



**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Ciência dos Alimentos
Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos**

**Vida de prateleira da alface americana
(*Lactuca sativa* L.) minimamente processada
sob cultivo orgânico e convencional**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciências dos Alimentos.

Orientadora: Professora **Edna Regina Amante, Dra.**

Júlio César Mello

**Florianópolis
2001**

**Vida de prateleira da alface americana
(*Lactuca sativa* L.) minimamente
processada sob cultivo orgânico e
convencional**

por

Júlio César Mello

Dissertação aprovada para obtenção do título de Mestre em Ciência dos Alimentos, no curso de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos pela Comissão formada por:

Presidente:

Prof^ª. Dra. Edna Regina Amante - CCA - CAL - UFSC

Membro:

Prof. Dr. Antônio Carlos Alves - CCA - UFSC

Membro:

Prof^ª. Dra. Evanilda Teixeira - CCA - CAL - UFSC

Membro:

Prof. Dr. Luiz Fernando Probst – UFSC

Coordenadora:

Prof^ª. Dra. Roseane Fett

Florianópolis – SC, 29 de junho de 2001.

*“Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo.
Por isso, aprendemos sempre”*

Paulo Freire

*Para meus pais Trapuan de Mello e Hildegardt Mello
pelo exemplo de vida e pelo legado da cultura.*

*Agradeço e dedico esta dissertação à
Elaine, Nicole e Laura pelo apoio
companheirismo e compreensão.*

Agradecimentos

Nesta caminhada, muitas pessoas somaram esforços no sentido de auxiliar no andamento deste trabalho. Apesar de não ser uma tarefa fácil, pelo fato de alguma omissão involuntária que possa ocorrer, gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste sonho.

A professora Edna Regina Amante pela orientação incansável, motivação e incentivo na busca de novos conhecimentos.

Em especial a minha filha Nicole, meu maior orgulho, que soube compreender a minha ausência.

A Elaine pelo seu carinho, companheirismo, paciência e o apoio decisivo durante a execução dos trabalhos. Mesmo nos momentos mais difíceis e na quebra da rotina, sempre tinha uma palavra de conforto e de otimismo para tornar este sonho possível.

Ao meu mano Marco Antônio, Isabel, Rodrigo, Daniel e Thaisa, pelo exemplo de honestidade e competência que balizam as nossas vidas.

Aos meus pais Irapuan Mello e Hildegardt Mello pelo amor, apoio e incentivo em todas as horas da minha vida.

Aos amigos Eng^o Agr^o José Ângelo Rebelo e Eng^o Agr^o Roque Lino Braun, além da amizade e o incentivo, pela intervenção decisiva na concretização do curso.

Ao colega Renato Dietrich por aceitar a missão de conselheiro acadêmico e a condução das análises estatística do trabalho.

Ao professor Antônio Carlos Alves pelo companheirismo, pronto atendimento, e principalmente, pela divisão de conhecimentos.

Ao professor Luiz Fernando Probst que viabilizou as análises cromatográficas em seu laboratório.

Aos amigos que a distância também torceram pelo êxito desta conquista: Humberto, Jane, Luísa, Sr. Lauro, D. Zélia, Adriana, Júlia, Vilar, Celita, Larissa e Laíza.

A professora Evanilda pelo atendimento fácil e viabilização do uso do Laboratório de Análise Sensorial.

Aos companheiros Waldemiro e Salete que viabilizaram os trabalhos de campo e da armazenagem do experimento no Centro de Treinamento da Epagri.

Aos amigos do Laboratório de Frutas e Hortaliças, Engº Agrº Emerson Augusto, Msc Marcos Antônio, Msc Giovana Moore, Msc Mônica, as bolsistas Mônica e Cristina, pela ajuda, amizade, convivência agradável durante todo o curso.

Aos amigos que pacientemente colaboraram na análise sensorial, Elza, Emerson, Marcos, Elisa, Micheline, Lea, Luciano, Marina, Mariela, Luciano, Deisy, Melissa, Rejane e Anice.

Aos alunos do curso de Farmácia e Bioquímica habilitação em Tecnologia dos Alimentos, Patrícia, Hudson, Cristiane, Josiane e Fernanda, que colaboraram no momento mais crítico do processamento.

Aos amigos da Epagri, Altamiro, Joaquim, Aldo, Costa, Salomão, Isolete que de uma forma ou de outra contribuíram e torceram pelo êxito deste trabalho.

A amiga Vera Lúcia da Silva pelo pronto atendimento nas solicitações dos dados meteorológicos para o experimento.

Aos colegas Engº Agrº Valdir Crestani e Engº Agrº Joel Vieira de Oliveira pela amizade e apoio na realização do curso.

Aos funcionários da biblioteca da Epagri que prontamente atenderam as solicitações de material da pesquisa.

Aos colegas Zulmar e Arildo que conduziram o experimento de campo no Cetre.

Ao Sérgio e Inês pela amizade e viabilidade dos assuntos administrativos da pós-graduação.

Aos companheiros da GRH da Epagri pela dedicação incansável para tornar o fardo menos pesado.

Ao técnico químico Américo Cruz Junior pela realização das análises de nitrato.

A Epagri que possibilitou a concretização de um sonho.

A Embrapa pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
ABREVIATURAS.....	xv
RESUMO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Importância sócio-econômica da alface.....	5
2.1.1 Origem e botânica.....	6
2.1.2 Classificação taxonômica.....	9
2.1.3 Alface americana.....	11
2.1.4 Composição química da alface.....	11
2.1.5 Nitrato em alface.....	13
2.2 Cultivo convencional e orgânico de hortícolas.....	15
2.3 Vegetais minimamente processados.....	17
2.3.1 Evolução dos vegetais minimamente processados.....	21
2.3.2 Perspectivas dos consumidores de alimentos.....	23

2.4	Vida de prateleira de vegetais.....	26
2.4.1	Fatores bioquímicos envolvidos na vida de prateleira de vegetais.....	26
2.4.2	O processamento de vegetais minimamente processados.....	29
2.4.3	Aspectos sensoriais.....	30
2.5	Atmosfera modificada para conservação de produtos vegetais.....	32
2.5.1	Tolerância das hortícolas a níveis baixos de CO ₂ e elevados de O ₂	34
2.5.2	Efeito da alteração da atmosfera sobre o metabolismo de hortaliças.....	36
2.5.3	Respiração.....	37
2.5.3.1	Produção de calor pela respiração.....	39
2.5.4	Produção e ação do etileno.....	40
2.5.5	Escurecimento enzimático em vegetais	42
2.5.6	Degradação da clorofila.....	43
2.5.7	Deterioração microbiana.....	44
2.5.8	Uso comercial da atmosfera modificada.....	46
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	50
3.1	Hipótese.....	50
3.2	Delineamento experimental, sistemas, teste de hipótese e análise de dados.....	50
3.3	Localização do experimento.....	53
3.4	Sistema de produção de mudas.....	54
3.5	Detalhes do sistema de produção de alface americana.....	54
3.5.1	Sistema de produção orgânica.....	55
3.5.2	Sistema de produção convencional.....	56
3.6	Colheita e pós-colheita.....	57
3.7	Processamento.....	59

3.7.1 Área suja.....	59
3.7.2 Área limpa.....	60
3.7.3 Embalagem.....	61
3.8 Análise sensorial.....	62
3.9 Determinação das concentrações de O ₂ e CO ₂	64
3.10 Avaliação microbiológica.....	65
3.11 Determinação da matéria seca.....	66
3.12 Determinação de Nitrato.....	66
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4.1 Comportamento da composição dos gases nas embalagens de alface americana minimamente processada.....	68
4.1.1 Consumo de O ₂ e produção de CO ₂	68
4.1.2 Taxa Respiratória e quociente respiratório.....	71
4.2 Variação da matéria seca durante o tempo de exposição de folhas de alface.....	74
4.3 Análise sensorial.....	76
4.4 Nitrato.....	84
5 CONCLUSÕES.....	86
6 RECOMENDAÇÕES.....	87
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
8 ANEXOS.....	95

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química média da alface do tipo americana e lisa (<i>Lactuca sativa</i> L.) (em 100 gramas do produto verde e cru).....	12
Tabela 2 - Efeito do fertilizante nitrogenado sobre a proteína total, peso fresco e concentração de nitrato em alface lisa.....	14
Tabela 3 - Valores máximos permissíveis na legislação para teores de nitrogênio em águas destinadas para o consumo humano.....	15
Tabela 4 - Evolução das mulheres economicamente ativas no Brasil.....	22
Tabela 5 - Esperança média de vida de homens e mulheres ao nascer no Brasil (em anos).....	22
Tabela 6 - Frequência de refeições feitas fora de casa no Brasil pela população urbana.....	22
Tabela 7 - Tempo gasto para preparar o jantar.....	23
Tabela 8 - Classificação dos produtos hortícolas quanto à tolerância a baixa concentração de O ₂	35
Tabela 9 - Classificação dos produtos hortícolas quanto à tolerância a alta concentração de CO ₂	36
Tabela 10 - Permeabilidade de filmes plásticos com potencial de uso em atmosfera modificada.....	46
Tabela 11 - Esquema da análise de variância.....	52
Tabela 12 - Esquema da análise de variância para o tempo de prateleira dentro de cada sistema, desconsiderando o tempo de exposição zero.....	52
Tabela 13 - Concentração de oxigênio na embalagem PEBD contendo alface americana minimamente processada, obtida por cultivo orgânico e convencional.....	69
Tabela 14 - Concentração de dióxido de carbono na embalagem PEBD contendo alface americana minimamente processada, obtida por cultivo orgânico e convencional.....	69

Tabela 15 - Peso (gramas/3 folhas) da matéria seca da alface no sistema orgânico e convencional.....	69
Tabela 16 - Escores médios conferidos aos atributos da análise sensorial da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, ao longo do tempo.....	77
Tabela 17 - Escores médios dados ao atributo escurecimento enzimático na análise sensorial da alface americana minimamente processada, nos sistemas orgânico e convencional, durante o tempo de prateleira.....	79

