cores (SUINAGA et al., 2013).

O Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura é um programa de adesão voluntária e de autorregulamentação setorial, que surgiu em 1997, como Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros. Em 2000 tornou-se um programa de atuação nacional. Ele apresenta conceitos de classificação e padronização de diversos produtos, dentre eles, a alface, sendo ela classificada, por este programa, em cinco grupos e dois subgrupos, conforme Figuras 1 e 2 (HORTIBRASIL, 2009).



**Figura 1.** Classificação dos cinco grupos de alface.  
Fonte: Hortibrasil (2015).



**Figura 2.** Classificação dos dois subgrupos de alface.

Fonte: Hortibrasil (2015).

Segundo Ohse et al. (2009) a importância nutricional da alface é indiscutível, por ser uma grande fonte de vitaminas e sais minerais na alimentação humana.

Sua composição por 100g de partes comestíveis na forma “*in natura*” indica: 94% água, 18 kcal, 1,3g de proteínas, 0,3g de gorduras totais, 3,5g de carboidratos totais, 0,7g de fibras, 68mg de cálcio, 27mg de fósforo, 1,4mg de ferro, 264mg de potássio, 1900UI vitamina A, 0,05mg tiamina, 0,08mg de riboflavina, 0,4mg de niacina, 18mg de vitamina C (SGARBIERI, 1987). Além destes nutrientes, Collins (2004) coloca que as alfaces são ricas também em folato e certos fitoquímicos como os flavonóides e lactucina.

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) apresenta a composição de quatro tipos de alfaces cruas, sendo elas, americana, crespa, lisa e roxa (NEPA, 2011) (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Composição química por 100 gramas da parte comestível de quatro cultivares de alface.

	Umidade (%)	V Cal (Kcal)	Proteínas (g)	Lipídeos (g)	Carboidratos (g)	FA (g)
Americana	97,2	9,0	0,6	0,1	1,7	1,0
Crespa	96,1	11,0	1,3	0,2	1,7	1,8
Lisa	95,0	14,0	1,7	0,1	2,4	2,3
Roxa	95,7	13,0	0,9	0,2	2,5	2,0

V Cal = valor calórico; FA = fibra alimentar.  
Fonte: NEPA (2011) p. 33 – 34.

**Tabela 2.** Valores de micronutrientes por 100 gramas da parte comestível de quatro variedades de alface.

	Vit. C (mg)	Cinzas (g)	K (mg)	Ca (mg)	Fe (mg)	Mg (mg)	Mn (mg)	P (mg)
Americana	11,0	0,3	136	14,0	0,3	6,0	0,12	19,0
Crespa	15,6	0,7	267	38,0	0,4	11,0	0,20	26,0
Lisa	21,4	0,8	349	28,0	0,6	9,0	0,33	26,0
Roxa	13,5	0,7	308	34,0	2,5	9,0	0,12	51,0

K = potássio; Ca = cálcio; Fe = ferro; Mg = magnésio; Mn = manganês; P = fósforo.

Fonte: NEPA (2011) p. 33 – 34.



### 3.2. CAPÍTULO 2 - ALFACES CV. BRUNELA E CV. CRONCANTELA

Atualmente existe uma diversidade de cultivares de alface que exploram diferenças nos formatos, tamanhos e cores das plantas (SUINAGA et al., 2013) e, com o avanço do melhoramento novas cultivares que visam aumento de produtividade, maior resistência a pragas e doenças, melhor qualidade nutricional e adaptabilidade estão sendo apresentadas ao mercado (BORÉM, 2005).

As hortaliças são um grupo de plantas muito exploradas pelos melhoristas e os programas de melhoramento para alface visam principalmente a tolerância ao pendoamento, adaptação as condições climáticas e resistência a doenças (SALA; COSTA 2012).

Até a década de 80 o Brasil tinha um padrão de consumo de alface “manteiga” também conhecida como alface lisa. O padrão de alface lisa do tipo repolhuda foi sempre a cultivar “*White Boston*” bem como a cultivar “*San Rivale*”, ambas centenárias. Essas cultivares dominaram o sistema de cultivo da alface no Brasil sendo que no início da década de 90 a alface lisa correspondia por mais de 51% do volume de alface comercializado na grande São Paulo (SALA; COSTA, 2012).

As mudanças ocorridas na alfavicultura brasileira foram descritas por Sala; Costa (2012), sendo que a mais significativa foi a substituição no cultivo da alface lisa, tipo “*White Boston*” pela cultivar crespa tipo “*Grand Rapids*”. Esta mudança ocorreu tanto no mercado da alfavicultura como pelo consumidor. No final da década de 90 a porcentagem de alface crespa comercializada pela Ceagesp/ SP ultrapassou o tipo lisa, chegando a valores de 53% de demanda de mercado.

Outra tendência observada consiste na elevação da procura por variedades do tipo americana a partir do início dos anos 90, sendo a demanda para este tipo de alface passou de 9% em 1995, para mais 34% em 2010 (SALA; COSTA, 2012).

Sala; Costa (2012) colocam que no Brasil há um mercado crescente e promissor para segmentos ainda pouco explorados, bem como para tipos

inovadores de alface e com grande potencialidade de crescimento, tais como mini alface, *baby leaf*, *frizze* e crocante.

O segmento Crocante, destaca-se por apresentar plantas de folhas com textura e crocância equivalente a da americana e flabeladas como a do tipo crespa. Suas folhas são coloração verde claro típica das crespas convencionais e com ondulações nos bordos foliares. Não apresenta formação de cabeça no verão sendo uma vantagem nesta época quando as perdas pelos alfacicultores são elevadas e, são tropicalizadas e de pendoamento lento (tolerante ao pendoamento precoce) (SALA; COSTA, 2012).

Os primeiros cultivos comerciais em maior escala com essas cultivares tiveram início no final de 2010 e vêm demonstrando ser uma boa opção para o cultivo dessa folhosa no período de verão (SALA; COSTA, 2012).

De acordo com o mesmos autores, as cultivares pertencentes a este segmento são recomendadas para o cultivo no verão em pleno campo no sistema convencional de canteiros, cultivo protegido e hidropônico, destacando-se com superioridade quando comparadas às crespas convencionais.

### **3.2.1. Alface cv. Brunela – caracterização da planta**

A alface cv. Brunela (Figura 3) é um novo tipo de alface para o mercado brasileiro. Classificada no segmento *frizze* pode ser posicionada como mini crocante ou de tamanho médio (SALA; COSTA, 2014).

É uma planta tropicalizada e recomendada para o plantio o ano todo. A cultivar apresenta-se como uma alface crespa, característica da alface nacional, porém, com a crocância da alface americana, já que possui uma folha espessa o que confere maior crocância ao ser saboreada e possui sabor adocicado (SALA; COSTA, 2014).

A crocância é atribuída ao som “*crok*”, “*crok*” produzido durante a mastigação, estimula a secreção salivar e a percepção sensorial da palatabilidade. Nesta alface, este atributo relaciona-se com a maior espessura foliar. Além disso, na nervura primária e secundária ocorre maior acúmulo de

açúcares originados da fotossíntese conferindo maior sabor adocicado às folhas (FERCAM, 2016).

Algumas características da cultivar podem ser consideradas, tais como: coloração verde clara, folhas mais espessas, apresentando 1,78 mm de espessura do limo foliar, sendo até 8 vezes mais espessas que a alface cresa – 0,22 mm, folhas redondas sendo que a crespicidade dos bordos foliares é um destaque, além de, excelente textura e sabor, conferindo atratividade no preparo de saladas. Outros fatores, como, número de folhas, tamanho e peso variam em função do ponto de colheita e época de cultivo (FERCAM, 2016).

De acordo Sala; Costa (2014) por ser considerada uma planta de porte médio, permite que seu plantio seja feito em espaçamento menor que o convencional possibilitando um aproveitamento máximo da área disponível para a produção, além de ser altamente adaptada ao cultivo hidropônico.

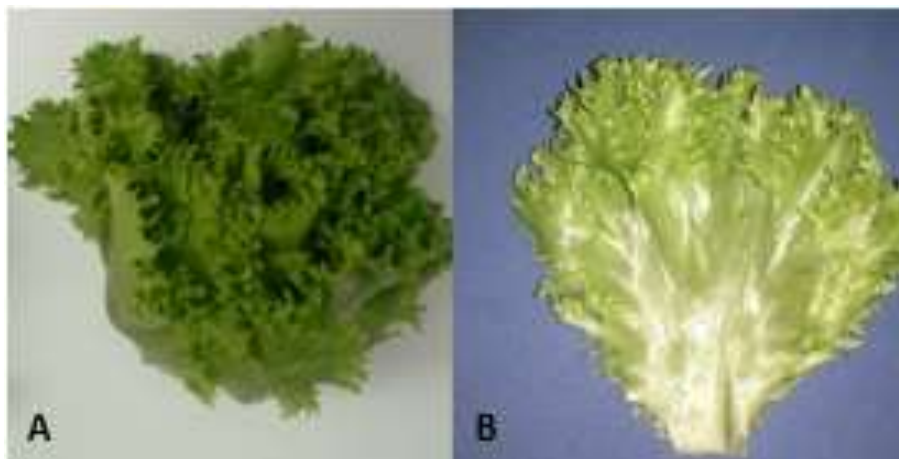


**Figura 3.** A) Planta da alface cv. Brunela. B) Folha da alface cv. Brunela.

### 3.2.2. Alface cv. Crocantela – caracterização da planta

A alface cv. Crocantela (Figura 4) é outra nova cultivar do segmento de alface crocante. É uma planta tropicalizada e recomendada para plantio o ano todo. Seu ciclo varia de 40 a 45 dias após o transplante. Possui tolerância ao pendoamento precoce, *Tip Burn* (queima de bordo das folhas) e ao Míldio (*Bremia lactucae*) (UFSCar, 2013).

É considerada uma cultivar ideal para o mercado fresco e também para o processamento devido a menores perdas e maior pós-colheita. É uma alface vigorosa com elevado número de folhas, pesadas, espessas e coloração verde clara. Pode ser cultivada em campo aberto e em sistema hidropônico (UFSCar, 2013).



**Figura 4.** A) Planta da alface cv. Crocantela. B) Folha da alface cv. Crocantela.

### 3.3. CAPÍTULO 3 – SISTEMAS DE CULTIVO

#### 3.3.1. Sistema de cultivo convencional

De acordo com Rocha et al. (2008) o cultivo de alface pode ser realizado nos sistemas convencional, orgânico e hidropônico e estes sistemas são diferentes entre si, em aspectos relacionados ao manejo da cultura e também ao manuseio pós-colheita.

A agricultura convencional (Figura 5) é um modelo de produção agrícola onde a busca por maior produtividade é o que prevalece. Neste sistema ocorre a utilização intensa de insumos externos, o que em curto prazo conduz a resultados econômicos visíveis como o aumento da produtividade e eficiência agrícola (SOUZA, 2005).



**Figura 5.** Plantio da alface em sistema de cultivo convencional.

De acordo com Gliessman (2000) este sistema está construído em torno de dois objetivos interligados: a maximização da produção e de lucros. Desta forma, algumas práticas foram desenvolvidas sem preocupação com consequências intencionais em longo prazo, e sem considerar a dinâmica ecológica dos agroecossistemas.

Higashi (2002) coloca que um dos principais inconvenientes associados a este sistema de cultivo é a persistência de determinados agrotóxicos no meio ambiente e nos alimentos. Alguns problemas apontados por Gliessman (2000) são: contaminações de lençóis freáticos, diminuição da fertilidade do solo, alterações genéticas em plantas e animais, efeitos toxicológicos, aumento da

dependência de energia não renovável e também um ciclo de dependência de insumos químicos.

Altieri (1999) coloca que a produção com uso excessivo de agrotóxicos aplicada ao sistema de cultivo convencional gera, de forma significativa, desequilíbrio fisiológico da planta e ecológico do solo, bem como dependência do agricultor. Gorenstein (2004) descreve que 78% de alguns tipos de frutas e hortaliças podem conter alto índice de contaminação por agrotóxicos e, a alface é um dos principais alimentos afetados por estes produtos químicos.

### 3.3.2. Sistema de cultivo hidropônico

A hidroponia (Figura 6), cultivo de plantas fora do solo e em solução nutritiva, vem se tornando uma alternativa promissora em detrimento ao sistema convencional de produção, pois gera um produto diferenciado, de boa qualidade e de grande aceitação no mercado (COSTA; JUNQUEIRA, 2000).



**Figura 6.** Plantio da alface cv. Crocantela em sistema de cultivo hidropônico.

A técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT - *Nutrient Film Technique*) representa a maior fração de cultivos hidropônicos do Brasil (GUALBERTO; RESENDE; BRAZ, 1999). Nela, as plantas desenvolvem 2/3 de seu sistema radicular apoiados em canais de cultivo por onde escoam um filme de solução nutritiva em fluxo intermitente irrigando-as e fornecendo nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (STAFF, 1998).

O sistema hidropônico, como qualquer outra técnica de cultivo, exige 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 (BASSO; BERNARDES, 1993).

Staff (1998) elenca algumas vantagens aplicáveis aos sistemas hidropônicos: produção de alimentos próximo aos centros consumidores, utilização eficiente de fertilizantes, redução no uso de defensivos agrícolas devido à melhor nutrição das plantas e conseqüente menor ataque de pragas, melhor qualidade das plantas devido ao controle da área cultivada, condições ótimas de crescimento (alta produtividade).

No Brasil, a alface é a hortaliça mais importante produzida no sistema hidropônico (PAULUS et al., 2012), provavelmente, devido ao seu pioneirismo como cultura hidropônica no país, bem como por se tratar de cultura de manejo mais fácil e principalmente por ter ciclo curto, garantindo assim retorno de capital mais rápido.

### **3.3.3. Sistema de cultivo orgânico**

A agricultura orgânica surgiu de 1925 a 1930 com os trabalhos do inglês Albert Howard (EHLERS, 1999) que realizou pesquisas durante 40 anos na Índia, procurando demonstrar a relação de saúde e da resistência humana às doenças com a estrutura orgânica do solo, publicando obras relevantes entre 1935 e 1940, sendo portanto, considerado o fundador da agricultura orgânica (PENTEADO, 2001).

Nos seus estudos, é ressaltada a importância da matéria orgânica nos processos produtivos e mostra que o solo não deve ser entendido apenas como um conjunto de substâncias, tendência proveniente da química analítica, pois nele ocorre uma série de processos vivos e dinâmicos essenciais à saúde das plantas (“solo vivo”). Na década de 1920, surgiram, quase que simultaneamente, alguns movimentos contrários a adubação química, que valorizavam o uso da

matéria-orgânica e de outras práticas culturais favoráveis aos processos biológicos (EHLERS, 1999).

O termo agricultura orgânica passou a ser comumente usado como sentido de agricultura alternativa a partir da década de 1970 (SAMINÉZ et al., 2008). Este conceito abrangente envolve também outras correntes, tais como agricultura natural, agricultura biodinâmica, agricultura biológica, agricultura ecológica (ou agroecologia) e permacultura (CAMPANHOLA; VALARINI, 2001).