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Principais áreas produtoras de alface em Santa Catarina.....	5
Figura 2 - Exudação de látex do caule da alface.....	6
Figura 3 - Alface selvagem (<i>Lactuca serriola</i>).....	7
Figura 4 - Alface espinhosa(<i>Lactuca scariola</i> L.).....	8
Figura 5 - Alface selvagem (<i>Lactuca virosa</i> L.).....	8
Figura 6 - A alface americana (<i>Lactuca sativa</i> L. Var. <i>Capitata</i> L.).....	10
Figura 7 - A alface romana (<i>Lactuca sativa</i> L. Var. <i>longifolia</i> L.).....	10
Figura 8 - A alface crespa (<i>Lactuca sativa</i> L. Var. <i>Crispa</i> L.).....	10
Figura 9 - Alface americana.....	11
Figura 10 - Vegetais minimamente processados expostos em gôndolas de supermercados.....	18
Figura 11 - Consumo de alface minimamente processada no Brasil.....	25
Figura 12 - Fluxograma do processamento de hortaliças minimamente processadas.....	29
Figura 13 - Biossíntese do etileno e alguns fatores intrínsecos e extrínsecos que promovem (+) ou inibem (-) a síntese do etileno em plantas.....	41
Figura 14 - Croqui da área de plantio da alface americana no sistema orgânico e convencional e os tempos de amostragem.....	51
Figura 15 - Vista da área de produção em cultivo protegido da alface americana no sistema orgânico e convencional do Centro de Treinamento da Epagri.....	53
Figura 16 - Vista interna do abrigo de produção de mudas.	54
Figura 17 - Bandeja de isopor tipo 228/60 para produção de mudas.	54

Figura 18 - Sistema de irrigação por micro-aspersão.....	55
Figura 19 - Tensiômetro de solo instalado nos canteiros.....	55
Figura 20 - Canteiro de alface americana no ponto de colheita.....	58
Figura 21 - Alface americana Raider.....	58
Figura 22 - Colheita e acondicionamento da alface americana no campo de produção.....	58
Figura 23 - Alface americana após o toailete.....	59
Figura 24 - Folhas de alface americana pronta para o processamento.....	60
Figura 25 - Estocagem das embalagens de polietileno de baixa densidade na unidade de refrigeração.....	61
Figura 26 - Concentração dos gases nas embalagens da alface americana minimamente processada durante o tempo de prateleira.....	68
Figura 27 - Concentração de dióxido de carbono (CO ₂) no interior da embalagem, no sistema orgânico e convencional.....	70
Figura 28 - Taxa respiratória da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional a 1,0 atmosfera de pressão e mantida a 4 °C.....	71
Figura 29 - Quociente respiratório da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.....	72
Figura 30 - Matéria seca da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.....	75
Figura 31 - Escores dados para o atributo escurecimento enzimático da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, ao longo do tempo de prateleira.....	78
Figura 32 - Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no tempo zero.....	79

Figura 33 - Análise dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no terceiro dia.....	80
Figura 34 - Análise dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no sexto dia.....	81
Figura 35 - Análise dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no oitavo dia.....	81
Figura 36 - Análise dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no décimo dia.....	82

ABREVIATURA E SIGLAS

AAO	- Associação de Agricultura Orgânica
AC	- Atmosfera controlada
AM	- Atmosfera modificada
CLIMERH	- Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina
EMATER	- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EPAGRI	- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
Ha	- Hectare = 10.000m ²
IBD	- Instituto Biodinâmico
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MERCOSUL	- Mercado Comum do Sul
PEBD	- Polietileno de baixa densidade
SAM	- S-adenosilmetionina
ACC	- Ácido carboxílico 1-amino-ciclopropano
MACC	- N-malonil ACC
AVG	- aminoetoxivinilglicine
AOA	- ácido amino oxiacético
CO ₂	- Dióxido de Carbono
O ₂	- Oxigênio
C ₂ H ₄	- Gás etileno

RESUMO

A alface americana (*Lactuca sativa*), minimamente processada, foi avaliada quanto aos efeitos dos diferentes sistemas de cultivo (orgânico e convencional), quanto ao padrão respiratório, matéria-seca, vida de prateleira e teor de nitrato nas folhas. A alface minimamente processada foi embalada em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), armazenada em refrigerador a 4 °C e avaliada até o final da vida de prateleira, estabelecido por métodos sensoriais. As avaliações foram realizadas durante quatorze dias de estocagem, nas condições pré-estabelecidas. Nos tempos zero, três, seis, oito, dez e doze dias, foram acompanhadas as variações na concentração de oxigênio e de dióxido de carbono no interior das embalagens, através de cromatografia gasosa e, inclusive até o décimo quarto dia foram acompanhadas as variações na matéria-seca, através de gravimetria. Nos tempos zero a dez dias, uma equipe sensorial treinada avaliou a alface quanto a: cor, brilho, escurecimento enzimático, aroma, odor estranho, textura e sabor (escores de zero a dez). Como garantia do processamento mínimo, foi realizada avaliação microbiológica no tempo zero e quatorze dias de estocagem. Quanto ao padrão respiratório, foi verificado que a alface orgânica, difere da alface convencional, quanto à liberação de dióxido de carbono e, conseqüentemente, quanto ao quociente respiratório. A variação no teor de matéria seca durante a estocagem foi diferente significativamente entre as alfaces nos dois sistemas de cultivo. A alface orgânica foi significativamente superior em matéria-seca durante todo o tempo de armazenamento. O teste sensorial determinou que o escore seis (6) eliminaria a amostra; a alface orgânica, atingiu o escore mínimo em tempo superior ao da alface convencional, tendo sido sensivelmente superior a esta em todos os atributos testados. Os resultados da avaliação microbiológica revelaram que o processamento adotado no preparo das amostras foi eficiente, não havendo diferença entre as amostras quanto aos contaminantes microbianos testados. O teor de nitrato nas folhas de alface americana produzida de modo orgânico foi superior ao da alface convencional.

Palavras chaves: alface, respiração, vida-de-prateleira, cultivo orgânico, cultivo convencional.

ABSTRACT

Iceberg lettuce (*Lactuca sativa*) obtained by conventional and organic cultivation systems and minimally processed was evaluated for the effect of different cultivation systems on respiratory standard, nitrate content in leaves, dry matter and shelf life. The minimally processed lettuce was packed in low-density polyethylene bags, stored in refrigerator at 4 °C and evaluated until the end of shelf life period established by a sensorial team. The evaluation was performed during the 14-day storage period under pre-determined conditions. At zero, three, six, eight, ten and twelve days, the variation in oxygen and carbon dioxide concentration inside the packages was measured by gas chromatography; and the dry matter variation was recorded up to the fourteenth day by gravimetry. At days zero and ten, a skilled sensorial team evaluated the lettuce for: color, brightness, enzymatic darkening, flavor, off flavor, texture and smell (scores 0 -10). As a safety measure, a microbiological evaluation was performed at zero day and fourteen days of storage. As for the respiratory standard, it was observed that iceberg lettuce differs from conventional lettuce as for carbon dioxide release and therefore, for the respiratory rate. The variation in dry matter content during storage resulted statistically different between the two kinds of lettuce in both cultivation systems; the organic lettuce recorded the highest dry matter content during all storage time but there was a decrease in dry matter content during storage in both cultivation systems. The sensorial team determined that score six (6) would eliminate the sample; the organic lettuce took longer to reach the minimum score compared to the conventional lettuce and proved substantially superior to the latter regarding all the attributes tested. The microbiological evaluation results showed that the processing used in sample preparation has been efficient, and that there was no difference between the samples as for the microbial contaminants tested. Nitrate content in organic iceberg lettuce leaves was statistically higher than in conventional lettuce leaves.

Key words: Lettuce, respiration, shelf life, organic harvesting, conventional harvesting.

1 INTRODUÇÃO

O emprego de agrotóxicos e de outros insumos agrícolas sintéticos ocorreu ao longo dos anos, na maior parte do planeta, com a justificativa da produção de alimentos em maior quantidade e de "melhor qualidade, aparência e proteção fitossanitária".

A permissão e o incentivo à agricultura dita "convencional" sempre estiveram reforçados pelo *marketing* das grandes produtoras de insumos.

Poucas foram as comunidades no mundo que resistiram a este apelo. Por este motivo, dispomos hoje de imensas áreas em desequilíbrio ecológico e registramos muitas doenças humanas provocadas pelo manuseio incorreto de insumos químicos ou pelo consumo de vegetais contaminados por estes.

Há aproximadamente duas décadas, os países desenvolvidos, vêm incrementando um movimento ambiental de amplo espectro que abrange desde os cuidados ligados diretamente à saúde do homem até o ambiente que o rodeia.

Juntamente com a preocupação da qualidade ambiental, tem sido crescente a busca nos supermercados e demais locais de venda, por produtos orgânicos, ou seja, cultivados de maneira ecologicamente correta.

O mercado de produtos orgânicos, em nível internacional vem apresentando incremento na faixa de 300% ao ano e muitos agricultores convencionais estão sendo convertidos em produtores orgânicos.

O movimento pela melhoria da qualidade de vida e do ambiente está ligado às mesmas pessoas que buscam o equilíbrio ecológico e que têm a necessidade

de realizar suas refeições fora de casa. Essa via de mão dupla, criou uma nova indústria de alimentos, a dos vegetais minimamente processados.

A demanda crescente por produtos obedece a mesma escala e época daquela ocorrida com os produtos orgânicos.

No mundo inteiro, com a liderança dos países desenvolvidos, os produtos perecíveis passaram a ser o setor mais lucrativo e dinâmico das lojas. Estima-se que até o final do século, esses produtos estarão respondendo por 50 a 60% do valor das vendas em auto-serviços, suplantando a dominância observada, até poucos anos, dos segmentos das mercearias de doces e salgados e das bebidas. Em decorrência disto, novos formatos de lojas estão surgindo, dando total privilégio de espaços às áreas de exposição e de vendas aos perecíveis, com notável destaque para os hortigranjeiros.

Paralelamente, inovações tecnológicas e logísticas vêm sendo buscadas pelo varejo, como forma de atender eficientemente às novas demandas dos consumidores. Há, cada vez mais interessados em produtos nutritivos, frescos, saudáveis e de preparo conveniente. Ao mesmo tempo, isso deverá propiciar maior qualidade e competitividade nos serviços de comercialização.

Por outro lado, os produtores e comerciantes hortícolas de Santa Catarina têm evoluído vagarosamente no sentido de adotarem as necessárias e desejáveis medidas voltadas à dinamização e à modernização setorial. Frente a estes descompassos, a perda de competitividade da horticultura catarinense passa a constituir-se em um grande estrangulamento nos agronegócios setoriais, principalmente se considerada no contexto da globalização econômica e do crescimento das importações no âmbito do MERCOSUL.

Entre os problemas enfrentados pelo produtor rural, a comercialização da alface minimamente processada é um dos mais importantes, principalmente, para o pequeno e médio produtor rural.

Os produtores que, por uma razão ou outra, perdem o acesso ao mercado pela via das grandes empresas agro-industriais encontram-se em dificuldades em face das poucas alternativas que lhes são oferecidas. Neste contexto, a agregação de renda aos produtos da agricultura familiar, através do processamento mínimo de hortaliças, coloca-se como uma alternativa das mais importantes para viabilização desses produtores e de seus estabelecimentos agropecuários.

É importante salientar que a comercialização da alface minimamente processada, entregue nas redes de supermercados do Estado, são feitas em consignação. Isso faz com que o produtor tenha que repor a alface processada de 3 em 3 dias nas gôndolas de venda. Essa periodicidade é devido ao escurecimento nos cortes da folha, murcha precoce, acúmulo de água na embalagem, exalação de odores estranhos e perda da textura do produto. Este material retorna à propriedade rural onde vai gerar lixo orgânico que somente poderá ser utilizado em compostagem. No entanto, a embalagem plástica não apresenta, neste nível, opções de reciclagem.

Atualmente, estão disponíveis no mercado tanto os vegetais minimamente processados convencionais como os vegetais minimamente processados orgânicos. Os produtos convencionais estão no mercado há mais tempo. No entanto, pouco é conhecido sobre a vida de prateleira de vegetais minimamente processados originados de cultivo orgânico.

A alface é uma das hortícolas de maior aceitação pelos consumidores, tanto nos mercados institucionais quanto nos domésticos.

Estudos fazem-se necessários para que os produtos sejam produzidos e processados de maneira adequada, oferecendo aos produtores e processadores as informações para a ampliação do tempo de vida de prateleira do produto.

O presente trabalho teve por objetivo estudar as diferenças no comportamento durante a vida de prateleira entre alfaces americanas cultivadas da forma convencional e orgânica minimamente processada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância sócio-econômica da alface

A alface é uma cultura hortícola de grande valor alimentar, constituindo-se como componente imprescindível das saladas. Ela é a quarta hortícola em importância na composição das saladas, ficando logo a seguir à batata, tomate e cebola em ordem de importância tanto pela área ocupada quanto pelo valor das produções (RIPADO, [199?]).

A produção de alface está localizada nos cinturões verdes das principais cidades do estado de Santa Catarina (Figura 1).

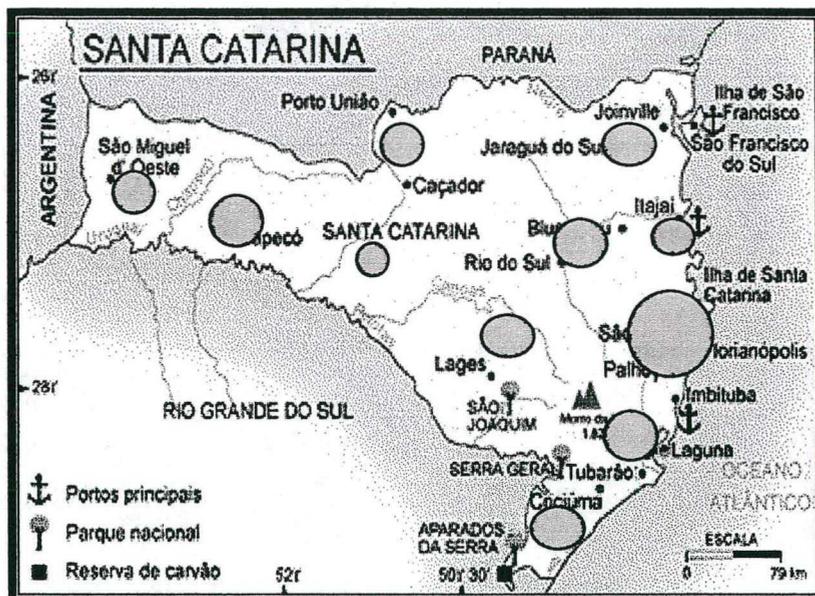


FIGURA 1 – Principais áreas (círculos em amarelo) produtoras de alface em Santa Catarina.

Fonte: EPAGRI (1999).

Levantamento realizado pela Epagri revelou que o Estado plantou em 1999 cerca de 234 hectares de alface, considerando a repetição de área. Essa

produção foi praticada em 638 pequenas propriedades rurais. Estas utilizaram em torno de 3.400 pessoas somente no setor de produção (EPAGRI, 1999).

O consumo *per capita* catarinense de alface é de 1,5 kg/ano e é considerado muito baixo pela Organização Mundial da Saúde (IBGE, 1989).

2.1.1 Origem e botânica

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma espécie da família das *Asteráceas* (LORENZ, 1992; PINK & KEANE, 1993). O nome da alface, tanto do latim como do inglês, é derivado do suco leitoso (látex) da planta (Figura 2) (NONNECKE, 1989; PHILLIPS & RIX, 1993). A palavra *Lactuca* tem o radical “lac” do latim que significa leite (NONNECKE, 1989).

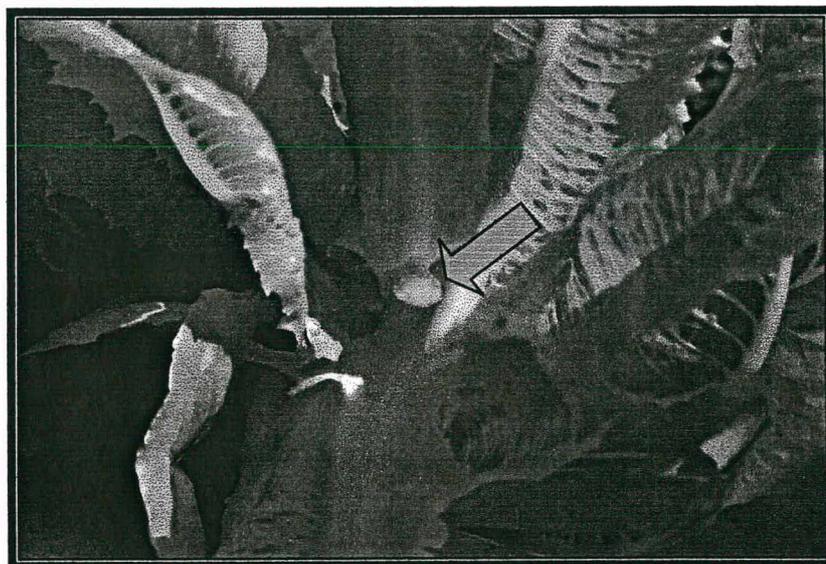


FIGURA 2 – Exudação de látex do caule da alface.

Fonte: Acervo do autor.

Há evidências arqueológicas nos túmulos egípcios de que a alface foi cultivada há 4.500 a.C., provavelmente, ela teve origem da erva *Lactuca serriola* (Figura 3) conhecida como alface selvagem (PHILLIPS & RIX, 1993). Esta espécie selvagem de alface é muito amarga. O amargor característico deste tipo

de alface está associado a produção de látex, o suco leitoso, que também é encontrado nas variedades cultivadas. O látex amargo era conhecido por ser soporífero (PHILLIPS & RIX, 1993).

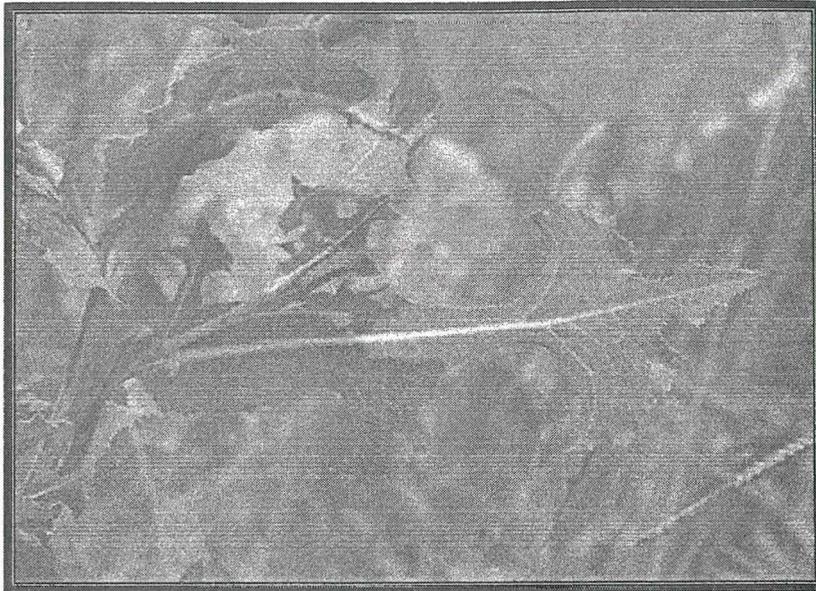


FIGURA 3 – Alface selvagem (*Lactuca serriola*).

Fonte: RHODES (2000).

A alface espinhosa foi cultivada para forragem de animais e produção de óleo no norte da África no século III (PHILLIPS & RIX, 1993).

Muitos botânicos concordam que a alface é uma planta da espécie *sativa* com origem na espécie *scariola* (Figura 4) que é encontrada no estado selvagem na Ásia, Europa e África do Norte. A *lactuca viriola* L. (Figura 5) é semelhante a *scariola*, mas tem as folhas planas e sementes escuras. Ela foi usada na geração de algumas variedades modernas de alface (LORENZ, 1992; PHILLIPS & RIX, 1993; PINK & KEANE, 1993).

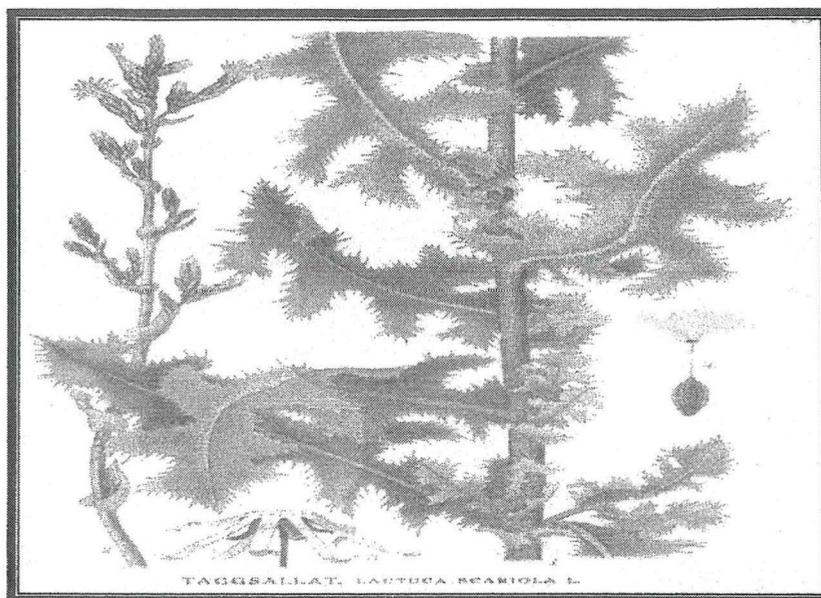


FIGURA 4 – Alface espinhosa (*Lactuca scariola* L.)
Fonte: RHODES (2000).