No mundo a institucionalização da agricultura orgânica se deu em 1972, com a criação da IFOAM – Federação Internacional dos Movimentos da Agricultura Orgânica, e a publicação das primeiras normas, em 1978. A França foi o primeiro país a regulamentar este tipo de agricultura, nos anos 80 e, no início da década de 90, foram criados os regulamentos técnicos para a produção orgânica de origem vegetal da Comunidade Econômica Europeia (EC 2092/91). No final da década, o *Codex Alimentarius* (FAO – WHO) estabeleceu as diretrizes para a produção orgânica de origem vegetal e, em 2001, editou as diretrizes para a produção animal (FONSECA, 2009).

No Brasil, os movimentos relacionados à agricultura orgânica, tomaram impulso decisivo na década de 70, a partir de diferentes manifestações, críticas e proposições (correntes), usando a denominação agricultura alternativa. Eram coordenados pela FAEAB (Federação das Associações de Engenheiros Agrônomos do Brasil), que organizou quatro encontros nacionais conhecidos como EBAs (Encontros Brasileiros de Agricultura Alternativa), realizados, respectivamente, em Curitiba (1981), Rio de Janeiro (1984), Cuiabá (1987) e Porto Alegre (1989), reunindo estudantes e profissionais ligados à agricultura. O termo institucionalizado nos regulamentos técnicos brasileiros foi o “orgânico” (FONSECA, 2009).

Em 1994, iniciou-se a discussão para a regulamentação da agricultura orgânica no país, que foi oficialmente reconhecida em maio de 1999, com a publicação da Instrução Normativa nº 007/99, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) que estabeleceu de acordo com o Art. 1º as normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição,



identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal (BRASIL, 1999).

De acordo com o Art. 1º § 2º da Lei 10.831 de 23 de dezembro de 2003 “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas, mediante o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

De acordo com Penteado (2001) o termo orgânico é empregado para designar um dos sistemas não convencionais de cultivo da terra, baseados em princípios ecológicos. A agricultura orgânica é um sistema de cultivo comprometido com a saúde, a ética e a cidadania, visando contribuir para a preservação da vida e da natureza. Busca utilizar de forma racional os recursos naturais, empregando métodos de cultivo tradicionais e mais recentes tecnologias ecológicas.

Na produção orgânica de hortaliças (Figura 7) o agricultor é obrigado a não utilizar agrotóxicos e fertilizantes químicos de alta concentração e solubilidade, e utilizar tecnologias (princípios e processos) conservacionistas (BRASIL, 2003).



**Figura 7.** Plantio da alface cv. Crocantela em sistema de cultivo orgânico.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Amostras das alfaces**

As alfaces utilizadas foram as cultivares Brunela e Crocantela, desenvolvidas pela Universidade Federal de São Carlos / UFSCar. As mudas 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. Após este período, as mudas foram transplantadas em três sistemas de cultivo.

O plantio das mudas nos três sistemas foi realizado na mesma semana (entre os dias 11 e 15/05/2015). O desenvolvimento das plantas teve duração de aproximadamente 35 dias sendo a colheita, para os três sistemas, feita entre os dias 22 e 26/06/2015, no período da manhã, entre 7h00 e 8h00. Após a colheita, as amostras foram transportadas cuidadosamente em sacos plásticos próprios para alimentos para realização das análises físicas, físico-químicas e sensoriais.

### **4.2. Sistemas de cultivo**

#### **4.2.1. Sistema de cultivo convencional**

No sistema convencional, os canteiros, para ambas as cultivares, foram previamente preparados com encanteiradeira, sendo a adubação de plantio e cobertura e demais tratamentos culturais realizados segundo a recomendação de Filgueira (2008) para a cultura de alface. O espaçamento adotado foi 25 cm x 25 cm entre planta e linha, respectivamente. O cultivo foi realizado na área experimental da Horticultura, localizado no Centro de Ciências Agrárias - CCA/UFSCar (Araras-SP) (22°18'40.4"S 47°23'05.9"W). A caracterização físico-química do solo à profundidade 0-20cm foi realizada na Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP) (Tabela 3).

**Tabela 3.** 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 <sup>3</sup>
pH em H <sub>2</sub> O	6,1
Fósforo resina	137 mg/dm <sup>-3</sup>
Potássio resina	11 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Cálcio	63 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Magnésio	15 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Acidez potencial	25 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Soma de bases	89 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Capacidade catiônica	114 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Índice de saturação por bases	78 mmolc.dm <sup>-3</sup>

#### 4.2.2. Sistema de cultivo hidropônico

No cultivo hidropônico, para ambas as cultivares, as mudas foram mantidas em berçário por aproximadamente 10 dias e posteriormente levadas para os perfis hidropônicos definitivos. O sistema hidropônico utilizado foi o tipo NFT (fluxo laminar de nutrientes) com perfis de polipropileno trapezoidal (TP90) com bancadas de 9% de queda para passagem da solução nutritiva, com espaçamento de 25 cm x 25 cm entre plantas e perfis. A solução hidropônica de alface utilizada foi a recomendada por Furlani et al. (2009), conforme Tabela 4 e, o sistema hidropônico estava instalado sob telado vermelho 35%.

**Tabela 4.** 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

O pH para sistema hidropônico foi mantido na faixa de 5,5 a 6,5 e a condutividade elétrica do sistema hidropônico mantida na faixa de 1,5 miliSiemens/cm.

### 4.2.3. Sistema de cultivo orgânico

Tanto as mudas da cv. Brunela como as mudas da cv. Crocantela foram encaminhadas ao produtor orgânico, certificado pela ECOCERT (Organismo de Inspeção e Certificação) e a produção foi realizada conforme os procedimentos locais. A caracterização físico-química do solo à profundidade 0-20cm foi realizada na Embrapa Pecuária Sudeste (São Carlos, SP), conforme Tabela 5.

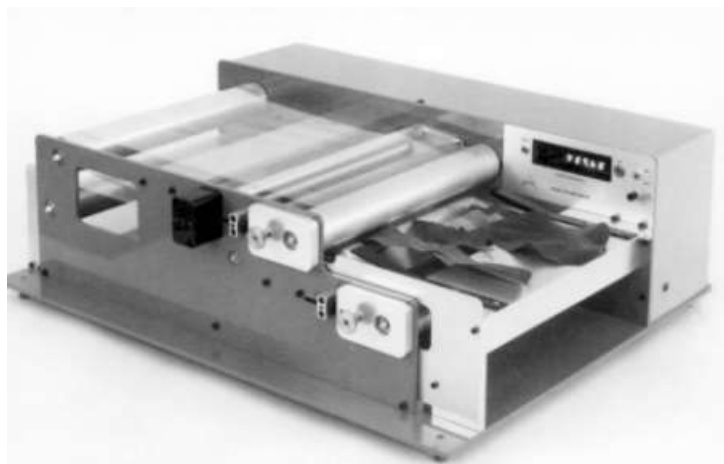
**Tabela 5.** Caracterização físico-química do solo à profundidade de 0-20cm para produção orgânica localizada no Município de Cordeirópolis – SP.

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

### 4.3. Análises físicas

#### 4.3.1. Análise de área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

O procedimento foi realizado tanto para a alface cv. Brunela como para a alface cv. Crocantela. A determinação da área foliar foi realizada logo após a colheita das plantas no Laboratório do Programa de Melhoramento Genético da Cana de Açúcar (PMGCA) do CCA/ UFSCar (Araras-SP). A Figura 8 mostra o modelo de integrador de área foliar Li-cor 3000A (Licor Inc., Lincon, Nebraska, EUA) que foi utilizado para as análises.



**Figura 8.** Integrador de área foliar Li-cor 3000A.  
Fonte: Li-Cor Inc. (1987).

Foram selecionadas três plantas de alface de cada sistema de cultivo e, estas foram desfolhadas e higienizadas. As folhas foram separadas de acordo com o tamanho (maiores, medianas e menores) e então utilizou-se cinco folhas íntegras de alface caracterizadas com tamanhos maiores para determinação desta análise. Para cada folha foi feita a leitura de área foliar no equipamento 3 vezes, totalizando-se 15 leituras, por amostra. Os resultados da área foliar foram expressos em milímetros (mm).

A mensuração do tamanho da folha foi feita com uma régua verificando-se as medidas em centímetro (cm) na horizontal (largura) e na vertical (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 conforme metodologia aplicada por Linhares et al. (2013) e o resultado expresso em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>), conforme demonstra a fórmula abaixo:

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

AFU = área foliar unitária (cm<sup>2</sup>)

C = comprimento da folha (cm)

A = altura da folha (cm)

#### 4.3.2. Análise de massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

O procedimento foi realizado tanto para a alface cv. Brunela como para a alface cv. Crocantela. A determinação de massa fresca inicial, massa fresca final e de perda de massa foi realizado 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.

Utilizaram-se três plantas de alface de cada sistema de cultivo, de cada cultivar. As plantas foram mantidas com raízes durante todo o procedimento. Foi realizada a pesagem inicial das plantas (massa fresca inicial) e o acompanhamento da massa por planta foi feito diariamente durante 9 dias. Ao final do nono dia obteve-se a massa fresca final da planta. Estes resultados foram expressos em grama (g).

O armazenamento das amostras durante a análise ocorreu em câmara de refrigeração controlada a  $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e com umidade relativa (UR) mantida entre 85 e 90% ficando as mesmas acondicionadas em sacos plásticos, de mesmo tamanho e mantidos abertos durante todo o período.

A perda de massa foi determinada por meio da diferença entre a massa fresca inicial e a massa fresca final da amostra, e os resultados foram expressos em porcentagem (%). A fórmula abaixo demonstra o cálculo da perda de massa:

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

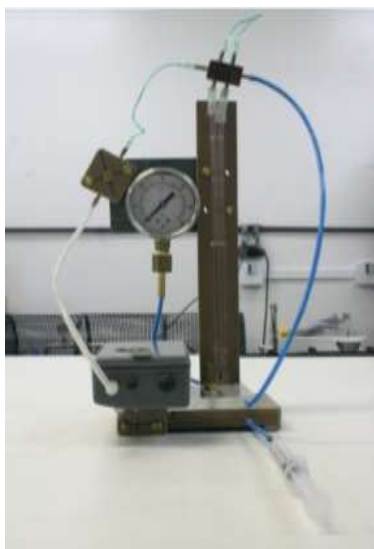
$mfi$  = massa fresca inicial (g)

$mff$  = massa fresca final (g)

#### 4.3.3. Análise de turgescência Inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência

O procedimento foi realizado tanto para a alface cv. Brunela como para a alface cv. Crocantela. A análise de turgescência foi realizada no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação,

São Carlos, SP). A Figura 9 demonstra o modelo do equipamento Wiltmeter® (Embrapa, São Carlos, São Paulo, Brasil) utilizado nas análises.



**Figura 9.** Aparelho Wiltmeter®.  
Fonte: Calbo et al. (2008).

A determinação da turgescência inicial, final e perda de pressão de turgescência foi realizada através da metodologia aplicada por Calbo et al. (2008). Foram selecionadas duas plantas de alface de cada sistema de cultivo. Estas plantas foram mantidas com raízes durante todo o procedimento. Destas plantas, foram selecionadas e marcadas duas folhas íntegras, da parte externa da planta, sem desprendê-las e, então realizado o acompanhamento de turgescência. A mensuração de cada uma das folhas foi feita à temperatura ambiente ( $\sim 20^{\circ}\text{C}$ ). Foi realizada a determinação da turgescência inicial das plantas e o acompanhamento da turgescência foi feito diariamente durante 9 dias. Ao final do nono dia obteve-se a turgescência final da planta. Os resultados foram expressos em  $\text{kgf}/\text{cm}^2$ .

O armazenamento das amostras durante a análise foi feito em câmara de refrigeração controlada a  $8^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e com umidade relativa (UR) mantida entre 85 e 90% ficando as mesmas acondicionadas em sacos plásticos, de mesmo tamanho e mantidos abertos durante todo o período.



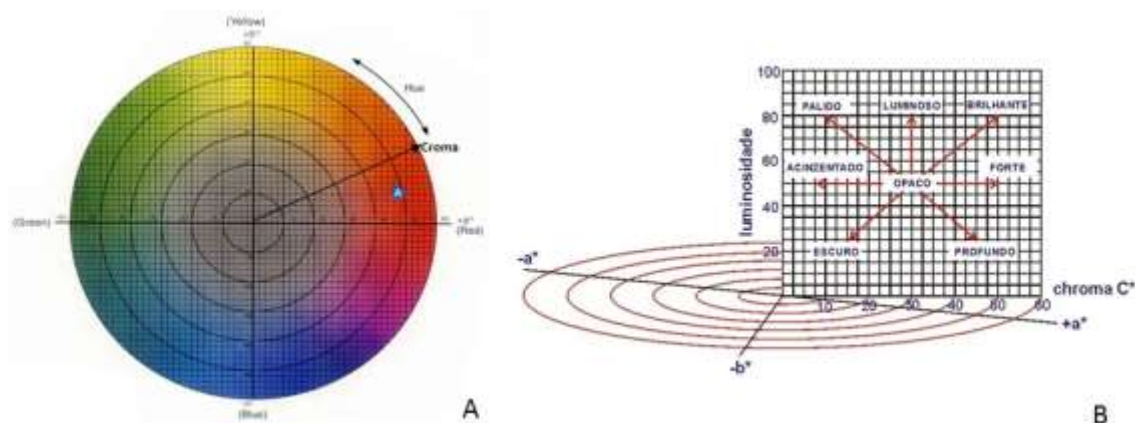
A determinação da perda de pressão de turgescência foi realizada através do cálculo da diferença entre os valores de turgescência inicial e turgescência final e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

#### 4.3.4. Análise instrumental de cor

O procedimento foi aplicado tanto para alface da cv. Brunela como para a alface da cv. Crocantela. A análise de cor foi realizada no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP). A determinação foi feita utilizando-se o colorímetro marca Konika Minolta, modelo CR400s (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., New Jersey, EUA). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE 1976 L,  $a^*$ ,  $b^*$  – CIELAB) (MINOLTA CORP, 2007).

A leitura foi realizada em três folhas selecionadas de duas plantas de alface de cada sistema de cultivo, sendo então realizadas 6 leituras.

Analisou-se os efeitos de coloração, através dos parâmetros L,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue e chroma, os quais representam as medidas objetivas de cor avaliadas pelo olho humano (Figura 10). O valor L representa a luminosidade ou tom da cor do produto variando de zero (negro) a cem (branco).



**Figura 10.** A) Valores de  $a^*$ ,  $b^*$ , hue e chroma, expressos no Sistema Hunter Lab Chroma Meter.

B) Valor de L expresso no Sistema Hunter Lab Chroma Meter.

Fonte: Minolta Corp (2007).

Os valores  $a^*$  e  $b^*$  representam a cor propriamente dita, variando do vermelho ao verde (valor  $a^*$ ) e do amarelo ao azul (valor  $b^*$ ). Neste círculo se encerra toda a gama de cores representativa do universo, sendo que, quanto mais se afasta do centro do círculo, mais vívidas ou mais fortes são as cores, ao contrário, quanto mais se aproxima do centro, mais mescladas estas se tornam, até que o conjunto se torna de uma única tonalidade: cor cinza (chroma).

O hue se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, se iniciando no valor positivo (vermelho), podendo atingir até 360 Graus. Esse ângulo nos indica a variação entre as cores: vermelho, amarelo, verde, etc. e também suas nuances: alaranjado, avermelhado, etc.

Os índices ângulos hue e chroma foram obtidos através da transformação dos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ . Utilizou-se as fórmulas abaixo:

$$H^{\circ} = \text{arc tg} (a^*/b^*), \text{ onde:}$$

$H^{\circ}$  = ângulo hue

Arc tg = arco tangente dos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2}, \text{ onde:}$$

C = ângulo chroma

a = parâmetro  $a^*$

b = parâmetro  $b^*$

Os valores numéricos de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram utilizados para calcular a diferença de cor ( $\Delta E$ ) entre as alfaves cv. Brunela e cv. Crocantes produzidas nos três sistemas de cultivo de acordo com a fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}, \text{ onde:}$$

$\Delta L^*$  = diferença em mais claro e mais escuro

$\Delta a^*$  = diferença em vermelho e verde

$\Delta b^*$  = diferença em amarelo e azul

As diferenças totais de cor foram analisadas entre os três sistemas de cultivo e comparadas conforme a classificação:  $\Delta E$  entre 0,0 e 0,5 são diferenças não perceptíveis de cor; entre 0,6 e 1,5 são diferenças indeléveis de cor; entre 1,6 e 3,0 são diferenças visíveis de cor; entre 3,1 e 6,0 são diferenças apreciáveis de cor; entre 6,1 e 12,0 são diferenças muito grandes de cor; e, índices superiores a 12,1 representam diferenças muito óbvias de cor entre as amostras (CHEN; MAJUMDAR, 2008).

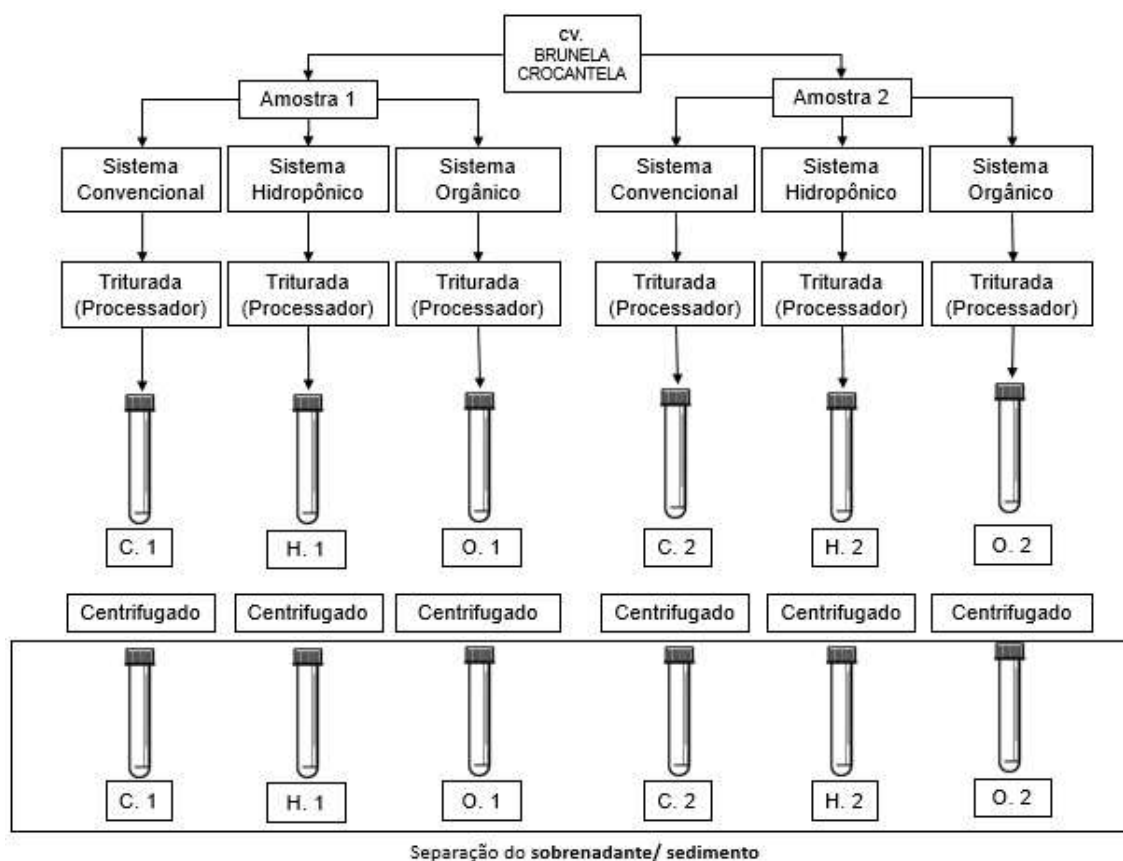
#### **4.4. Análises físico-químicas**

##### **4.4.1. Preparo das amostras**

Os procedimentos descritos a seguir foram aplicados tanto para a alface cv. Brunela como para a alface cv. Crocantela. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP).

A Figura 11 mostra o fluxograma de preparo das amostras para as análises físico-químicas. Foram utilizadas duas amostras de alface, de cada cultivar para realização das análises físico-químicas. As plantas foram trituradas, separadamente, com o uso de processador de alimentos separadamente. A polpa triturada foi centrifugada utilizando-se centrífuga refrigerada de bancada microprocessada da marca Hettich modelo Rotina 380R a 8000 rpm a uma temperatura de 4°C por 15 minutos.

Após a centrifugação o sobrenadante foi separado e armazenado sob refrigeração a uma temperatura de 8°C $\pm$ 1°C em tubo de rosca. Foram realizadas as análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e teor de compostos fenólicos para cada réplica, de cada sistema de cultivo, para cada uma das cultivares.



**Figura 11.** Fluxograma de preparo das amostras das alfaces para análises físico-químicas.

## 4.4.2. Análises

### 4.4.2.1. pH

O pH foi medido através de leitura direta em pHmetro de bancada da marca Edutec modelo EEQ9003-110 a 20°C. Realizaram-se duas leituras em cada amostra preparada de cada uma das cultivares.

### 4.4.2.2. Sólidos solúveis

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada através da leitura direta do sobrenadante preparado em refratômetro digital de bancada da marca Atago modelo RX-5000α-Plus. Os resultados foram expressos em °Brix a 25°C. Realizaram-se duas leituras em cada amostra preparada de cada uma das cultivares.

#### **4.4.2.3. Acidez titulável**

A acidez titulável foi determinada por titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N e o pH da solução durante a titulação monitorado por potenciômetro até pH 8,1 segundo o método nº 942.15 da AOAC (1997) e os resultados expressos em miligramas de ácido orgânico (equivalente ácido cítrico) por 1000mL de extrato. Realizaram-se duas titulações em cada amostra preparada de cada uma das cultivares.

#### **4.4.2.4. Compostos fenólicos totais**

O teor de compostos fenólicos totais foi determinado segundo o método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu com modificações, tendo como padrão o ácido gálico e resultados expressos em mg EAG.100 g<sup>-1</sup> (equivalente ácido gálico), conforme Singleton; Rossi (1965). As leituras foram realizadas a 725nm em espectrofotômetro ultravioleta-visível marca PerkinElmer modelo Lambda 25. Realizaram-se três leituras em cada amostra preparada de cada uma das cultivares.

### **4.5. Análise sensorial**

Para realização de análise sensorial, o projeto foi submetido e aprovado no Comitê de Ética em Seres Humanos da UFSCar Nº 26075213.2.0000.5504.

#### **4.5.1. Recepção e preparo das amostras**

Para análise sensorial, a recepção das alfaces, tanto da cv. Brunela como da cv. Crocantela, foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do CCA/UFSCar (Araras, SP) em sala com temperatura controlada a 18°C±1°C, para evitar que as folhas murchassem.

O procedimento para esta etapa foi igual para as duas cultivares. As alfaces foram desfolhadas, selecionadas conforme o tamanho, pré-lavadas,

sanificadas (100ppm de cloro ativo) por 15 minutos, centrifugadas e em seguida armazenadas em sacos plásticos mantidos abertos sob refrigeração a  $8^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  antes de serem submetidas aos testes sensoriais. Antes de serem submetidas aos testes sensoriais as amostras foram retiradas da geladeira e servidas aos julgadores em temperatura ambiente.

#### **4.5.2. Análise sensorial de ordenação de diferença e preferência**

Antes do início do teste ordenação (ABNT, 1994), para ambas as cultivares, foi realizado o levantamento de atributos das alfaces utilizando o método de Rede descrito por Kelly (1955) citado por Moskowitz (1983). Foi realizada uma sessão onde as amostras foram apresentadas a dez julgadores que descreveram e registraram em ficha apropriada os atributos sensoriais percebidos.

Após o levantamento dos termos descritivos, foi montada uma ficha para avaliação sensorial (Tabelas 6 e 7) montadas conforme os atributos levantados para cada uma das cultivares, sendo que, estas apresentam características diferentes, por isso, foram elaboradas fichas diferentes.

**Tabela 6.** Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Brunela.

Atributo	Descrição do atributo	ordenação crescente		
<b>cor verde</b>	Analisar a intensidade da cor verde e ordenar as amostras do verde mais claro para o verde mais escuro.	mais clara		mais escura
<b>espessura da folha</b>	Analisar a espessura da folha e ordenar as amostras da menos espessa para a mais espessa.	menos espessa		mais espessa
<b>tamanho da folha</b>	Analisar o tamanho da folha e ordenar as amostras da folha menor para a folha maior.	menor folha		maior folha
<b>crocância da folha</b>	Analisar a crocância da folha e ordenar da menos crocante para a mais crocante.	menos crocante		mais crocante
<b>sabor doce</b>	Analisar o sabor doce e ordenar as amostras da menos doce para a mais doce.	menos doce		mais doce
<b>sabor amargo</b>	Analisar o amargor da folha e ordenar as amostras da menos amarga para a mais amarga.	menos amarga		mais amarga
<b>preferência</b>	Analisar as amostras de alface e ordenar da menos preferida para a mais preferida.	menos preferida		mais preferida
<b>intenção de compra</b>	Analisar as amostras de alface e ordenar em ordem crescente de intenção de compra, ou seja, daquela que apresentar menor intenção de comprar para aquela que apresentar maior intenção de compra.	menor intenção de compra		maior intenção de compra

**Tabela 7.** Ficha utilizada para o teste sensorial de ordenação da alface cv. Crocantela.

<b>Atributo</b>	<b>Descrição do Atributo</b>	<b>ordenação crescente</b>		
<b>cor verde</b>	Analisar a intensidade da cor verde e ordenar as amostras do <b>verde mais claro para o verde mais escuro.</b>	mais clara		mais escura
<b>maciez da folha</b>	Analisar a maciez da folha e ordenar as amostras da <b>menos macia para a mais macia.</b>	menos macia		mais macia
<b>tamanho da folha</b>	Analisar o tamanho da folha e ordenar as amostras da <b>folha menor para a folha maior.</b>	menor folha		maior folha
<b>crocância da folha</b>	Analisar a crocância da folha e ordenar da <b>menos crocante para a mais crocante.</b>	menos crocante		mais crocante
<b>presença de manchas</b>	Analisar a presença de manchas na folha e ordenar da <b>menos manchada para a mais manchada.</b>	menos manchada		mais manchada
<b>sabor doce</b>	Analisar o sabor doce e ordenar as amostras da <b>menos doce para a mais doce.</b>	menos doce		mais doce
<b>sabor amargo</b>	Analisar o amargor da folha e ordenar as amostras da <b>menos amarga para a mais amarga.</b>	menos amarga		mais marga
<b>preferência</b>	Analisar as amostras de alface e ordenar da <b>menos preferida para a mais preferida.</b>	menos preferida		mais preferida
<b>intenção de compra</b>	Analisar as amostras de alface e ordenar em ordem crescente de intenção de compra, ou seja, <b>daquela que apresentar menor intenção de comprar para aquela que apresentar maior intenção de compra.</b>	menor intenção de compra		maior intenção de compra

O teste sensorial de ordenação de diferença foi realizado apresentado aos provadores uma folha de alface de cada sistema de cultivo de maneira casualizada e balanceada em pratos descartáveis codificados com três dígitos. Aos julgadores foi solicitado que ordenassem as amostras quanto à intensidade de cada atributo especificado no ficha de avaliação de forma crescente, ou seja, da folha que apresentasse o atributo em menor intensidade para a que apresentasse o atributo em maior intensidade.

Após a finalização do teste, à ordenação atribuída pelo julgador foi conferida uma pontuação sendo: 1 (um) quando a folha foi ordenada em primeiro lugar para o determinado atributo (menor intensidade); 2 (dois) quando a folha ficou na posição intermediária; 3 (três) quando a folha foi ordenada em terceiro lugar no atributo (maior intensidade). Ao final realizou-se a somatória destes valores atribuindo-se uma pontuação final para cada atributo de cada uma das



cultivares. Valores mais baixos desta somatória indicam menor intensidade do atributo analisado e, valores mais altos desta somatória indicam maior intensidade do atributo analisado.

Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais sob luz branca. Após o término da análise sensorial, foram realizadas as somatórias das ordens para cada atributo de cada uma das cultivares.

Para o teste de ordenação e preferência da alface cv. Brunela participaram 28 julgadores e para o teste da alface cv. Crocantela participaram 27 julgadores.

#### 4.6. Análise estatística

Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para verificar a diferença mínima significativa (D.M.S.) entre as médias ( $p \geq 0,05$ ) utilizando-se o programa estatístico SAS/STAT® (2003).

O coeficiente de variação (C.V.) foi aplicado para determinar a dispersão de dados em comparação com a média destes dados. Seu cálculo foi determinado através da relação entre o desvio padrão (D.P.) e média (M) entre os três sistemas de cultivo estudados para cada parâmetro avaliado e os resultados foram expressos em porcentagem (%), conforme fórmula abaixo:

$$\text{Coeficiente de Variação}_{(\%)} = \frac{DP}{M} \times 100, \text{ onde:}$$

DP = média do desvio padrão calculada entre os três sistemas de cultivo para cada parâmetro.

M = média calculada entre os valores dos três sistemas de cultivo para cada parâmetro.

A interpretação dos dados obtidos nos testes de ordenação foi feito de acordo com teste de Friedman (NEWELL; MACFARLANE, 1987) que indica a diferença crítica entre o somatório de todas as notas atribuídas pelo julgador obtidas no teste de ordenação para cada atributo a nível de 5% de significância.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Análises físicas da alface cv. Brunela

#### 5.1.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

A alface cv. Brunela produzida no sistema de cultivo hidropônico apresentou maior área foliar (72,8 mm) e maior área foliar unitária (317,4 cm<sup>2</sup>), diferindo-se estatisticamente das folhas das plantas produzidas em sistema de cultivo convencional (54,3 mm de área foliar e 220,5 cm<sup>2</sup> de área foliar unitária) e das folhas das plantas produzidas em sistema de cultivo orgânico (47,9 mm de área foliar e 189,8 cm<sup>2</sup> de área foliar unitária). Os dois últimos sistemas não apresentaram diferença estatística significativa ente si (Tabela 8).