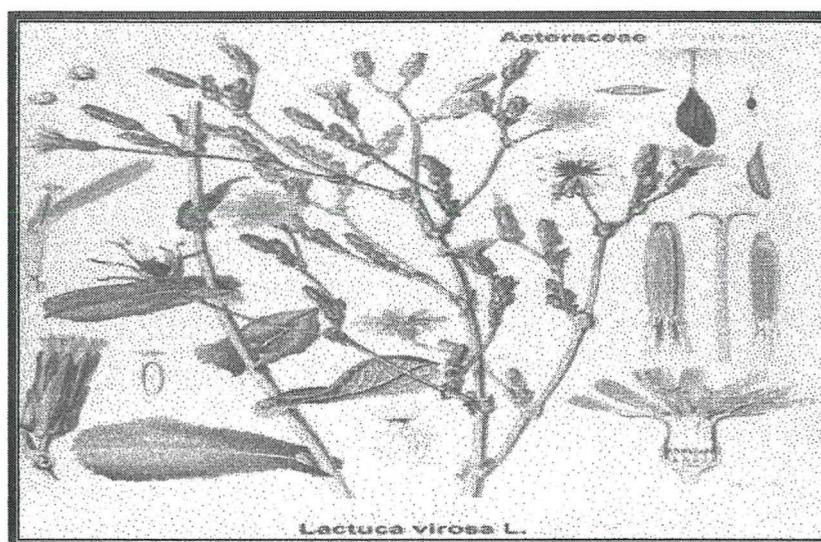


FIGURA 5 – Alface selvagem (*Lactuca virosa* L.)
Fonte: RHODES (2000).

A cultura da alface expandiu-se do Egito para todo o mediterrâneo durante a era grega e romana (PINK & KEANE, 1993). Os romanos desenvolveram vários tipos de alface de folha larga, conseguindo que estas fossem produtivas, sem espinhos, resistentes ao pendoamento precoce, com pouco látex e germinação uniforme (NONNECKE, 1989; PHILLIPS & RIX, 1993).

Os tipos de alface atualmente conhecidos, eram utilizados na Europa na idade média. Na transição da alface selvagem para a cultivada, ocorreu uma seleção para melhorar as características da cabeça, diminuição do látex, eliminação dos espinhos, aumento do tamanho da planta e a sua crocância. O colonizador europeu do novo mundo foi quem trouxe as primeiras sementes desta hortaliça (NONNECKE, 1989).

2.1.2 Classificação taxonômica

A alface é uma espécie anual que pertence à família *Asteráceas* e ao gênero *Lactuca* que inclui mais de cem espécies. A espécie é classificada como *Lactuca sativa* L., classificação correspondente à alface selvagem, a partir da qual se originaram as diversas variedades atualmente cultivadas (RIPADO, [199?])

A classificação taxionômica da alface segundo a *American Society for Horticultural Science* (2000), é a seguinte:

Divisão:.....*Espermaphyta*
Classe:.....*Asteridae*
Ordem:.....*Asterales*
Família:.....*Asteraceae*
Subfamília:.....*Lactuoidae*
Tribo:.....*Lactuceae*
Gênero:.....*Lactuca*
Espécie:.....*sativa*
Variedade:.....*capitata* L., *longifolia* Lam., e *crispa* L.

As espécies de alface *Lactuca sativa* L. var. *capitata* L. (Figura 6), *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam. (Figura 7) e a *Lactuca sativa* L. var. *crispa* L. (Figura 8) são conhecidas como alface americana ou alface repolho, alface romana e alface crespa, respectivamente (WIERSEMA, 2000).

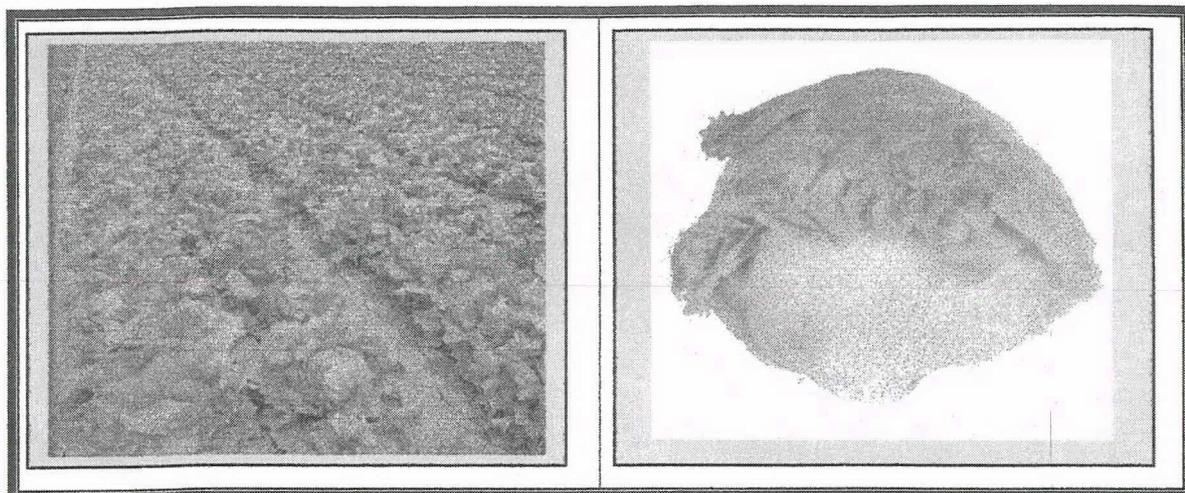


FIGURA 6 – A alface americana (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.)
Fonte: PETOSEED [199-].

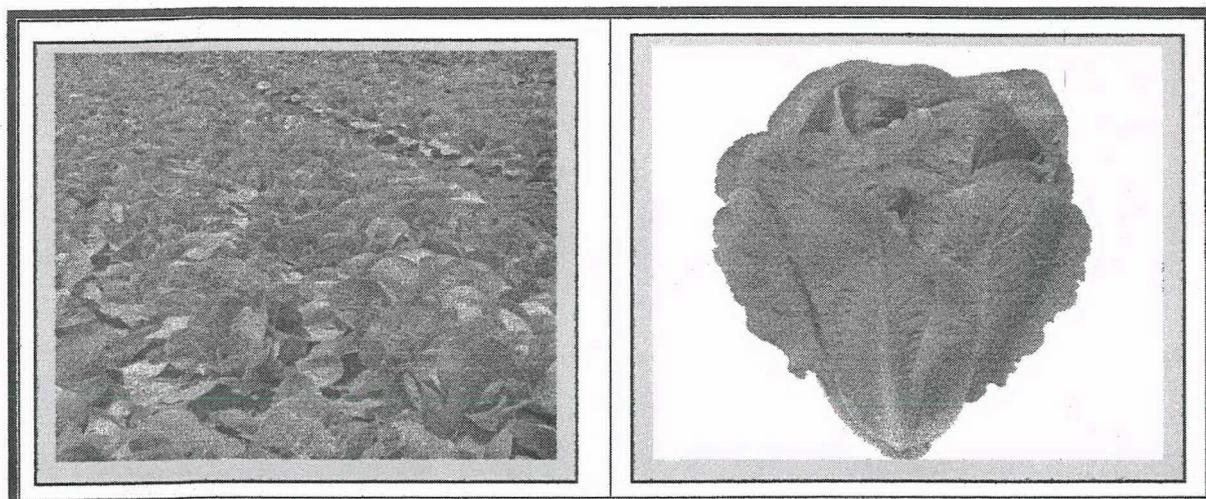


FIGURA 7 – A alface romana (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia* Lam.)
Fonte: HAZERA [199-].

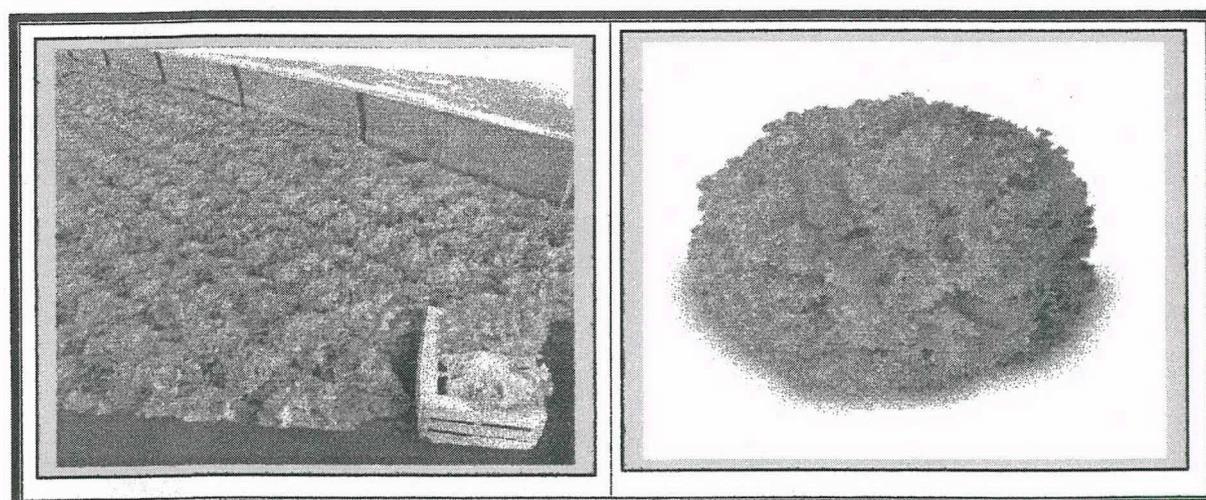


FIGURA 8 – A alface crespa (*Lactuca sativa* L. var. *crispa* L.)
Fonte: AGROFLORA (1997).

2.1.3 Alface americana

A alface americana (Figura 9) é uma hortaliça tipicamente folhosa. A planta é herbácea, apresenta um caule muito curto e não ramificado, ao qual se prendem as folhas. As raízes são do tipo pivotante, com ramificações finas e curtas, que exploram somente os primeiros 25 centímetros de solo. O ciclo vegetativo encerra quando a “cabeça” está completamente desenvolvida. Após isso, se a temperatura for suficientemente alta, e os dias longos, a planta entra rapidamente no ciclo reprodutivo, emitindo uma haste floral, que alcança cerca de um metro de altura. Esta termina em uma inflorescência ramificada, com grande número de flores perfeitas (RIPADO,[199?]).



FIGURA 9 - Alface americana

Fonte: Acervo do autor.

2.1.4 Composição química da alface

Esta hortaliça é uma das poucas consumidas exclusivamente *in natura*. Ela é indispensável na composição das saladas dos brasileiros. Embora não sendo uma das melhores fontes de vitaminas, sais minerais e outros constituintes, como

pode ser observado na Tabela 1 seu baixo teor calórico a credencia para todas as dietas (RIPADO, [199?]).