**Tabela 8.** Área foliar, tamanho da folha e AFU da alface cv. Brunela, submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

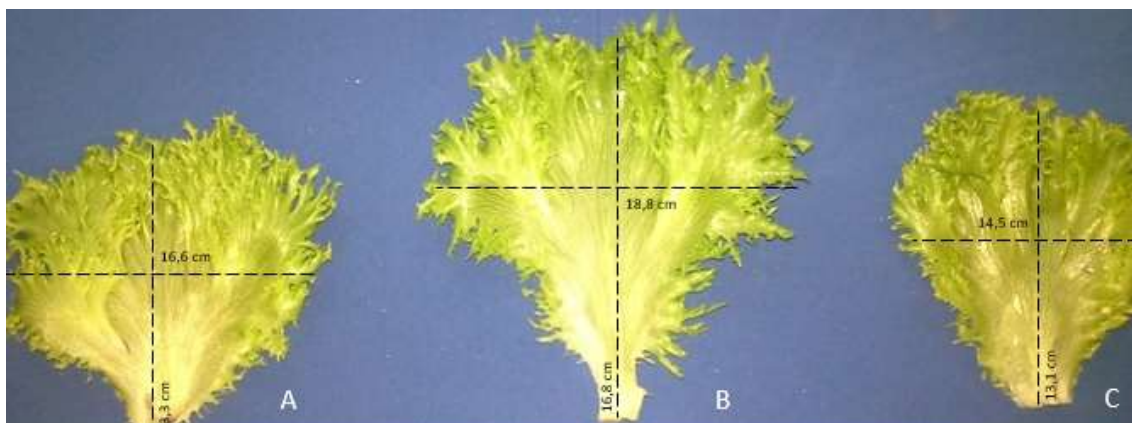
Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Área foliar (mm)	54,3 <sup>a</sup> ( $\pm 14,3$ )	72,8 <sup>b</sup> ( $\pm 12,8$ )	47,9 <sup>a</sup> ( $\pm 6,0$ )	16,8	18,7
Altura da folha (cm)	13,3 <sup>a</sup> ( $\pm 0,4$ )	16,8 <sup>b</sup> ( $\pm 1,2$ )	13,1 <sup>a</sup> ( $\pm 0,4$ )	1,6	4,8
Largura da folha (cm)	16,6 <sup>a</sup> ( $\pm 1,7$ )	18,8 <sup>a</sup> ( $\pm 1,0$ )	14,5 <sup>b</sup> ( $\pm 0,9$ )	2,5	7,1
Área foliar unitária (cm <sup>2</sup> )	220,5 <sup>a</sup> ( $\pm 19,5$ )	317,4 <sup>b</sup> ( $\pm 34,6$ )	189,8 <sup>a</sup> ( $\pm 15,0$ )	49,4	9,5

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de massa são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

Radin et al. (2004) estudaram o crescimento de cultivares de alface produzidas em estufa e a campo. Seus resultados demonstraram que o ambiente teve influência no estabelecimento da área foliar da alface. Foi observado que as amostras produzidas em estufa (ambiente protegido) apresentaram aumento significativo do índice de área foliar em relação ao cultivo em campo. De acordo com os autores, em estufa, ocorre menor disponibilidade de radiação solar, conseqüentemente aumenta a área de sombreamento o que resulta em plantas com folhas maiores.

Este fator foi observado para a alface da cv. Brunela, onde a amostra que apresentou maior área foliar foi justamente a produzida em sistema de cultivo hidropônico (ambiente controlado) (Figura 12).

O sistema que apresentou plantas com menor área foliar e menor AFU, com diferença significativa para os outros dois sistemas (convencional e hidropônico), foi o sistema de cultivo orgânico, demonstrando que o sistema de cultivo tem influência direta na produção de hortaliças. Este sistema de cultivo caracteriza-se por não fazer uso de insumos químicos fazendo a opção pelo de tecnologias conservacionistas e este fator pode ser considerado na obtenção de plantas menores.



**Figura 12.** Comparação do tamanho das folhas das alfaces cv. Brunela. A) Sistema convencional; B) Sistema hidropônico; C) Sistema orgânico.

### 5.1.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

Verificou-se para a alface da cv. Brunela que houve diferença estatística significativa no peso de massa fresca inicial (g/ planta) entre o sistema de cultivo orgânico e os outros dois sistemas (convencional e hidropônico).

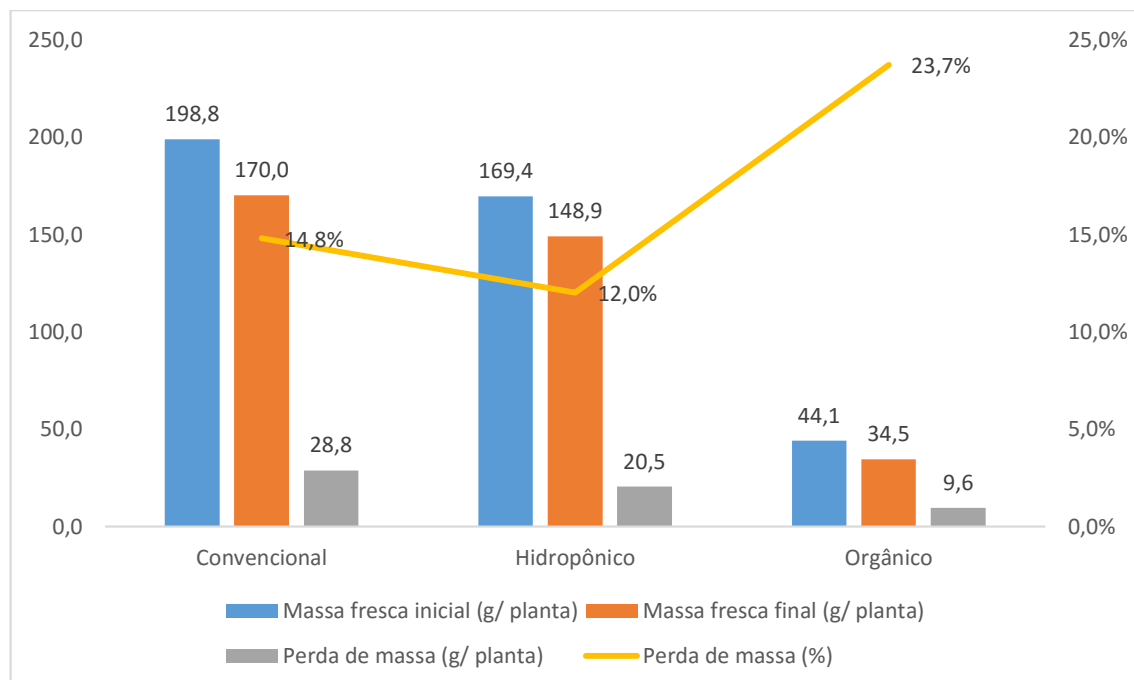
A cv. Brunela orgânica obteve uma massa fresca inicial de 44,1 g/ planta. Este valor é 77,8% menor quando esta é comparada com a massa fresca inicial da planta produzida sistema de cultivo convencional (198,8 g/ planta) e 73,9% menor quando comparada a massa fresca da planta produzida no sistema de cultivo hidropônico (169,4 g/planta) (Tabela 9 e Figura 13).

Estes resultados correlacionam-se com os valores obtidas na área foliar e AFU, sendo que, as plantas orgânicas foram as que obtiveram folhas menores e, conseqüentemente também apresentaram menor peso inicial.

**Tabela 9.** Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Massa fresca inicial (g/planta)	198,8 <sup>a</sup> ( $\pm 48,7$ )	169,4 <sup>a</sup> ( $\pm 13,6$ )	44,1 <sup>b</sup> ( $\pm 7,4$ )	62,1	16,9
Massa fresca final (g/planta)	170,0 <sup>a</sup> ( $\pm 48,1$ )	148,9 <sup>a</sup> ( $\pm 11,4$ )	34,5 <sup>b</sup> ( $\pm 4,6$ )	60,3	18,2
Perda de massa (%)	14,8 <sup>a</sup> ( $\pm 6,1$ )	12,0 <sup>a</sup> ( $\pm 0,4$ )	23,7 <sup>b</sup> ( $\pm 1,0$ )	7,5	14,6

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de massa são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

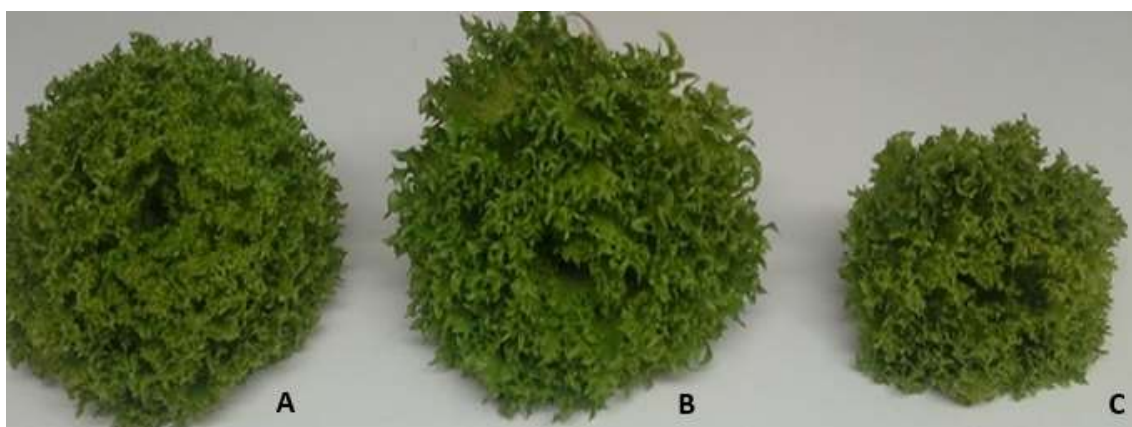


**Figura 13.** Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

As plantas de alface podem ser classificadas de acordo com as normas do Programa Brasileiro para Padronização da Horticultura, que estabelece 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, 2007).

Para Ferreira et al. (2009) alfaces com maiores valores de massa fresca podem atingir maiores preços de comercialização, haja vista que esta é feita geralmente por unidade (pé ou cabeça). Neste aspecto, a cv. Brunela convencional e a cv. Brunela hidropônica foram classificadas como classe 15 (de 150 a 200 gramas) e a cv. Brunela orgânica na classe 5 (<100 gramas) (Figura 14).



**Figura 14.** Comparação das plantas de alface cv. Brunela. A) Brunela convencional; B) Brunela hidropônica; C) Brunela orgânica.

Foi observado para a alface cv. Brunela que a perda de massa (%) entre os sistemas de cultivo convencional e hidropônico ficaram muito próximas, não havendo diferença estatística entre eles (Tabela 9 e Figura 13). Para a cv. Brunela a amostra produzida em sistema de cultivo convencional obteve 14,8% de perda de massa e a amostra produzida em sistema de cultivo hidropônico obteve 12,0% de perda de massa. A cv. Brunela produzida em sistema orgânico diferiu-se estatisticamente com relação aos dois outros sistemas de cultivo, obtendo uma perda de massa 23,7%.

A perda de massa de hortaliças folhosas é decorrente da perda de água. De acordo com Brecht et al. (2010) a água é retirada de produtos da horticultura frescos por meio da evaporação no ar circundante e, mesmo produtos não

danificados perderão alguma umidade durante a manipulação e o armazenamento pós-colheita.

Ressalta-se que o armazenamento das plantas foi realizado em sacos plásticos de mesmo tamanho, para todos os sistemas de cultivo, mantidos abertos em câmara de refrigeração. Desta forma, é possível considerar que como a planta orgânica obteve menor tamanho (massa fresca e tamanho de folhas) o espaço disponível nos sacos plásticos foi maior, permitindo que o ar circulasse de forma mais intensa na amostra orgânica, facilitando a perda de água e possivelmente fazendo com que esta amostra obtivesse uma perda de massa também maior.

O conteúdo de água dos produtos vegetais tem grande influência na qualidade e no seu armazenamento pós-colheita. Hortaliças frescas tornam-se não comercializáveis após perderem 3 a 10% de sua massa e, além disso, a água representa a maioria da massa vendável de alimentos deste gênero (BRECHT et al., 2010). De acordo com Spricigo et al. (2009) a hidratação do produto é um dos itens decisivos na definição de preços para a alface durante sua comercialização. Neste âmbito, as plantas produzidas nos três sistemas de cultivo obtiveram perda de massa acima de 10%, após 9 dias de armazenamento.

### **5.1.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência**

Os resultados de turgescência inicial, final e perda de pressão de turgescência estão apresentados na Tabela 10 e Figura 15. Não foi verificada diferença estatística significativa entre as três amostras de alfaces, sendo: turgescência inicial de 1,9 kgf/cm<sup>2</sup> para alface convencional, 1,5 kgf/cm<sup>2</sup> para a alface hidropônica e 1,5 kgf/cm<sup>2</sup> para a alface orgânica. De acordo com Calbo et al. (2008) a aplanção depende da turgescência celular, sendo esta calculada através da razão entre a força aplicada e a área amassada.

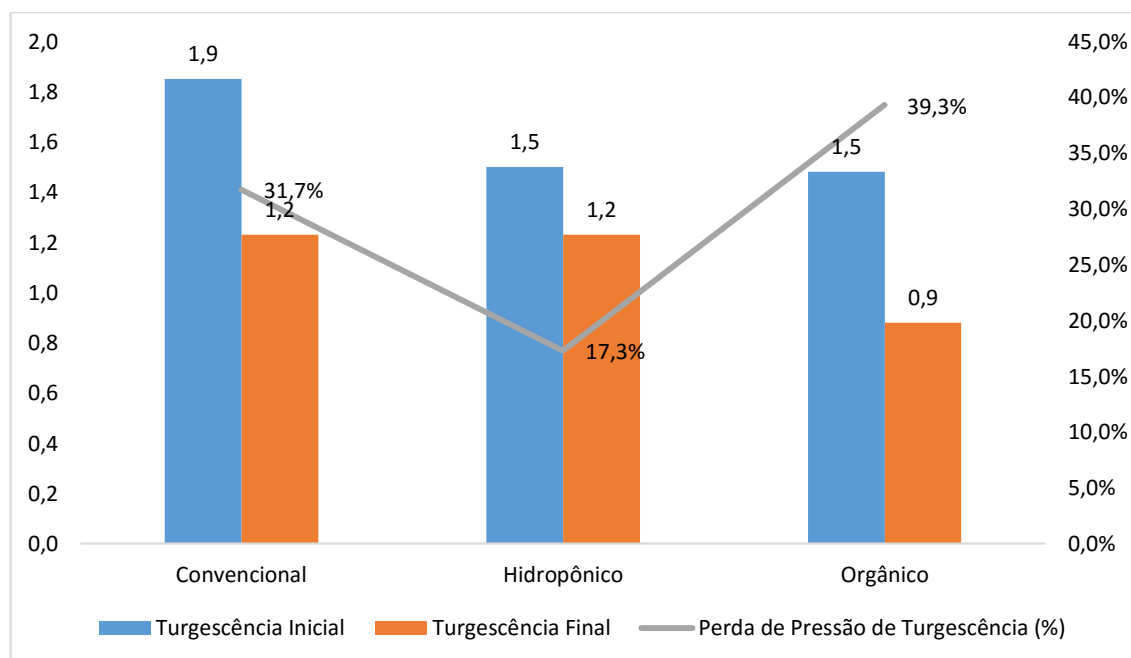
O acompanhamento da turgescência foi realizado diariamente e após 9 dias obteve-se os valores de turgescência final de: 1,2 kgf/cm<sup>2</sup> para alface

convencional (diferença de 0,7 kgf/cm<sup>2</sup> para a turgescência inicial); 1,2 kgf/cm<sup>2</sup> para a planta hidropônica (diferença de 0,3 kgf/cm<sup>2</sup> para a turgescência inicial); 0,9 kgf/cm<sup>2</sup> para a planta orgânica (diferença de 0,6 kgf/cm<sup>2</sup> para a turgescência inicial).

**Tabela 10.** Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			DMS	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Turgescência Inicial (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,9 <sup>a</sup> (±0,4)	1,5 <sup>a</sup> (±0,3)	1,5 <sup>a</sup> (±0,3)	0,6	21,5
Turgescência final (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,2 <sup>a</sup> (±0,4)	1,2 <sup>a</sup> (±0,2)	0,9 <sup>b</sup> (±0,1)	0,3	21,3
Perda de pressão de turgescência (%)	31,7 <sup>a</sup> (±26,4)	17,3 <sup>a</sup> (±8,4)	39,3 <sup>a</sup> (±29,4)	45,6	68,0

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de pressão de turgescência são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).



**Figura 15.** Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.



É importante considerar que todas as plantas foram mantidas com as raízes durante a análise. De acordo com trabalho realizado por Spricigo et al. (2009) a manutenção das raízes no produto favorece a manutenção da turgescência das folhas e, portanto, estende o período que este pode ser comercializado adequadamente. A Figura 16 demonstra o acompanhamento da perda de pressão de turgescência entre o primeiro e o último dia da análise.

Observa-se que mesmo após o nono dia, apesar da queda das folhas mais externas e do murchamento ocasionado pela perda hídrica, a planta da alface ainda apresenta folhas internas presas ao caule e com características aceitáveis de consumo, demonstrando a importância da manutenção da raiz para a manutenção da qualidade da planta.



**Figura 16.** Comparação visual entre turgescência inicial e a turgescência final das plantas de alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Relacionando-se com a perda de massa, é possível considerar que a planta orgânica, apesar de ter apresentado menor peso massa fresca inicial (g) e maior perda de massa (%) não obteve diferença estatística significativa para perda de



pressão de turgescência (%) quando comparada aos dois outros sistemas. Isto demonstra que a planta orgânica manteve a turgidez e a firmeza muito próximas as plantas produzidas em sistemas convencional e hidropônica, consideradas com massa fresca inicial (g) e tamanho das folhas maiores.

De acordo com Borba et al. (2014) a turgescência celular da hortaliça é um parâmetro importante pois está diretamente relacionada com a qualidade da alface. Após a colheita das plantas, estes dados auxiliam na caracterização de folhosas, cuja qualidade e valor comercial dependem da hidratação e do seu frescor.

Matsubara et al. (2009) colocaram que na maioria das hortaliças a manutenção da turgidez e firmeza são mandatórios para a qualidade. Em folhosas particularmente, o viço e a impressão de frescor causadas principalmente pelo bom estado de hidratação são fundamentais, já que, os consumidores associam a qualidade à turgidez, ou seja, um produto com sinais de murchamento é logo considerado inapropriado para o consumo.

#### **5.1.4. Análise instrumental de cor**

Os resultados da análise instrumental de cor da alface cv. Brunela encontram-se na Tabela 11. O parâmetro  $a^*$  é uma coordenada da cromaticidade e define a cor vermelha para valores positivos e a cor verde para valores negativos. Para a cv. Brunela as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo apresentaram resultados negativos sendo indicativo de coloração verde, e não apresentaram diferença significativa entre elas. Para  $b^*$ , que indica a variação da cor amarela para valores positivos e cor azul para valores negativos, todas as amostras apresentaram-se com valores positivos, sendo indicativo de coloração amarela, e não apresentaram diferença significativa.

O valor de  $h^0$  permite avaliar o teor de clorofila em folhas, sendo que, valores próximos de  $180^0$  indicam coloração verde intensa, com elevado teor de clorofila e valores  $h^0$  próximos a  $90^0$  folhas com baixo teor de clorofila. Não foi observada diferença estatística significativa nos valores obtidos para os ângulos  $h^0$  entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo.

Para detectar tonalidades de verde, verificou-se os valores de L. O valor de L varia de 0 a 100, onde, valores baixos correspondem à coloração verde-escura e valores altos à coloração verde-clara (indica maior reflectância da luz). Entre as alfaces cv. Brunela convencional e as alfaces cv. Brunela produzidas em sistema hidropônico e orgânico não foi observada diferença estatística significativa e, entre as amostras produzidas em sistema hidropônico e orgânico verificou-se diferença estatística significativa, sendo que, a amostra orgânica apresentou valor L mais baixo (60,6 – amostra mais escura) e a amostra hidropônica apresentou valor de L mais alto (67,7 – amostra mais clara).

A análise dos valores de  $\Delta E$  (Tabela 12) indicam uma diferença apreciável de cor entre a amostra de alface cv. Brunela produzida no sistema convencional e a produzida no sistema hidropônico ( $\Delta E = 5,6$ ); uma diferença apreciável de cor entre a amostra de alface cv. Brunela produzida no sistema convencional e a produzida no sistema orgânico ( $\Delta E = 5,6$ ); e, uma diferença muito grande de cor entre a amostra de alface cv. Brunela produzida no sistema hidropônico e a produzida no sistema orgânico ( $\Delta E = 7,4$ ).

**Tabela 11.** Análise instrumental de cor da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistema de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Cor L*	65,3 <sup>a,b</sup> ( $\pm 5,0$ )	67,7 <sup>a</sup> ( $\pm 4,3$ )	60,6 <sup>b</sup> ( $\pm 4,8$ )	7,1	7,3
Cor a*	-14,6 <sup>a</sup> ( $\pm 4,5$ )	-17,3 <sup>a</sup> ( $\pm 2,8$ )	-16,5 <sup>a</sup> ( $\pm 3,2$ )	5,1	21,7
Cor b*	31,8 <sup>a</sup> ( $\pm 8,1$ )	36,1 <sup>a</sup> ( $\pm 4,5$ )	34,3 <sup>a</sup> ( $\pm 5,7$ )	8,9	17,9
Hue	114,7 <sup>a</sup> ( $\pm 2,5$ )	115,6 <sup>a</sup> ( $\pm 1,4$ )	115,7 <sup>a</sup> ( $\pm 1,1$ )	3,1	1,4
Chroma	34,9 <sup>a</sup> ( $\pm 9,1$ )	40,0 <sup>a</sup> ( $\pm 5,2$ )	38,1 <sup>a</sup> ( $\pm 6,5$ )	13,2	18,4

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

**Tabela 12.** Variação da cor ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ) e variação total da cor ( $\Delta E$ ) da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Variação de cor	Convencional	Convencional	Hidropônico
	Hidropônico	Orgânico	Orgânico
$\Delta L^*$	-2,4	4,7	7,1
$\Delta a^*$	2,7	1,9	-0,8
$\Delta b^*$	-4,3	-2,5	1,8
$\Delta E$	5,6	5,6	7,4

De acordo com Filgueira (2008) a coloração da alface varia de verde-amarelada até verde-escura, sendo que a coloração verde das folhas é um indicativo de qualidade da alface. De acordo com Schwartz et al. (2010) as clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas. Estão localizadas nas lamelas de organelas intercelulares das plantas verdes conhecidas como cloroplastos. Estão associadas a outros elementos como carotenoides, lipídeos e lipoproteínas.

Taiz; Zeiger (2004) descreveram que o teor de clorofila interfere na coloração verde da alface e é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos, estando diretamente relacionado como o potencial de atividade fotossintética das plantas.

Tibiriça et al. (2004) concluíram em seu trabalho que alfaces da cultivar Regina produzidas em áreas sombreadas apresentaram coloração mais clara. Este resultado corrobora-se com o encontrado neste trabalho, já que a alface hidropônica (ambiente protegido) também foi a mais clara, quando comparada com a alface orgânica, porém não apresentou diferença estatística significativa quando comparada com a alface produzida em sistema convencional.

Do ponto de vista nutricional, Balbach (1995) cita que, em 100 gramas de alface como coloração de folha verde-escura, pode haver 4500 unidades internacionais (U.I.) de vitamina A, ou seja, quanto mais escuro for o verde da folha, maior será a quantidade de vitamina A da alface. Este é um fator positivo que pode ser considerado para alface cv. Brunela orgânica, amostra mais com coloração mais escura neste estudo.

## **5.2. Análises físico-químicas da alface cv. Brunela**

Os resultados das análises físico-químicas da alface cv. Brunela encontram-se na Tabela 13. A faixa de pH ideal dos tecidos vegetais situa-se entre 5,0 – 7,0 (MENEZES et al., 2005). Neste trabalho, a alface cv. Brunela apresentou pH nesta faixa e não foi observada diferença estatística significativa entre os sistemas de cultivo. Os valores obtidos foram: pH 5,8 para cv. Brunela

convencional, pH 5,9 para cv. Brunela hidropônica e pH 5,9 para a cv. Brunela orgânica.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, na cv. Brunela não foi observada diferença estatística significativa entre a amostra produzida nos três sistemas de produção. Silva et al. (2011) realizaram análise de sólidos solúveis em alface do grupo crespa cv. Vera produzidas nos três sistemas de cultivo. O teor de sólidos solúveis foi maior na alface do sistema convencional (4,0%) que não diferiu estatisticamente do cultivo orgânico (3,5%), e este não diferiu do hidropônico (2,9%). Segundo Silva et al. (2011) quanto maior o teor de sólidos solúveis da alface recém-colhida maior o período em que sua qualidade pode ser preservada.

Na análise de acidez titulável da cv. Brunela observou-se diferença estatística entre a amostra produzida em sistema hidropônico e as amostras produzidas nos dois outros sistemas. O valor de acidez titulável para a alface hidropônica ficou em 1,7 mg ácido cítrico/kg e este valor é 17,6% maior que o valor de acidez titulável obtido na amostra convencional (1,4 mg ácido cítrico/kg) e 11,8% maior que o valor obtido na amostra produzida em sistema orgânico (1,5 mg ácido cítrico/kg).

Os ácidos orgânicos são importantes para o metabolismo respiratório e como compostos de reserva em hortaliças. O acúmulo destes ácidos gera gosto ácido. De forma mais ampla e abundante, os ácidos cítrico e málico são os de maior ocorrência em hortaliças (BRECHT et al., 2010).

A cv. Brunela apresentou para o teor de compostos fenólicos totais, os seguintes valores: sistema orgânico 27,4 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, seguida da amostra produzida em sistema convencional 27,1 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> e da amostra produzida em sistema hidropônico 25,7 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>, porém, não constatou-se diferença estatística significativa entre eles.

Estes valores são inferiores aos encontrados por Arbos et al. (2010), sendo: teor de compostos fenólicos totais de 126,84 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> em alfaces cultivadas em sistema orgânico e de 92,15 mg EAG.100 g<sup>-1</sup> em alfaces produzidas em sistema convencional. Para estes valores foi constatada

diferença estatística significativa ( $p \leq 0,05$ ). Neste trabalho utilizou-se alfaces cv. Verônica (AF 257).

Pode-se salientar que o estudo de compostos fenólicos teve como enfoque principal a comparação do teor deste elemento quando são produzidas em sistemas de cultivo diferentes. De acordo com Melo et al. (2006) a eficácia da ação antioxidante dos componentes bioativos depende de sua estrutura química e da concentração destes nos alimentos, sendo influenciada por fatores genéticos, condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta. Estes fatores podem ser considerados na diferença de valores obtidos neste trabalho e outros trabalhos citados.

Os compostos bioativos presentes nos vegetais, dentre eles os compostos fenólicos, existem para protegê-los de estresse oxidativo e outros tipos de estresse além de influenciar em cor e sabor, especialmente no escurecimento enzimático. Além disso, estes elementos são cada vez mais reconhecidos pela sua capacidade de proteção contra doenças crônicas não transmissíveis e algumas neoplasias (BRECHT et al., 2010).

**Tabela 13.** Parâmetros físico-químicos da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistema de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
pH	5,8 <sup>a</sup> ( $\pm 0,08$ )	5,9 <sup>a</sup> ( $\pm 0,04$ )	5,9 <sup>a</sup> ( $\pm 0,04$ )	0,03	0,9
SS	2,4 <sup>a</sup> ( $\pm 0,13$ )	2,4 <sup>a</sup> ( $\pm 0,02$ )	2,7 <sup>a</sup> ( $\pm 0,07$ )	0,3	2,9
AT	1,4 <sup>a</sup> ( $\pm 0,2$ )	1,7 <sup>b</sup> ( $\pm 0,1$ )	1,5 <sup>a</sup> ( $\pm 0,1$ )	0,2	7,8
CFT	27,1 <sup>a</sup> ( $\pm 2,8$ )	25,7 <sup>a</sup> ( $\pm 3,9$ )	27,4 <sup>a</sup> ( $\pm 1,5$ )	4,1	10,2

SS = Sólidos Solúveis (<sup>o</sup>Brix); AT = Acidez Titulável (mg ácido cítrico/kg); CFT = Compostos Fenólicos Totais (mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

### 5.3 Análise sensorial da alface cv. Brunela

A Tabela 14 apresenta resultados do testes de ordenação e de preferência para a alface cv. Brunela. Para o atributo cor verde, verificou-se que a amostra de alface hidropônica apresentou coloração mais clara, já que obteve somatória de ordenação com menor valor (39) e diferiu-se significativamente da alface convencional que obteve somatória de ordenação de maior valor (77)

indicando esta ser a alface mais escura de acordo com a análise dos julgadores, porém não diferiu-se significativamente da alface orgânica (somatória de ordenação intermediária = 59). Este resultado corrobora-se com a determinação instrumental de cor da alface, onde, a amostra hidropônica, também foi a que apresentou coloração mais clara.

A alface produzida em sistema de cultivo orgânico foi a que apresentou a folha menos espessa, ou seja, obteve somatória de ordenação com menor valor (41). Esta amostra diferiu-se significativa das alfaces produzidas em sistema de cultivo convencional e hidropônico, já que estas apresentaram valores de somatória de ordenação maiores (65 para alface convencional e 62 para alface hidropônico) indicando espessura da folha maior e, sem diferença estatística entre elas.

Pode-se relacionar a espessura da folha com a sua crocância. Para este atributo a alface produzida em sistema orgânico foi a que apresentou menor valor de somatória de ordenação (37) indicando que a folha menos espessa também foi a que apresentou menor crocância.

Com relação ao tamanho da folha, para a cv. Brunela observou-se que as amostras produzidas em sistema convencional e hidropônico não diferiram-se significativamente, porém foi verificada diferença significativa quando comparadas à amostra produzida no sistema orgânico. Isto significa que, a folha da alface cv. Brunela produzida neste sistema, conforme avaliação dos julgadores foi significativamente menor que as produzidas nos outros sistemas, já que esta apresentou menor valor de somatória de ordenação (36).

Para o sabor doce não foi observada diferença significativa entre as alfaces produzidas nos três sistemas de cultivo para a cv. Brunela.