TABELA 1 – Composição química média da alface do tipo americana e lisa (*Lactuca sativa* L.) (em 100 gramas do produto verde e cru).

Componentes	Tipo americana	Tipo lisa
• Água	95,6 g	94,4 g
• Proteína	0,7 g	0,9 g
• Gorduras	0,3 g	0,6 g
• Carboidratos	1,9 g	1,2 g
• Fibras	1,3 g	1,3 g
• Valor energético	13 kcal	12 kcal
• Ácidos graxos		
➤ Saturados	Traços	0,1 g
➤ Mono insaturados	Traços	Traços
➤ Poliinsaturados	Traços	0,4 g
• Colesterol	0	0
• Sódio	2,0 mg	5,0 mg
• Potássio	160,0 mg	360,0 mg
• Cálcio	19,0 mg	53,0 mg
• Fósforo	18,0 mg	43,0 mg
• Magnésio	5,0mg	8,0 mg
• Cobre	0,01 mg	0,04 mg
• Zinco	0,1 mg	0,4 mg
• Cloro	42,0 mg	67,0 mg
• Manganês	0,3 mg	0,3 mg
• Ferro	0,4 mg	1,5 mg
• Selênio	1,0 µg	1,0 µg
• Tiamina	0,01 mg	0,15 mg
• Riboflavina	0,01 mg	0,03 mg
• Niacina	0,3 mg	0,5 mg
• Vitamina C	3,0 mg	7,0 mg
• Vitamina E	0,57 mg	0,57 mg
• Vitamina B ₆	0,03 mg	0,08 mg
• Folatos	53,0 µg	57,0 µg
• Caroteno	50,0 µg	355,0 µg

Fonte: HOLLAND (1995).

2.1.5 Nitrato em alface

Os nitratos são constituintes naturais das plantas e estão presentes nas partes comestíveis de muitas hortaliças. A aplicação de altos níveis de fertilizantes nitrogenados pode levar ao acúmulo adicional de nitrato, particularmente em hortaliças folhosas (BROWN & SMITH, 1966).

Fatores ambientais como, intensidade luminosa, fotoperíodo, cultivar, data da colheita, herbicida e temperatura, influenciam o nível de nitrato encontrado nas plantas. O nitrato não é acumulado uniformemente nos diversos tecidos e órgãos das plantas. Normalmente, dentro do tecido a localização é variada (WRIGHT & DAVISON, 1964).

As folhosas como espinafre, aipo, rúcula e alface são conhecidas como vegetais que acumulam naturalmente altos teores de nitrato em relação aos demais vegetais (KIRK & SAWYER, 1997).

O nitrato das adubações em solos com baixos teores de matéria orgânica são facilmente perdidos. O nitrato da adubação de cobertura fica na solução do solo, que pode ser lixiviado pela umidade elevada do solo, pelas irrigações freqüentes ou volatilizado (BRADY, 1979).

Em alface, a concentração de proteína e $N-NO_3^-$ aumentou com doses crescentes de nitrogênio aplicado à cultura (SPLITTSTOESSER, VANDEMARK & KHAN, 1974). Os resultados desse trabalho podem ser observados na Tabela 2.

Hortaliças folhosas são conhecidas por acumular nitrato nos tecidos. Mas a alface e o repolho aumentaram significativamente a concentração de nitrato somente quando aplicados altos níveis de nitrogênio (BROWN & SMITH, 1966; CANTLIFFE, 1972). Isso também pode ser constatado para alface através da

Tabela 2, onde o nitrato foi significativamente superior nas duas doses mais altas de nitrogênio aplicadas à cultura.

TABELA 2- Efeito do fertilizante nitrogenado sobre a proteína total, peso fresco e concentração de nitrato em alface lisa¹.

Cultura	N aplicado (kg/ha)	Total de proteína (kg/ha)	Peso fresco (kg/ha)	N-NO ₃ (µg/g de peso fresco)
Alface (folhas)	22	128,1a	2530 a	180 a
	45	130,0 a	2630 a	250 a
	112	143,8 b	3140 b	460 b
	448	180,6 c	3750 c	540 b

¹ Média separada nas colunas pelo teste de Duncan ao nível de 5%.
Fonte: SPLITTSTOESSER, VANDEMARK & KHAN (1974).

Dentre as substâncias que podem constituir risco para a saúde humana, incluem-se os compostos de nitrogênio nos seus estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitritos e nitratos (ALBURDA & NISHIHARA, 1998).

As nitrosaminas e nitrosamidas podem surgir como produtos de reação entre o nitrito ingerido ou formado pela redução bacteriana do nitrato, com as aminas secundárias ou terciárias e amidas presentes nos alimentos. O pH ótimo para a reação de nitrosaminação é entre 2,5 e 3,5 faixa semelhante à encontrada no estômago humano após a ingestão de alimentos. Tanto as nitrosaminas como as nitrosamidas estão relacionadas com o aparecimento de tumores em animais de laboratório (BOUCHARD, WILLIAN & SURAMPALLI, 1992).

Os valores dos limites máximos de derivados de nitrogênio permissíveis nos padrões de potabilidade da legislação estadual paulista e a legislação federal são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – Valores máximos permissíveis na legislação para teores de nitrogênio em águas destinadas para o consumo humano.

Derivado do nitrogênio	Legislação Paulista ^a	Legislação Federal ^b
Nitrogênio amoniacal (mg N-NO ₃ /L)	0,05	-
Nitrogênio albuminóide (mg N-NO ₃ /L)	0,08	-
Nitrito (mg N-NO ₃ /L)	0,02	-
Nitrato (mg N-NO ₃ /L)	6,0	10,0

^a Decreto 12.486 de 20/10/1978.

^b Portaria 36/GM de 19/01/1990.

Fonte: ALABURDA & NISHIHARA (1998).

2.2 Cultivo orgânico e convencional de hortícolas

A agricultura orgânica emerge como alternativa para o equilíbrio dos exageros da agricultura tradicional. Desde a década de 60, começou-se a questionar de maneira mais forte o pacote tecnológico moderno, a revolução verde, as conseqüências do uso de químicos agressivos ao meio ambiente (HARKALY, 1998).

Dentro das comunidades mais esclarecidas, vem crescendo uma forte conscientização de que a natureza não é infinita em sua capacidade de absorver os resultados de todas as atividades humanas, no ritmo em que estas vêm ocorrendo, sem que sejam alteradas as condições ambientais globais. Durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92, dirigentes e cientistas reconheceram que a Ciência e a Tecnologia não mais poderiam garantir a qualidade do meio ambiente, a não ser que houvesse, além de uma redução da taxa de crescimento da população, uma alteração no padrão das atividades humanas no planeta. Desde então tem crescido a demanda por produtos de baixo impacto ambiental. No caso do setor agrícola, as pressões ocorrem no sentido de aumentar a produção de alimentos e matérias-primas

dentro de um enfoque de preservação ambiental. Isto requer ao mesmo tempo sistemas agrícolas produtivos e sustentáveis, o que significa não apenas uma troca do paradigma químico da agricultura para um paradigma biológico/ecológico (NEVES, 1999).

A agricultura convencional modifica todos os níveis de equilíbrios ecológicos provocando a decadência dos solos, a diminuição da água potável e provoca o aparecimento de pragas e doenças nas culturas. Ela polui os cursos de água, o mar e o solo. No entanto, o solo é a base de toda a vida e as plantas são os únicos seres que conseguem transformar energia luminosa em energia química, que em forma fossilizada, atualmente, é o sustento de nossa civilização. Nesse sentido a agricultura convencional não foi introduzida para nutrir melhor os povos, mas para abrir a agricultura como mercado para a indústria. Como as variedades novas, geralmente híbridas ou transgênicas, somente foram criadas para resistir a elevadas dosagens de NPK e herbicidas de alta toxicidade, não são sustentáveis porque não se adaptam mais aos solos e climas como antigamente (PRIMAVESI, 1999).

A agricultura orgânica é definida como a produção de alimentos de origem vegetal e animal sem a utilização de agrotóxicos e adubos químicos sintéticos ou outros agentes contaminantes, através de um conjunto de sistemas de produção com enfoque holístico, que buscam a maximização dos benefícios sociais, a auto-sustentação, a redução/eliminação da dependência de insumos e energia não renovável e a preservação do meio ambiente através da otimização do uso de recursos naturais e sócio-econômicos disponíveis (HAMERSCHMIDT, 1998).

No Brasil, cerca de 2.000 produtores dedicam-se especialmente a Agricultura Orgânica. O Estado de São Paulo é o pioneiro nesta área, tendo a

Associação de Agricultura Orgânica (AAO) dado grande incentivo e atendendo diversos produtores na orientação técnica e credenciamento de propriedades orgânicas. O Instituto Biodinâmico, instalado em Botucatu, é responsável pela certificação de propriedades Orgânicas/Biodinâmicas no Brasil. A Estância Demétria, também de Botucatu - SP é uma propriedade dedicada à exploração orgânica na área de Horticultura (HAMERSCHMIDT, 1998).

A produção de hortaliças orgânicas é atualmente a atividade mais praticada em nível de Brasil. Por serem produtos consumidos em sua maior parte "in natura", necessita que sejam puros e saudáveis, sendo esta uma exigência crescente da sociedade (HAMERSCHMIDT, 1998).

Os produtores dedicados ao cultivo de hortaliças orgânicas, geralmente são pequenos agricultores, e procuram nesta atividade uma fonte de renda, bem como, buscam a diversificação das atividades da propriedade. Por outro lado, tem-se observado que as camadas sociais de maior poder aquisitivo são as que tem procurado, em maior escala, os vegetais minimamente processados de produtores orgânicos. No entanto, estes produtos deverão ser popularizados. Por isso, os preços a serem praticados devem ser competitivos, igualando-se aos das hortaliças convencionais (HAMERSCHMIDT, 1998).

2.3 Vegetais minimamente processados

O processamento mínimo de hortaliças refere-se às operações que eliminam as partes não comestíveis tais como cascas, talos e sementes. O corte em tamanhos menores das hortaliças, tornando-as prontas para consumo imediato, sem que a mesma venha perder a condição de produto fresco ou *in natura* também caracteriza esse processo (EMATER-DF, 1997).

Todas as hortaliças minimamente processadas são perecíveis e demonstram rápida perda da qualidade pós-colheita, mesmo em temperaturas baixas durante a estocagem. Os vegetais minimamente processados são mais perecíveis do que os similares frescos. Isso ocorre devido aos danos causados aos tecidos das hortaliças resultantes das operações do processamento. Este produto, também denominado pré-cortado, pré-preparado, preparado cortado, de conveniência e fresco cortado, é um produto com valor agregado superior ao “*in natura*” não manipulado (SCHLIMME & ROONEY, 1994).

Em relação a definição dos produtos minimamente processados, também chamados de 4ª geração mostrados na Figura 10, há divergências. Uma definição é aquela na qual um produto passa por todas as operações (lavagem, classificação, descascamento, corte, etc) que podem ocorrer antes do branqueamento em uma linha de processamento convencional, considerando todos os produtos como tecidos vivos (WILEY, 1997).

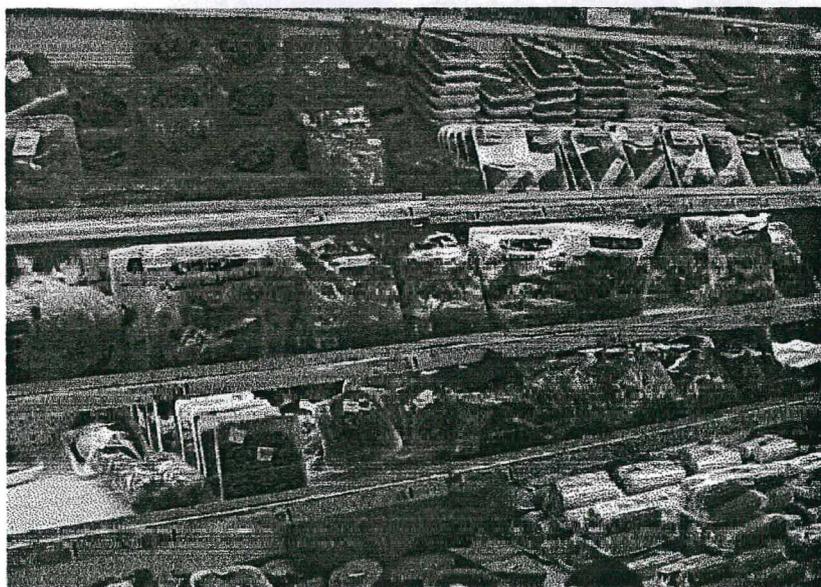


FIGURA 10 – Vegetais minimamente processados expostos em gôndola de supermercado.

Fonte: Acervo do autor.

Por outro lado, GIMENO *et al.*(1995) definem-os como sendo vegetais frescos, acondicionados, prontos para serem consumidos e conservados em cadeia de frio entre 2 e 4 °C, com uma vida útil ao redor de 7 dias.

Os produtos pré-elaborados são os que vêm crescendo largamente no mercado. Estes são divididos em cinco gerações, de acordo com os critérios tecnológicos (modo de conservação, acondicionamento, grau de elaboração do produto) ou com os critérios econômicos e comerciais (LAGRANGE, 1995).

Os produtos denominados de 1ª geração são compostos por mercadorias frescas, no estado bruto, vendidos *in natura*, sem nenhum tratamento e visa as redes comerciais. Estes produtos são de duração limitada, devendo ser utilizados rapidamente, mas eventualmente estão sob refrigeração para preservar suas qualidades comerciais (CPRC, 1989 e PROENÇA, 1997).

Na maior parte do tempo são conservadas em refrigeração entre 1 e 6 °C (LAGRANGE, 1995).

Os produtos de 2ª geração compreende as "conservas", ou seja, os produtos apertizados (CPRC, 1989, LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997).

Para a conservação desta geração utiliza-se a técnica desenvolvida por Nicholas Appert, que consiste na esterilização a uma temperatura igual ou superior a 100 °C, chamada de apertização (CPRC, 1989). Compreende produtos de origem animal e vegetal, os quais são conservados e segurados por um acondicionamento com gás, líquido ou microorganismo e um tratamento que inibe ou destrói totalmente ou em parte, as enzimas ou microorganismos e suas toxinas (CPRC, 1989 e PROENÇA, 1997). Estes podem ser acondicionados por vários meses ou anos em embalagens hermeticamente fechadas sem a preocupação com as temperaturas de armazenamento (PROENÇA, 1997).

Os produtos de 3ª geração utilizam cadeia negativa (temperatura inferior a 0 °C) como procedimento de conservação (supercongelamento). Os produtos podem ser tanto de origem animal como vegetal (CPRC, 1989 e PROENÇA, 1997).

O supercongelamento é um congelamento ultra-rápido que garante um abaixamento da temperatura suficiente para permitir a obtenção de uma temperatura igual ou inferior a 18 °C negativos (CPRC, 1989, LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997). Estes produtos devem ser armazenados, transportados e distribuídos a esta mesma temperatura (CPRC, 1989 e LAGRANGE, 1995). Desta maneira, a conservação de seus produtos pode ser assegurada por vários meses (CPRC, 1989).

Os produtos de 4ª geração também denominados minimamente processados estão representados por vegetais crus, submetidos a tratamentos de descascamento, higienização e corte. São produtos prontos para consumo e devem ser conservados em embalagens na presença de ar ou de atmosfera modificada ou de uma atmosfera rarefeita (CPRC, 1985, CPRC, 1989, LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997). A refrigeração com uma temperatura entre 4 e 5 °C é indispensável (CPRC, 1989 e LAGRANGE, 1995). Nessas condições, a duração é de 4 a 10 dias dependendo do produto.

A 5ª geração desses produtos compreende os produtos cozidos *sous vide* (LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997). Utiliza-se um tratamento térmico para assegurar uma conservação de 21 dias (pasteurização) a meses (esterilização). Estes produtos se distinguem dos apertizados pela permeabilidade aos gases das embalagens nas quais são acondicionados (LAGRANGE, 1995).

2.3.1 Evolução dos vegetais minimamente processados

Os vegetais minimamente processados surgiram nos Estados Unidos há cerca de trinta anos. Houve uma necessidade do consumidor em adquirir alimentos fáceis e rápidos de preparar, porém com características próximas ao produto natural. A partir desse momento, processos que não prejudiquem a qualidade, estendam a vida de prateleira e possibilitem produtos mais frescos estão se tornando comuns (EMATER-DF, 1997).

A utilização de hortaliças minimamente processadas no Brasil é recente. No entanto, há um grande potencial de crescimento devido à economia de tempo e trabalho que proporciona ao nível doméstico e em redes de alimentação rápida e restaurantes (REVISTA SUPERHIPER, 1995).

Pesquisas realizadas pela REVISTA SUPERHIPER (1995), mostram que as atuais características da população brasileira, estão vinculadas ao número de mulheres que vêm ingressando no mercado de trabalho. Estima-se que, na próxima década, metade das mulheres brasileiras estarão trabalhando fora do lar (Tabela 4). Com isso, as mulheres estão casando-se mais tarde, constituindo famílias menores, e possuindo expectativa de vida maior (Tabela 5). Também estão respondendo, praticamente, por 70% das decisões de compra.

Desse modo, a crescente participação feminina no mercado de trabalho e a maior distância entre o local de trabalho e a moradia têm contribuído para o aumento da utilização de refeições rápidas fora de casa (PROENÇA, 1997).

Estas características fizeram aumentar o número de refeições fora do domicílio (Tabela 6). Por outro lado, diminuiu o tempo gasto na cozinha (Tabela 5), com uso de eletrodomésticos mais sofisticados e nas compras. Essas refeições embora feitas fora dos domicílios com maior frequência, incrementou a

procura por produtos resfriados, congelados e pratos pré-preparados ou prontos, e de fácil preparo (REVISTA SUPERHIPER, 1995).

TABELA 4 – Evolução das mulheres economicamente ativas no Brasil.

Ano	%
1950	13,5
1960	16,5
1970	18,5
1980	26,6
1990	39,1

Fonte: IBGE (1996).

TABELA 5 – Esperança média de vida de homens e mulheres ao nascer no Brasil

Ano	Média de homens e mulheres (em anos).
1940	41,5
1970	53,5
1980	61,8
1990	67,7
2000	68,4

Fonte: IBGE (2000).

TABELA 6 - Freqüência de refeições feitas fora de casa no Brasil pela população urbana

Comportamento da população quanto ao local das refeições	Porcentagem da população urbana
Fora de casa durante a semana	34
Fora de casa no final de semana	37

Fonte: REVISTA SUPERHIPER (1995).

TABELA 7 - Tempo gasto para preparar o jantar.

ANO	MINUTOS
1934	150
1954	60
1974	30
1994	15

Fonte: REVISTA SUPERHIPER (1995).

2.3.2 Perspectivas dos consumidores de alimentos

As pesquisas da REVISTA SUPERHIPER (1995) mostraram que o consumidor tornou-se mais exigente. Essa situação ocorreu devido a :

- maior cobrança em função do Código de Defesa do Consumidor – instrumento legal de defesa – que lhe permite exigir, reivindicar e reclamar;
- conjuntura econômica, cuja estabilização dos preços tornou mais transparente a relação custo-benefício dos diversos produtos, favorecendo o acesso ao consumo de produtos antes consumidos em função da restrição de renda, além do aumento da busca por produtos com maior valor agregado;
- melhoria no nível de informação e de educação.

Como consequência, em função do novo perfil da população, o mercado tende:

- a) diferenciar-se através de serviços desenhados sob medida para o público, com maior diversificação de produtos, novas formas de apresentação e preparo, inclusive atendendo às várias faixas etárias;
- b) oferecer produtos mais práticos (pratos prontos, embalagem a vácuo, embalagens menores, sanduíches naturais, saladas prontas) com

- tempo de preparo menor e, no caso dos alimentos, com maior valor agregado;
- c) oferecer produtos naturais, minimamente processados e com baixa caloria e baixo teor de colesterol e sódio;
 - d) oferecer maior quantidade de produtos resfriados ou congelados, tendo em vista que não há a preocupação de estoque semanal ou mensal;
 - e) oferecer produtos de qualidade, devido há concorrência com os importados;
 - f) diversificar a oferta de produtos frescos;
 - g) oferecer maior quantidade serviços a domicílio;
 - h) aumentar a flexibilidade do horário de atendimento no varejo.

Nos países da América Latina, dependendo da época do ano, pode-se encontrar entre 50 e 90 opções distintas de produtos pré-elaborados, observando-se uma crescente segmentação. Este fenômeno está sendo impulsionado pela tendência na rapidez e simplificação na elaboração das refeições pelos consumidores. A presença de frutas e hortaliças lavadas nos supermercados é uma realidade. Nos Estados Unidos, este segmento representa 10% do total de frutas e hortaliças comercializadas (GORNLY, 1997).

No Brasil, a partir de 1986 a evolução do mercado de alface minimamente processada vem crescendo (Figura 11), tanto no mercado institucional como no doméstico (McDONALD'S, 1999).