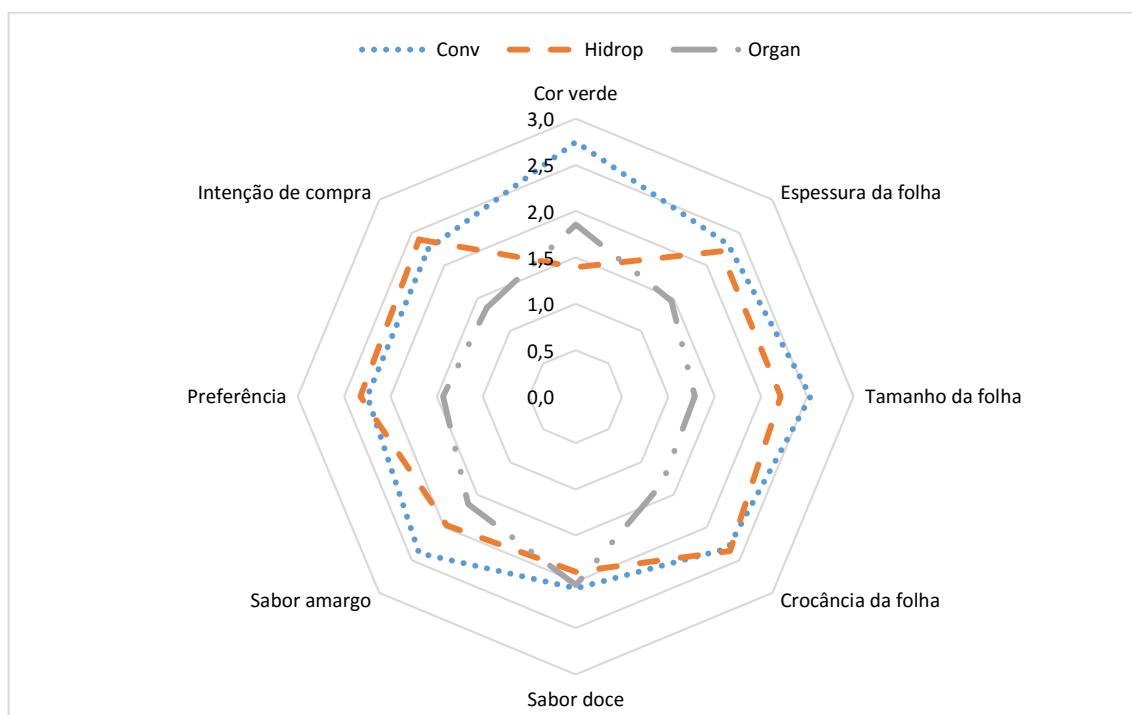
No atributo sabor amargo, para a cv. Brunela foi observada diferença significativa entre a alface produzida pelo sistema convencional e a alface produzida pelo sistema orgânico que apresentou menor valor de somatória de ordenação (38), sendo então esta considerada menos amarga quando comparada a alface produzida em sistema de cultivo convencional (valor de somatória de ordenação = 67).

**Tabela 14.** Somatória das notas das alfaces pelos julgadores não treinados (28 julgadores) da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Atributos avaliados	Sistemas de cultivo		
	Convencional	Hidropônico	Orgânica
Cor verde	77 <sup>a</sup>	39 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>
Espessura da folha	65 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	41 <sup>b</sup>
Tamanho da folha	71 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	36 <sup>b</sup>
Crocância da folha	65 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	37 <sup>b</sup>
Sabor doce	58 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>	57 <sup>a</sup>
Sabor amargo	67 <sup>a</sup>	55 <sup>a,b</sup>	46 <sup>b</sup>
Preferência	63 <sup>a</sup>	65 <sup>a</sup>	40 <sup>b</sup>
Intenção de Compra	63 <sup>a</sup>	67 <sup>a</sup>	38 <sup>b</sup>

Valores seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Friedman. Diferença mínima  $\geq 18$ .

A Figura 17 apresenta o perfil sensorial das amostras de alfaces cv. Brunela produzidas em sistema de cultivo convencional, hidropônico e orgânico.



**Figura 17.** Perfil sensorial das alfaces através da média do somatório das notas atribuídas pelos julgadores não treinados obtidas no teste de ordenação da alface cv. Brunela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico

O teste de preferência pode ser considerado como uma das mais importantes etapas da análise sensorial, já que representa o somatório de todas

as percepções sensoriais e expressa o julgamento, por parte do consumidor, sobre a qualidade do produto (DUTCOSKY, 1996).

Verificou-se que a alface cv. Brunela produzida nos sistemas convencional e hidropônico obtiveram maior valor de somatória de ordenação (alface convencional = 63 e alface hidropônico = 67) e não apresentando diferença significativa entre elas. Estes valores indicam que os julgadores indicaram maior preferência por estas amostras. A cv. Brunela produzida no sistema orgânico diferiu-se significativamente das amostras convencional e hidropônica. Esta amostra foi a que apresentou menor valor de somatória de ordenação (40) o que indica menor preferência pelos julgadores.

O teste de intenção de compra foi realizado através da observação das plantas inteiras. Através dos resultados do somatório das notas do teste de ordenação de intenção de compra para a cv. Brunela, foi possível observar uma correlação com o teste de preferência, já que as amostras melhores aceitas (cv. Brunela convencional e cv. Brunela hidropônica) foram as que apresentaram maior intenção de compra, diferindo-se significativamente da amostra produzida em sistema orgânico (menor intenção de compra).

De acordo com a análise dos atributos, a alface convencional e a alface hidropônica apresentaram tamanho de folha maior, mais espessa e com maior crocância, além de maior preferência e maior intenção de compra. Isto demonstra como as características sensoriais influenciam na escolha do consumidor no momento da compra do alimento. Aspectos visuais como tamanho da planta, crocância e espessura da folha influenciaram significativamente na indicação da preferência dos julgadores que participaram da pesquisa.

Favaro-Trindade et al. (2007), realizaram análise sensorial de aceitação, utilizando-se escala hedônica para alfaces lisas cv. Luisa produzidas em sistema de cultivo convencional, hidropônico e orgânico. Segundo os autores, para aparência não foi observada diferença significativa entre as amostras convencional e hidropônica, porém a amostra orgânica recebeu nota significativamente menor em comparação às demais, provavelmente por alimentos orgânicos apresentarem, normalmente, um maior número de injúrias



e imperfeições. Com relação à textura as amostras hidropônicas foram significativamente melhores aceitas em relação às amostras orgânicas.

#### 5.4. Análises físicas da alface cv. Crocantela

##### 5.4.1. Área foliar, tamanho da folha e área foliar unitária

A Tabela 15 apresenta os resultados de área foliar, tamanho da folha e AFU. Nas análises da cv. Crocantela foi observada diferença estatística significativa entre os três sistemas de cultivo, para os todos os parâmetros. Para área foliar a folha da amostra produzida em sistema convencional apresentou maior valor (137,9 mm) seguida da hidropônica (124,0 mm) e da orgânica (99,6 mm).

A relação altura x largura da folha demonstrou que a amostra produzida em sistema convencional ficou em 24,5 cm x 26,8 cm, a amostra produzida em sistema hidropônico em 20,5 cm x 23,1 cm e a amostra produzida em sistema orgânico ficou em 15,3 cm x 17,0 cm. Para AFU a alface convencional apresentou o valor de 657,8 cm<sup>2</sup> também seguida da hidropônica (474,1 cm<sup>2</sup>) e da orgânica (260,7 cm<sup>2</sup>).

**Tabela 15.** Área foliar, altura da folha e AFU da alface cv. Crocantela, submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

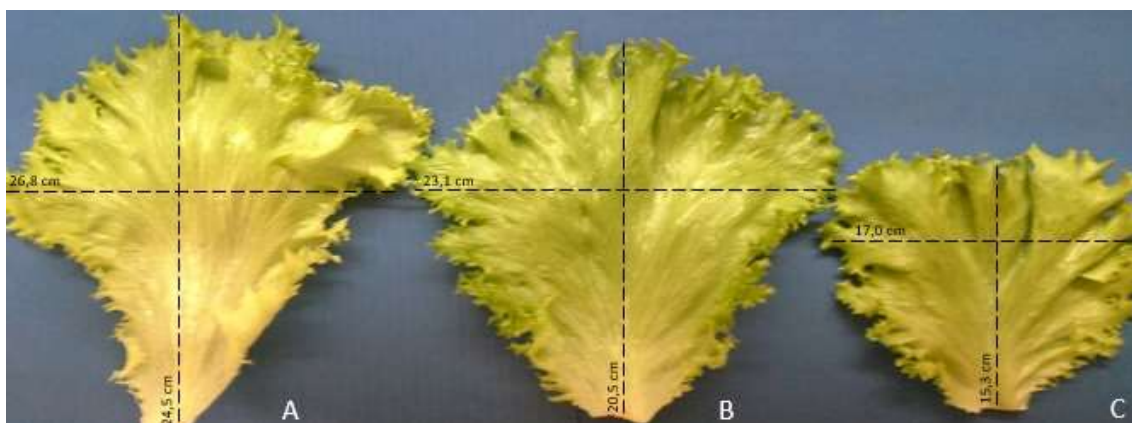
Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Área foliar (mm)	137,9 <sup>a</sup> (±60,7)	124,0 <sup>b</sup> (±53)	99,6 <sup>c</sup> (±19,6)	6,2	25,6
Altura da folha (cm)	24,5 <sup>a</sup> (±1,3)	20,5 <sup>b</sup> (±1,12)	15,3 <sup>c</sup> (±1,0)	2,9	5,7
Largura da folha (cm)	26,8 <sup>a</sup> (±1,9)	23,1 <sup>b</sup> (±0,7)	17,0 <sup>c</sup> (±1,2)	2,9	5,8
Área foliar unitária (cm <sup>2</sup> )	657,8 <sup>a</sup> (±71,8)	474,1 <sup>b</sup> (±40,6)	260,7 <sup>c</sup> (±31,3)	120	10,3

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de massa são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

Através destes parâmetros pode-se considerar que a amostra de alface cv. Crocantela produzida em sistema de cultivo convencional é

significativamente maior que a produzida em sistema hidropônico e a produzida em sistema orgânico e, a amostra produzida em sistema hidropônico também é significativamente maior que a produzida em sistema orgânico. A Figura 18 evidencia a diferença de tamanho das folhas da alface cv. Crocantela entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo.

Nesta cultivar, o sistema orgânico de produção também foi o que apresentou menor área foliar e menor AFU com diferença estatística significativa para os dois outros sistemas (convencional e hidropônico), demonstrando influência direta do sistema de cultivo na produção de hortaliças.



**Figura 18.** Comparação do tamanho das folhas das alfaces cv. Crocantela. A) Sistema convencional; B) Sistema hidropônico; C) Sistema orgânico.

#### 5.4.2. Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa

Verificou-se que para a alface da cv. Crocantela houve diferença estatística significativa no peso de massa fresca inicial (g/ planta) entre o sistema de cultivo orgânico e os outros dois sistemas (convencional e hidropônico).

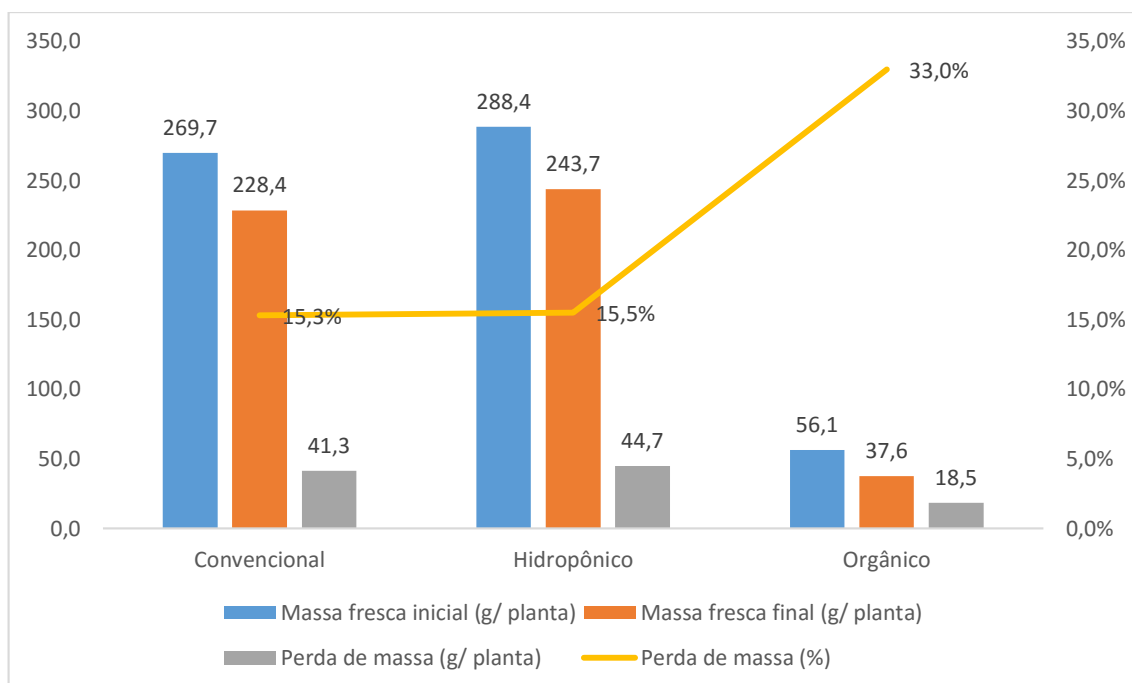
A cv. Crocantela orgânica obteve 56,1 g/ planta de massa fresca inicial, sendo este valor 79,2% menor que a massa fresca inicial da amostra produzida em sistema convencional (269,7 g/ planta) de produção e 80,5% menor que a massa fresca da amostra produzida em sistema hidropônico (288,2 g/ planta) (Tabela 16 e Figura 19).

Estes resultados estão de acordo com os valores obtidos na área foliar e AFU, sendo que, as plantas orgânicas foram as que obtiveram folhas menores e conseqüentemente apresentaram menor peso inicial.

**Tabela 16.** Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Massa fresca inicial (g/planta)	269,7 <sup>a</sup> ( $\pm 31,9$ )	288,2 <sup>a</sup> ( $\pm 7,8$ )	56,1 <sup>b</sup> ( $\pm 2,7$ )	47,4	6,9
Massa fresca final (g/planta)	228,4 <sup>a</sup> ( $\pm 41,4$ )	243,7 <sup>a</sup> ( $\pm 10,4$ )	37,6 <sup>b</sup> ( $\pm 2,8$ )	61,8	10,7
Perda de massa (%)	15,3 <sup>a</sup> ( $\pm 6,1$ )	15,4 <sup>a</sup> ( $\pm 1,4$ )	32,9 <sup>b</sup> ( $\pm 1,9$ )	10,8	14,6

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de massa são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).



**Figura 19.** Massa fresca inicial, massa fresca final e perda de massa da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

A Figura 20 apresenta as plantas das alfaces da cv. Crocantela e evidencia o menor tamanho da planta produzida em sistema orgânico e conseqüentemente menor peso de massa fresca.



**Figura 20.** Comparação das plantas de alface cv. Crocantela. A) Crocantela convencional; B) Crocantela hidropônica; C) Crocantela orgânica.