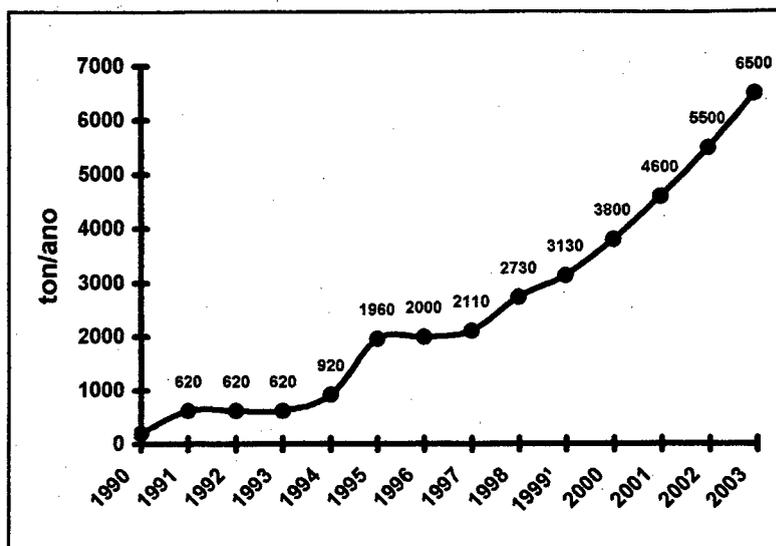


FIGURA 11 - Consumo de alface minimamente processada consumida no Brasil.

¹ Estimativas a partir de 1999.

Fonte: McDonald's (1999).

O hábito alimentar da população, em geral, vem sendo modificado, o que faz com que o mercado de alimentos atue de modo a melhorar os produtos que serão encaminhados para este público (LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997). Os fatores que influenciam o comportamento do consumidor, na hora da compra, são inúmeros e se baseiam na segurança, saúde, sabor, comodidade de utilização, imaginação, marca e conotação cultural (LAGRANGE, 1995 e PROENÇA, 1997).

Atualmente, o consumidor é o principal foco do negócio agro-alimentar. Por isso, acompanhar as mudanças de comportamento da população é de fundamental importância. Dessa maneira, passa-se a atender ao mercado conforme suas necessidades (REVISTA SUPERHIPER, 1995).

2.4 Vida de prateleira de vegetais

Vida-de-prateleira é o período de tempo decorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício. Durante esse período o produto se caracteriza pelo nível satisfatório de qualidade (CABRAL & FERNANDES, 1980).

A vida útil varia com o tipo de alimento, temperatura de estocagem e embalagem utilizada. Devem ser observados alguns danos que interferem no tempo de armazenagem dos alimentos, como: contaminação microbiana, contaminação por insetos e roedores, oxidação, hidrólise e reversão em gorduras, oxidação de pigmentos, reações de escurecimento não-enzimático, alterações devido o ganho de umidade, atividade enzimática, perda de valor nutritivo, interações com os recipientes e perda da qualidade estética (CABRAL & FERNANDES, 1980).

2.4.1 Fatores bioquímicos envolvidos na vida de prateleira de vegetais

Os fatores bioquímicos correspondem a um amplo percentual de contribuição na estabilidade de hortaliças pós-colheita. Os vegetais respondem de formas diferenciadas às condições de cultivo, colheita, transporte, elaboração e estocagem (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

As situações que produzem ruptura nos tecidos promovem ativação metabólica, produzindo como principais manifestações fisiológicas, um aumento na velocidade da respiração e em alguns casos, produção de etileno. As respostas dos tecidos dependem da magnitude do estresse a que foram submetidos, assim como, as tensões que produzem danos nos tecidos favorecem também a susceptibilidade dos tecidos vegetais ao etileno (WILEY, 1997).

Mudanças na textura ocorrem, normalmente, durante crescimento e desenvolvimento e envolvem mudanças na estrutura da parede celular ou através de desordens fisiológicas. Essas alterações ocorrem devido a mudanças químicas dos componentes da parede celular primária, como celulose, pectina e hemicelulose (SAMS, 1999).

Enzimas e substratos estão localizados em diferentes compartimentos celulares e seus transportes entre compartimentos são ativamente controlados. Quando ocorrem lesões nos tecidos, pelo processamento, ocorre destruição das células superficiais e alteração dos tecidos subjacentes. As reações enzimáticas produzem alterações sensoriais, como "off-flavor" (aromas estranhos), descoloração e perda de firmeza (WILEY, 1997).

O "off-flavor" é causado principalmente pela peroxidação. A peroxidação enzimática dos ácidos graxos insaturados é o mais grave processo bioquímico modificador do aroma das hortaliças minimamente processadas. A peroxidação é catalisada por enzimas oxidantes de lipídios com a formação de aldeídos e cetonas (WILEY, 1997 e GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

O sabor é influenciado pela quantidade de carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos, lipídios e fenóis. Os sabores e odores desagradáveis são iniciados com a respiração anaeróbia (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

A principal descoloração que ocorre, em tecidos lesionados, é o escurecimento enzimático e não enzimático, que ainda não estão totalmente elucidados (WILEY, 1997). Essas reações ocorrem em contato com o oxigênio, que promove o desenvolvimento de tonalidades rosáceas, pardas ou negras. A velocidade dessas reações depende de diversos fatores, tais como: espécie, momento da colheita e temperatura (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

A perda da cor verde em vegetais processados e armazenados é devido a degradação da clorofila (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995). A conversão de clorofila em feofitina é uma reação de descoloração originada da acidificação do citoplasma celular, ou pela destruição provocada pela clorofilase, ativada pelo aumento de etileno (WILEY, 1997).

Os carotenóides, importantes do ponto de vista nutricional e sensorial, são degradados pela ação do etileno, que acelera sua biossíntese nesse momento e pela ação do oxigênio, que reduz suas concentrações (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

A perda de firmeza das hortaliças é devido aos danos ocasionados no corte das células, que liberam enzimas proteolíticas e pectinolíticas que podem difundir no interior dos tecidos. O etileno pode aumentar a permeabilidade das membranas e reduzir a biossíntese de fosfolípidios, o que pode interferir na integridade da membrana e da conseqüente estrutura celular (WILEY, 1997, GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995). A decomposição das moléculas poliméricas como protopectinas, celulosas, hemicelulosas e amido, amacia as paredes celulares, pois diminui a força coesiva que mantém as células unidas (CHITARRA & CHITARRA, 1990)).

A textura dos vegetais é dada pela rigidez do tecido, sem que implique em dureza. O endurecimento que sofrem os tecidos está ligado ao metabolismo dos fenóis e à lignificação (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

Alterações dos alimentos podem ser causadas pelo crescimento microbiano e se caracterizam pelo aspecto desagradável na cor, textura, odor e sabor. A incidência dos microrganismos nos vegetais reflete a qualidade sanitária de cada etapa do processamento e as condições microbiológicas do produto cru

no momento do processo (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995). A microflora responsável pela alteração dos vegetais minimamente processados inclui um grande número de espécies bacterianas e fúngicas. Entre as Gram-negativas há um predomínio de pseudomonáceas e de enterobacteriáceas e entre as bactérias Gram-positivas, as bactérias ácido lácticas e também leveduras (WILEY, 1997).

2.4.2 O processamento de vegetais minimamente processados

O procedimento para o processo das hortaliças minimamente processadas, segue o fluxograma ilustrado na Figura 12.

ÁREA SUJA	COLHEITA ↓ PRÉ-RESFRIAMENTO ↓ SELEÇÃO E CLASSIFICAÇÃO ↓ LAVAGEM ↓	Temperatura ambiente. Temperatura da água entre 1 a 4 °C.
ÁREA LIMPA	DESFOLHA/CORTE ↓ HIGIENIZAÇÃO ↓ CENTRIFUGAÇÃO ↓ EMBALAGEM/PESAGEM ↓ ESTOCAGEM ↓ EXPEDIÇÃO	Temperatura ambiente entre 11 e 15 °C. Temperatura da água entre 1 a 4 °C.

FIGURA 12 - Fluxograma do processamento de hortaliças minimamente processadas.

Fonte: WILEY (1997).

Os vegetais que chegam no armazém são selecionados e higienizados manualmente em água potável entre 1 e 4 °C e permanecem na zona de

recepção no máximo por 10 minutos. Quando não processados imediatamente são conduzidos a ambiente refrigerado a temperatura de 12 °C.

A parte útil do vegetal é transportada da zona de recepção para a zona de processamento. Nesse local, são cortados em rodela, cubos, tiras ou ralados, com a utilização de diferentes máquinas, ou são mantidos inteiros.

Após esse processamento, são conduzidos para lavagem em água refrigerada até 4 °C por 3 a 5 minutos, em um sistema de turbilhamento com adição de hipoclorito de sódio (50 a 100 ppm de cloro ativo). São então enxaguados com duchas de água fria a 2 °C, até reduzir o cloro ativo para 1ppm. O excesso de água é removido por centrifugação. O produto centrifugado passa, então, pelos equipamentos de pesagem e embalagem. Até o período de distribuição o produto fica armazenado sob temperatura de 2 a 4 °C, que deverá ser mantido durante o transporte nesta temperatura (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

2.4.3 Aspectos sensoriais

A indústria de alimentos está constantemente desenvolvendo novos produtos para o consumo em massa. Entretanto, o êxito, depende da forma com que se apresentam e de como são recebidos pelos consumidores (TEIXEIRA, 1999).

Por definição, a análise sensorial envolve a medida e a avaliação das propriedades sensoriais dos alimentos e materiais. Segundo o IFT (Institute of Food Technologists), análise sensorial é a disciplina utilizada para definir, medir, analisar e interpretar reações produzidas pelas características dos materiais e

percebidas pelos órgãos da visão, olfato, paladar, tato e audição (PEREIRA & AMARAL, 1997).

A análise sensorial é uma ciência multidisciplinar na qual julgadores humanos usam os sentidos da visão, olfação, audição, gustação e tato para medir as características sensoriais e a aceitabilidade dos produtos alimentícios e de outros materiais. Não existe nenhum outro instrumento que possa reproduzir ou representar a resposta humana. Portanto, a evolução sensorial resulta num fator importante para qualquer estudo sobre alimentos (WATTS *et al.*, 1992).

A análise sensorial desenvolveu-se nos Estados Unidos da América devido a necessidade de se obter produtos de alta qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados americanos durante a 2ª Guerra Mundial. No Brasil, iniciou-se em 1954 nos laboratórios do Instituto Agrônomo de Campinas, devido à necessidade de classificar a qualidade do café brasileiro (TEIXEIRA, 1999).

A avaliação sensorial proporciona informação integral sobre a qualidade dos alimentos. Quando um consumidor seleciona um alimento, está de alguma forma, julgando se as características do produto satisfazem suas expectativas e se estas correspondem às suas exigências (TEIXEIRA, 1987).