De acordo com a classificação do Programa Brasileiro para Padronização da Horticultura (HORTIBRASIL, 2007), que estabelece classes de acordo com o limite inferior e superior de massa em gramas por planta a cv. Crocantela convencional e hidropônica foram classificadas na classe 25, ou seja, plantas de 250 a 300 gramas e a cv. Crocantela orgânica na classe 5, classificando-se neste grupo plantas com pesos inferiores a 100 gramas. De acordo com Ferreira et al. (2009) alface com maiores valores de massa fresca podem atingir maiores preços de comercialização, haja visto que esta é feita geralmente por planta.

A massa fresca final (Tabela 16 e Figura 19) das plantas evidencia o murchamento e, principalmente a perda hídrica das plantas, com consequente perda de peso. Após 9 dias de acompanhamento, amostra produzida em sistema convencional apresentou massa fresca final de 228,4 gramas, obtendo uma perda de massa de 41,3 gramas ou 15,3%; a alface produzida em sistema hidropônico apresentou massa fresca final de 243,7 gramas ficando sua perda de massa em 44,5 gramas ou 15,4%; e, a amostra produzida em sistema orgânico ficou com o valor de massa fresca final em 37,6 gramas e sua perda de massa em 18,5 gramas ou 32,9%.

O conteúdo de água dos produtos vegetais tem grande influência na qualidade e no seu armazenamento pós-colheita. Hortaliças frescas tornam-se não comercializáveis após perderem 3 a 10% de sua massa e, além disso, a água representa a maioria da massa vendável de alimentos deste gênero (BRECHT et al., 2010). De acordo com Spricigo et al. (2009) a hidratação do

produto é um dos itens decisivos na definição de preços para a alface durante sua comercialização. Neste âmbito, as plantas produzidas nos três sistemas de cultivo obtiveram perda de massa acima de 10%, após 9 dias de armazenamento.

Desta forma, para a alface cv. Crocantela entre os sistemas de cultivo convencional e hidropônico não foi observada diferença estatística significativa nos valores de massa fresca inicial, final e perda de massa. Para a cv. Crocantela produzida em sistema orgânico observou-se diferença estatística significativa nestes parâmetros quando comparada aos dois outros sistemas de cultivo, o que indica que a amostra orgânica obteve peso inicial significativamente menor que os outros dois sistemas e que perda de massa ocorreu de forma mais significativa quando comparada aos dois outros sistemas.

Ressalta-se que o armazenamento das plantas foi realizado em sacos plásticos de mesmo tamanho, para todos os sistemas de cultivo, mantidos abertos em câmara de refrigeração. Desta forma, é possível considerar que como a planta orgânica obteve menor tamanho (massa fresca e tamanho de folhas) o espaço disponível nos sacos plásticos foi maior, permitindo que o ar circulasse de forma mais intensa na amostra orgânica, facilitando da perda de água e possivelmente fazendo com que esta amostra obtivesse uma perda de massa também maior.

#### **5.4.3. Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência**

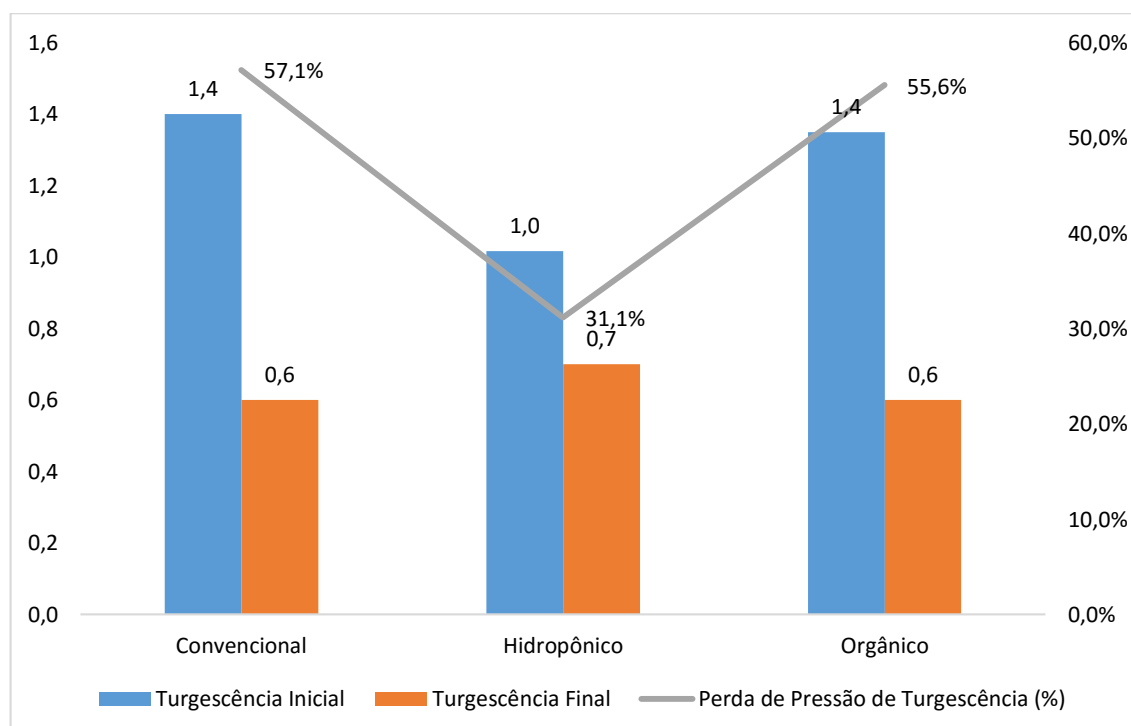
Os resultados de turgescência inicial, final e perda de pressão de turgescência estão apresentados na Tabela 17 e Figura 21. Entre os sistemas de cultivo não foi observada diferença estatística significativa, sendo os valores para turgescência inicial de 1,4 kgf/cm<sup>2</sup>, para o sistema convencional; 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>, para o sistema hidropônico; e, 1,4 kgf/cm<sup>2</sup>, para o sistema orgânico. O acompanhamento da turgescência foi realizado diariamente e após 9 dias obteve-se os valores de turgescência final de: 0,6 kgf/cm<sup>2</sup> para a alface convencional ficando a perda de pressão de turgescência em 57,1%; 0,7 kgf/cm<sup>2</sup>

para a alface hidropônica ficando a perda de pressão de turgescência em 31,2%; e, 0,6 kgf/cm<sup>2</sup> para a alface orgânica, ficando a perda de pressão de turgescência em 55,6%. Não foi verificada diferença estatística significativa para os valores de turgescência final e perda de pressão de turgescência entre os três sistemas de cultivo.

**Tabela 17.** Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Crocanela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistemas de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Turgescência Inicial (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,4 <sup>a</sup> (±0,3)	1,0 <sup>a</sup> (±0,2)	1,4 <sup>a</sup> (±0,3)	0,6	21,7
Turgescência final (kgf/cm <sup>2</sup> )	0,6 <sup>a</sup> (±0,4)	0,7 <sup>a</sup> (±0,1)	0,6 <sup>a</sup> (±0,2)	0,5	31,6
Perda de pressão de turgescência (%)	57,1 <sup>a</sup> (±29,4)	31,2 <sup>a</sup> (±16,7)	55,6 <sup>a</sup> (±11,2)	42,7	51,9

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). Os valores de perda de pressão de turgescência são relativos ao fim do período de armazenamento (9 dias). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).



**Figura 21.** Turgescência inicial, turgescência final e perda de pressão de turgescência da alface cv. Crocanela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

É importante considerar que todas as plantas foram mantidas com as raízes durante a análise. De acordo com trabalho realizado por Spricigo et al. (2009) a manutenção das raízes no produto favorece a manutenção da turgescência das folhas e, portanto, estende o período que este pode ser comercializado adequadamente. A Figura 22 demonstra o acompanhamento da perda de pressão de turgescência entre o primeiro e o último dia da análise.

Observa-se que mesmo após o nono dia, apesar da queda das folhas mais externas e do murchamento ocasionado pela perda hídrica, a planta da alface ainda apresenta folhas internas presas ao caule e com características aceitáveis de consumo, demonstrando a importância da manutenção da raiz para a manutenção da qualidade da planta.

Segundo Calbo et al. (2008) a turgescência celular é uma medida calculada através da relação entre força de aplanção (pressão de aplanção) aplicada e a área amassada. Borba et al. (2014) descreveram que a turgescência é um parâmetro importante pois está diretamente relacionada com a qualidade da alface e, após a colheita estes dados indicam a caracterização das folhosas, já que, sua qualidade comercial depende da sua hidratação e do seu frescor.



**Figura 22.** Comparação visual entre turgescência inicial e a turgescência final das plantas de alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

#### 5.4.4. Análise instrumental de cor

Os resultados da análise instrumental de cor da alface cv. Crocantela encontram-se na Tabela 18. Para análise instrumental de cor da alface utilizou-se o diagrama do espaço de cores L, a e b. Os termos L, C e  $h^\circ$  indicam brilho (*lightness*), cromaticidade e ângulo hue, respectivamente.

O parâmetro  $a^*$  é uma coordenada de cromaticidade e define cor vermelha para os valores positivos e cor verde para os valores negativos. Para os três sistemas de cultivo as amostras apresentaram valores negativos sendo indicativo de coloração verde e não apresentaram diferença estatística significativa entre elas.

Para  $b^*$ , que indica variação da cor amarela para valores positivos e cor azul para valores negativos, todas as amostras apresentaram-se com valores



positivos, sendo indicativo de coloração amarela e, não apresentaram diferença significativa entre os três sistemas de cultivo.

A análise de cor instrumental demonstrou que os valores de L, que caracteriza a tonalidade da cor (coloração verde-escura à coloração verde-clara) não apresentaram diferença estatística significativa entre as alfaces cv. Crocantela convencional, hidropônica e orgânica. E, para o ângulo  $h^0$ , que indica intensidade da cor, também não foi observada diferença estatística significativa entre os três sistemas de cultivo.

A análise dos valores de  $\Delta E$  (Tabela 19) para a alface da cv. Crocantela indicam uma diferença visível de cor entre a amostra de alface produzida no sistema convencional e a produzida no sistema hidropônico ( $\Delta E = 2,9$ ); uma diferença apreciável de cor entre a amostra de alface produzida no sistema convencional e a produzida no sistema orgânico ( $\Delta E = 4,9$ ); e, uma diferença apreciável de cor entre a amostra de alface produzida no sistema hidropônico e a produzida no sistema orgânico ( $\Delta E = 4,4$ ).

**Tabela 18.** Análise instrumental de cor da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistema de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
Cor L*	65,3 <sup>a</sup> ( $\pm 4,0$ )	65,1 <sup>a</sup> ( $\pm 4,9$ )	61,1 <sup>a</sup> ( $\pm 1,4$ )	6,6	5,4
Cor a*	-17,7 <sup>a</sup> ( $\pm 2,7$ )	-19,7 <sup>a</sup> ( $\pm 1,8$ )	-18,0 <sup>a</sup> ( $\pm 1,7$ )	4,0	11,3
Cor b*	35,8 <sup>a</sup> ( $\pm 4,0$ )	37,9 <sup>a</sup> ( $\pm 2,3$ )	38,3 <sup>a</sup> ( $\pm 2,4$ )	5,5	7,7
Hue	116,2 <sup>a</sup> ( $\pm 1,3$ )	117,5 <sup>a</sup> ( $\pm 1,2$ )	115,2 <sup>a</sup> ( $\pm 1,5$ )	2,4	1,2
Chroma	39,9 <sup>a</sup> ( $\pm 4,7$ )	42,7 <sup>a</sup> ( $\pm 2,8$ )	42,3 <sup>a</sup> ( $\pm 2,7$ )	6,5	8,2

Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

**Tabela 19.** Variação da cor ( $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ ) e variação total da cor ( $\Delta E$ ) da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Varição de Cor	Convencional Hidropônico	Convencional Orgânico	Hidropônico Orgânico
$\Delta L^*$	0,2	4,2	4
$\Delta a^*$	2	0,3	-1,7
$\Delta b^*$	-2,1	-2,5	-0,4
$\Delta E$	2,9	4,9	4,4

### 5.5. Análises físico-químicas da alface cv. Crocantela

A Tabela 20 apresenta os resultados das análises físico-químicas da alface cv. Crocantela. A faixa de pH ideal dos tecidos vegetais situa-se entre 5,0 – 7,0 (MENEZES et al., 2005). Neste trabalho, a alface cv. Crocantela apresentou pH nesta faixa e não foi observada diferença estatística significativa entre os sistemas de cultivo. Para a cv. Crocantela foram observados os seguintes valores: pH 6,0 sistema convencional, pH 5,9 sistema hidropônico e pH 6,0 sistema orgânico.

Para a alface cv. Crocantela observou-se diferença estatística significativa entre no teor de sólidos solúveis entre a amostra produzidas em sistema hidropônico e a amostra produzida em sistema orgânico. O valor para a amostra produzida em sistema orgânico foi de 3,2 °Brix, sendo este valor 18,75% maior que a o valor de sólidos solúveis obtido para a amostra produzida em sistema hidropônico (2,6 °Brix). De acordo com Silva et al. (2011) quanto maior o teor de sólidos solúveis da alface recém-colhida maior o período em que sua qualidade pode ser preservada.

Para a cv. Crocantela a amostra que obteve maior valor de acidez titulável também foi a amostra hidropônica, apresentando diferença estatística quando comparado ao valor obtido na análise da amostra produzida no sistema convencional e quando comparada ao valor obtido na análise da amostra produzida em sistema orgânico. Desta forma, o valor de acidez titulável para a amostra hidropônica foi de 2,2 mg ácido cítrico/kg, sendo 40,9% maior que o valor de acidez titulável obtido na amostra convencional (1,3 mg ácido cítrico/kg) e 22,7% maior que o valor obtido na amostra produzida em sistema orgânico (1,7 mg ácido cítrico/kg). Também foi observada diferença estatística entre os valores obtidos pela amostra produzida em sistema convencional e pela amostra produzida em sistema orgânico, sendo a diferença entre elas de 23,5%.

Os ácidos orgânicos são importantes para o metabolismo respiratório e como compostos de reserva em hortaliças e o seu acúmulo pode gerar gosto ácido (BRECHT et al., 2010).

Para a cv. Crocantela os valores de compostos fenólicos totais apresentaram diferença significativa entre os três sistemas. No sistema orgânico amostra apresentou maior valor (50,5 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>), seguida da amostra produzida em sistema hidropônico (33,5 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>) e da amostra produzida em sistema convencional (27,7 mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). A diferença de valor entre o teor de compostos fenólicos da alface orgânica e da alface convencional é de 45,2%; entre a alface orgânica e a alface hidropônica é de 33,6%; entre a alface hidropônica e a alface convencional 17,3%.

Arbos et al. (2010) em seu estudo analisou compostos fenólicos em alfaces cv. Verônica (produzidas nestes três sistemas de cultivo e, em seus resultados também obteve teores de compostos fenólicos maiores em alfaces produzidos pelo sistema orgânico.

De acordo com Brecht et al. (2010) estes compostos existentes nos vegetais tem a função de protege-los do estresse oxidativo e outros tipos de estresse além de influenciar em cor e sabor, principalmente no escurecimento enzimático. Além disso estes elementos são cada vez mais reconhecidos por sua capacidade de proteção contra doenças crônicas não transmissíveis e algumas neoplasias.

Melo et al. (2006) coloca que a eficácia da ação antioxidante dos compostos bioativos depende de sua estrutura química e da concentração nos alimentos, sendo influenciada por fatores genéticos, condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta.

**Tabela 20.** Parâmetros físico-químicos da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Parâmetros avaliados	Sistema de cultivo			D.M.S.	C.V.
	Convencional	Hidropônico	Orgânico		
pH	6,0 <sup>a</sup> (±0,05)	5,9 <sup>a</sup> (±0,01)	6,0 <sup>a</sup> (±0,02)	0,03	0,4
SS	2,9 <sup>a,b</sup> (±0,1)	2,6 <sup>a</sup> (±0,2)	3,2 <sup>b</sup> (±0,1)	0,4	4,4
AT	1,3 <sup>a</sup> (±0,1)	2,2 <sup>b</sup> (±0,1)	1,7 <sup>c</sup> (±0,1)	0,3	5,4
CFT	27,7 <sup>a</sup> (±0,7)	33,5 <sup>b</sup> (±1,3)	50,5 <sup>c</sup> (±1,1)	2,3	2,7

SS = Sólidos Solúveis (°Brix); AT = Acidez Titulável (mg ácido cítrico/kg); CFT = Compostos Fenólicos Totais (mg EAG.100 g<sup>-1</sup>). Valores seguidos de letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p≥0,05). D.M.S. = Diferença Mínima Significativa; C.V. = Coeficiente de Variação (%).

## 5.6. Análise sensorial da alface cv. Crocantela

A Tabela 21 apresenta os resultados do teste de ordenação e de preferência para a alface cv. Crocantela. Na análise sensorial realizada as alfaces produzidas em sistema de cultivo convencional, hidropônico e orgânico não foi verificada diferença estatística significativa para os atributos: cor verde, maciez da folha, tamanho da folha, crocância da folha, presença de manchas e sabor doce. Isto evidencia que na análise dos julgadores, para estes atributos, não pode-se considerar diferenças em aspectos de textura das folhas, como maciez e tamanho da folha, em características visuais como cor, tamanho e presença de manchas das folhas e na percepção de sabor doce quando comparados os três sistemas de cultivo.

No atributo sabor amargo, foi verificada diferença estatística entre a amostra produzida em sistema hidropônico e a amostra produzida em sistema convencional. A amostra de alface produzida em sistema de cultivo hidropônico considerada apresentou somatória de ordenação de menor valor (44) e, desta forma foi considerada pelos julgadores a amostra com menos amarga. A amostra de alface produzida em sistema de cultivo convencional foi a que apresentou maior valor de somatória de ordenação (66), sendo considerada desta forma, na avaliação dos julgadores a amostra com maior percepção do sabor amargo.

Com relação ao teste preferência para a cv. Crocantela não foi observada diferença estatística entre as amostras produzidas nos três sistemas de cultivo.

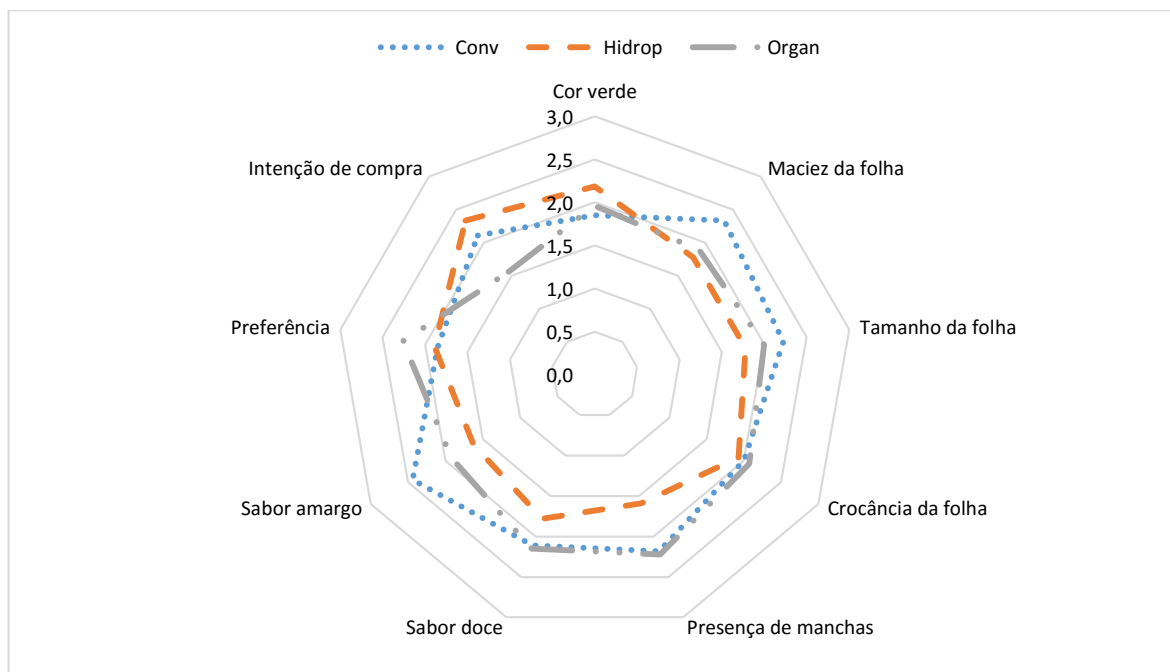
No teste de intenção de compra foi observada diferença significativa na intenção de compra entre as amostras produzidas no sistema hidropônico e orgânico. A amostra produzida em sistema hidropônico foi a que apresentou maior valor de somatória de ordenação (63) indicando uma maior intenção de compra pelos julgadores. A amostra de alface produzida em sistema de cultivo orgânico foi a que apresentou menor valor de somatória de ordenação neste atributo (42) indicando uma menor intenção de compra pelos julgadores. Não foi observada diferença significativa quando comparadas as amostras produzidas no sistema convencional e orgânico e quando comparadas as amostras produzidas no sistema convencional e hidropônico.

**Tabela 21.** Somatório das notas das alfaces pelos julgadores não treinados (27 julgadores) da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico.

Atributos avaliados	Sistemas de cultivo		
	Convencional	Hidropônico	Orgânico
Cor verde	50 <sup>a</sup>	59 <sup>a</sup>	53 <sup>a</sup>
Maciez da folha	63 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>
Tamanho da folha	60 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	54 <sup>a</sup>
Crocância da folha	54 <sup>a</sup>	52 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>
Presença de manchas	59 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>
Sabor doce	57 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>
Sabor amargo	66 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>	52 <sup>a,b</sup>
Preferência	50 <sup>a</sup>	51 <sup>a</sup>	61 <sup>a</sup>
Intenção de compra	57 <sup>a,b</sup>	63 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>

Valores seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem estatisticamente pelo teste de Friedman. Diferença mínima  $\geq 18$ .

A Figura 23 apresenta o perfil sensorial das amostras de alfaces cv. Crocantela produzidas em sistema de cultivo convencional, hidropônico e orgânico.



**Figura 23.** Perfil sensorial das alfaces através da média do somatório das notas atribuídas pelos julgadores não treinados obtidas no teste de ordenação da alface cv. Crocantela submetida a três sistemas de cultivo: convencional, hidropônico e orgânico

## 6 CONCLUSÕES

- Evidencia-se que o sistema de cultivo utilizado para a produção da alface influencia em características físicas e físico-químicas das plantas produzindo alfaces com tamanhos, pesos, espessura, cores e características físico-químicas diferentes.
- Através deste estudo foi possível obter a caracterização sensorial das cultivares de alface Brunela e Crocantela de acordo com sistema de cultivo utilizado bem como avaliar a aceitação e intenção de compra do consumidor mediante as características das plantas.
- Estudos com estas características são fundamentais, pois, o tipo de sistema de cultivo utilizado para a produção de alimentos gera produtos com características diferenciadas, tanto de produção como de pós-colheita e, o diagnóstico destas diferenças auxilia na obtenção de informações importantes tanto para o profissional atuante na área como para o consumidor.

## 7 LITERATURA CITADA

ABCSEM. **Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes**. 2012. <http://www.abcsem.com.br>. Acesso em 11/06/2012.

ALTIERI, M.A. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. Eduardo Ehlers. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 501-506, 2010.

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

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, 407 p.

BASSO, E. N.; BERNARDES, L. J. L. **Hidroponia: técnicas e implantação comercial do cultivo do alface**. Charqueada/ SP: Estação Experimental de Hidroponia, 1993, 49 p.

BATISTA, M. A. V.; VIEIRA, L. A.; SOUZA, J. P.; FREITAS, J. D. B.; BEZERRA NETO, F. Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 8-11, 2012.

BORBA, K. R.; FERREIRA, M. D.; CALBO, A. G. Monitoramento da pressão de turgescência de alfaces em diferentes ambientes de armazenamento. *In*: VI JORNADA CIENTÍFICA – EMBRAPA SÃO CARLOS, 2014. **Anais da VI Jornada Científica – Embrapa São Carlos**. São Carlos/SP: Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste, 2014, p. 91.

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

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://www.amaranthus.esalq.usp.br/in007.htm> Acesso em: 17/01/2016.

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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm) Acesso em: 17/01/2016.

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](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf) Acesso em: 20/09/2015.

BRECHT, J. K.; RITENOUR, M. A.; HAARD, N. F.; CHISM, G. W. Fisiologia pós-colheita de tecidos vegetais comestíveis. *In*: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre/ RS: Artmed, 2010, p. 760-815.

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.

CAMPANHOLA, C.; VALARINI, P. J. A agricultura orgânica e o seu potencial para o pequeno agricultor. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 18, n. 3, p. 69-101, 2001.

CARDOSO, F. Alface atinge limite de excelência. **Frutas e Legumes**, São Paulo, v.1, n.6, p.7-11, 2000.

CHEN, X. D.; MAJUMDAR, A. **Drying Technologies in Food Processing**. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd., 2008, 352 p.

COLLINS, A. **Lettuce: AC diet food and nutrition**. 2004. Disponível em <http://www.annecollins.com/dietnutrition/lettuce>. Acesso em 17/01/2016.

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

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. PUC/PR: Universitária Champagnat, 1996, 123 p.

EHLERS, E. **Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2 ed. Guaíba: Agropecuária, 1999, 157 p.

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.



FERCAM. **Notícias – Crocância: a característica de destaque da alface Brunela**. 2016. Disponível em: <http://www.sementesfercam.com.br/noticias/crocancia-a-caracteristica-de-destaque-da-alface-brunela> Acesso em: 14/03/2016.

FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; SILVA, S. S.; ABUD, E. A.; REZENDE, M. I. F. L.; KUSDRA, J. F. Combinações entre cultivares, ambiente, 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**. 23 ed. Viçosa/MG: UFV. 2008. 412p.

FONSECA, M. F. de A. C. **Agricultura Orgânica: regulamentos técnicos para acesso aos mercados dos produtos orgânicos no Brasil**. Niterói/ RJ: PESAGRO-RIO, 2009, 119 p.

FURLANI, F. A. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHESI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: parte 1 – conjunto hidráulico**. 2009. Disponível em: [http://www.infobibos.com/Artigos/2009\\_1/hidroponiap1/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm) Acesso em: 27 de março de 2016.

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

GUALBERTO, R.; RESENDE, F. V.; BRAZ, L. T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico “NFT” em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 155-158, 1999.

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

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecologia Hoje**, v.2, n. 12, p. 5-8, 2002.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura**. 2007. Disponível em <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/alface/alface.html> Acesso em 23 de setembro de 2015.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Proposta referente à classificação da alface para o Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros**. 2009. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/alface/arquivos/norma.html> Acesso em: 17/01/2016.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Alfaces em números: novidades no mercado** – frutas e hortaliças frescas. 2013. Disponível em: [http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1131:alfaceemnumero&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82](http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=1131:alfaceemnumero&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82) Acesso em: 19/01/2015.

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. **Alface**. 2015. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/classificacao/alface/alface.html> Acesso em: 29/01/2015.

LI-COR Inc. **Li-3100 Area Meter**: instruction manual. USA: Lincoln NE, 1987, 33 p.

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F.; PERES, M. R.; GUIMARÃES, V. F. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 19-25, 2007.

LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 3, p. 295-300, 2006.

MATSUBARA, G.C.; FERREIRA, M.D.; CALBO, A.G. Determinação e comparação dos limiares de hidratação em alface (*Lactuca sativa*) em diferentes sistemas de cultivo. *In*: I JORNADA CIENTÍFICA – EMBRAPA SÃO CARLOS, 2009. **Anais da VI Jornada Científica – Embrapa São Carlos**. São Carlos/SP: Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste, 2009, p. 120.

MELO, E. de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da 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 física, químicas e físico-químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 60-62, 2005.

MIGUEL, F. B.; ESPERANCINI, M. S. T.; OJIMA, A. L. R. O.; TICELLI, M. Análise de rentabilidade das culturas de alface e cenoura em sistema orgânico de produção no município de Bebedouro, Estado de São Paulo, 2006. **Informações Econômicas**, v. 38, n. 5, p. 51-58, 2008.

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.

NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Campinas/ SP: NEPA, UNICAMP, 2011. p. 33-34.

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.

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

PAULUS D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, 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**, v. 22, n. 2, p. 178-181, 2004.

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.; WHITAKER, T. N. Lettuce. In: SIMMONDS, N. W. (Ed.) **Evaluation of Crop Plants**. New York: Longman Group, 1976. p. 39-41.

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

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

SALA, F. C.; COSTA, C. P. “Brunela”: cultivar de minialface crocante tropicalizada. Resumo expandido em Horticultura Brasileira. In: **53º Congresso Brasileiro de Olericultura**, v 31, p. S1839-1841, 2014.

SAMINÊZ, T. C. O.; DIAS, R. P.; NOBRE, F. G. A.; MATTAR, R. G. H.; GONÇALVES, J. R. A. Princípios norteadores da produção orgânica de hortaliças. Brasília/ DF: **Circular Técnica 67**, Embrapa Hortaliças, 8 p. 2008.

SCHWARTZ, S. J.; ELBE, J. H. von; GIUSTI, M. M. Corantes. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre/ RS: Artmed, 2010. p. 452-463.

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

SILVA, E. M. N. C. P. da; 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**, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR., J. A. 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. de J. **Desenvolvimento Econômico**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

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, p. S3790-S3796, 2009.

STAFF, H. **Hidroponia**. Coleção Agroindústrias. 2 ed. Cuiabá/MT: SEBRAE/MT, v. 11, 1998. 101 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS. **Statistical Analysis Systems**. Versão 9.1. Cary/USA: SAS Institute, 2003.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. S. Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa. Brasília/ DF: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa Hortaliças, Embrapa, 2013.

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

TIBIRIÇA, A. C. G.; BRITO, A. A. A. de; BAÊTA, F. C. Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo. In: **XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**. Florianópolis/SC, p. 418-425, 2004.

UFSCar. UFSCar desenvolve nova variedade de alface. **Informativo FAI-UFSCar**, n. 133, ano 14, p. 3, 2013.

WIKISPECIES. **Classificação taxonômica da cultura de alface**. 2015. Disponível em: <http://species.wikimedia.org/wiki/Lactuca>. Acesso em: 17/01/2015.