Os métodos descritivos relatam sensorialmente o produto. Isto significa definir os atributos importantes de um alimento (sabor, textura, odor, etc.) e medir a intensidade de tais atributos. Estas análises utilizam equipes com no mínimo oito julgadores treinados. Neste grupo encontra-se as análises de Perfil de Sabor, Perfil de Textura, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Perfil Livre (PEREIRA & AMARAL, 1997).

A aceitação de um produto pelo consumidor se baseia em critérios importantes de seleção como, estágio vegetativo, frescura, crocância, aroma e

aparência. Em segundo lugar vem o valor nutricional e o preço (BALLESTEROS, 1995).

A qualidade da alface processada deve ser avaliada quanto a aparência, intensidade da cor, aspectos morfológicos e não pode exalar odores estranhos. Como são componentes diferentes para a qualidade visual total, eles pretendem ser informativos para estabelecer a importância relativa de cada defeito (LÓPEZ-GÁLVEZ, SALTVEIT & CANTWELL, 1996).

Quanto a alface, a análise sensorial poderá predizer o tempo de conservação, definindo uma margem que representará a vida-de-prateleira desse produto (BALLESTEROS, 1995).

2.5 Atmosfera modificada para conservação de produtos vegetais

A conservação de produtos hortícolas em condições de atmosfera modificada (AM) pode ser definida como armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera do ar normal. Na atmosfera normal, o oxigênio (O_2) está presente na concentração de 21%, enquanto que o dióxido de carbono (CO_2) apresenta-se com concentrações em torno de 0,03%. No armazenamento em atmosfera modificada há redução da concentração de O_2 e aumento do CO_2 . Os limites mínimos para a concentração final de O_2 e máximos para a de CO_2 são determinados pela fisiologia do produto em condições de anaerobiose parcial e sob injúria de CO_2 que podem desenvolver durante o armazenamento (LANA, 2000).

Nas condições de atmosfera modificada, os níveis dos gases presentes no ar não sofrem controle completo. A presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno da hortaliça resulta em redução do nível de O_2 , aumento do

nível de CO₂, alteração das concentrações de etileno e vapor de água e alterações de outros compostos voláteis. A magnitude dessas alterações é dependente da natureza e espessura da barreira, taxa respiratória do produto, relação entre a massa do produto e área superficial da barreira, temperatura e umidade. Como a composição final da atmosfera não é controlada, mas sim resultante da interação de barreira, produto e ambiente, o termo AM é utilizado para diferenciar essa técnica da atmosfera controlada (AC) convencional (SMITH, GEESON & STOW, 1987 e CHRISTIE *et al.*, 1995).

Dependendo do mecanismo pelo qual se estabelece a atmosfera no interior da embalagem, o armazenamento pode ocorrer em atmosfera passiva ou ativa.

A atmosfera modificada passiva se estabelece como resultado do consumo de O₂ e produção de CO₂ pela respiração. Isso ocorre quando o produto é colocado dentro de uma embalagem selada, permeável a gases (ZAGORY & KADER, 1988). Nesse processo, não há controle estrito sobre a atmosfera interna obtida. Para se atingir e manter a composição da atmosfera nos limites desejados, a permeabilidade do filme deve permitir a entrada de O₂ a uma taxa compensada pela respiração do produto. Do mesmo modo, a saída de CO₂ deve permitir um equilíbrio com a quantidade de CO₂ produzida pela respiração, havendo elevação inicial seguida por manutenção dos níveis de CO₂. Além disso, essa atmosfera deve ser estabelecida rapidamente, sem perigo de anoxia ou níveis tóxicos de CO₂. Entretanto, se a permeabilidade for demasiadamente alta, a atmosfera no interior da embalagem pode ficar rica em O₂ (acima de 8%) e pobre em CO₂ (menor que 1% a 2%). Isso pode causar pequeno efeito na redução da respiração e na durabilidade do produto (SCHLIMME & ROONEY, 1994).

Na atmosfera modificada ativa, após colocar o produto na embalagem, é criado vácuo parcial seguido pela injeção da mistura gasosa desejada dentro da embalagem. A mistura de gases pode conter níveis adequados de CO₂, O₂ ou nitrogênio para se produzir o efeito desejável dentro da embalagem. A atmosfera modificada ativa também inclui a utilização de adsorvedores ou absorvedores de CO₂, O₂, etileno e vapor de água na embalagem (ZAGORY & KADER, 1988).

2.5.1 Tolerância das hortícolas a níveis baixos de O₂ e elevados de CO₂

Os limites de tolerância a teores elevados de CO₂ e baixos de O₂ variam grandemente entre as espécies e também entre variedades de um mesmo produto hortícola (HERNER, 1987 e LARSEN & WATKINS, 1995). Essas variações são devidas a diferenças nos tecidos dos tegumentos (presença de estômatos, lenticelas, ceras e outros); volume e distribuição de espaços intercelulares e taxa respiratória (HERNER, 1987 e WEICHMANN, 1987).

As concentrações mínimas de O₂ e máximas de CO₂ na atmosfera para o armazenamento de vários produtos hortícolas são mostradas nas Tabelas 8 e 9 (KADER & KE, 1994). Nesse sentido a maioria dos produtos tolera limites máximos próximos a 5% de CO₂ na atmosfera (LARSEN & WATKINS, 1995).

Entretanto, algumas espécies como morango, cereja, figo, melão-cantaloupe, milho-doce, cogumelo e espinafre podem ser armazenados em atmosferas contendo 15% de CO₂ sem o aparecimento de sintomas de injúria causados pelo excesso de CO₂. Por outro lado, maçã, pêra, uva, tomate, alface, alcachofra e batata-doce são produtos sensíveis a altas concentrações de CO₂, sendo portanto, armazenados em concentração de CO₂ inferiores a 2%.

A exposição de hortaliça a atmosfera com níveis de CO₂ superiores ao seu limite de tolerância, para uma dada combinação de tempo-temperatura, podem causar injúrias ao tecido que se manifestam como amadurecimento irregular, aumento da biossíntese de etileno, aceleração da deterioração e agravamento de outras desordens fisiológicas (KADER, 1986 e ZAGORY & KADER, 1988).

A tolerância das hortaliças a baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂ tem sido, na maior parte dos casos, determinada em ensaios de longa duração com produtos inteiros. É de se esperar que esses valores sejam diferentes para hortaliças minimamente processadas, visto que esses produtos apresentam taxa metabólica acelerada, estimulada pela injúria mecânica do corte e por propriedades de difusão distintas quando comparados com órgãos inteiros. Conseqüentemente, a tolerância a condições de AM deve ser diferente para esses produtos (BRECHT, 1995).

TABELA 8 - Classificação dos produtos hortícolas quanto à tolerância a baixa concentração de O₂.

Mínimo de O ₂ tolerado (%)	Produto
0,5	Nozes e frutos secos.
1,0	Alguns cultivares de maçã e pêra, brócolis e cebola.
2,0	Maioria dos cultivares de maçã e pêra, kiwi, nectarina, pêssego, ameixa, morango, abacaxi, milho-doce, feijão-de-vagem, alface, repolho, couve-flor.
3,0	Abacate, tomate, pimentão, pepino e alcachofra.
5,0	Frutos cítricos, ervilha, aspargo, batata-doce e batata.

Fonte: Adaptada de KADER & KE (1994).

TABELA 9 – Classificação dos produtos hortícolas quanto à tolerância a alta concentração de CO₂.

Máximo de CO ₂ tolerado (%)	Produto
2	Maçã, pêra, uva, tomate, pimentão, alface, alcachofra e batata-doce.
5	Maioria dos cultivares de maçã, pêsego, nectarina, ameixa, laranja, abacate, banana, manga, mamão, kiwi, ervilha, berinjela, couve-flor, repolho e cenoura.
10	Pomelo, limão, lima, abacaxi pepino quiabo, aspargo, brócolis, salsa, aipo, cebola-de-folha, cebola e batata.
15	Morango, cereja, figo, melão-cantaloupe, milho-doce, cogumelo e espinafre.

Fonte: Adaptada de KADER & KE (1994).

2.5.2 Efeito da alteração da atmosfera sobre o metabolismo de hortaliças

O aumento dos níveis de CO₂ e a redução dos níveis de O₂ pode retardar o amadurecimento dos frutos, reduzir a taxa de respiração e de produção de etileno e desacelerar várias reações metabólicas ligadas ao amadurecimento, como amaciamento dos frutos (ZAGORY & KADER, 1988). Em geral, os efeitos sobre a respiração são considerados como o fator determinante para o prolongamento da vida útil de frutas e hortaliças sob AM. Entretanto, a deterioração pós-colheita é causada por vários fatores além da respiração, entre os quais: alterações metabólicas (mudanças bioquímicas relacionadas com metabolismo respiratório, biossíntese e ação do etileno, alterações da composição química); injúrias mecânicas, perda de água, desordens fisiológicas e deterioração fitopatológica. Todos esses processos podem ser afetados direta ou indiretamente pela modificação da atmosfera. Os efeitos de altas concentrações de CO₂ e baixas de O₂ sobre a respiração e o amadurecimento são aditivos. Entretanto, níveis de CO₂

acima do limite de tolerância podem causar injúria e níveis de O₂ abaixo do limite de tolerância podem induzir a respiração anaeróbica, com conseqüente alteração do aroma e do sabor, devido ao acúmulo de acetaldeído e etanol (ZAGORY & KADER, 1988).

Os fatores extrínsecos e relevantes, que influem no crescimento de microrganismos nos alimentos são dois, a temperatura e a composição gasosa. Justamente estes dois fatores são controlados para retardar a alteração do alimento e estender a vida média de conservação (GIMENO, COSANO & LÓPEZ, 1995).

2.5.3 Respiração

A respiração é considerada como o melhor indicador da atividade metabólica da célula e a redução de sua intensidade promove a diminuição da taxa de metabolismo como um todo na planta. A aplicação do princípio de ação das massas para a respiração, onde a oxidação completa dos carboidratos produz CO₂ e H₂O, sugere que a elevação do conteúdo de CO₂ e a redução de O₂ do ar atmosférico podem reduzir a taxa respiratória com efeito positivo sobre a extensão da conservação pós-colheita dos produtos hortícolas (LANA, 2000).

A redução da taxa respiratória em resposta à diminuição do O₂ do ar não é devida a supressão do metabolismo basal mediado pela enzima citocromo oxidase, que apresenta alta afinidade por O₂, mas sim pela diminuição da atividade de outras oxidases cuja afinidade por O₂ pode ser de 5 a 6 vezes menor em relação a citocromo oxidase (NANOS *et al.*, 1994 e SOLOMOS, 1994).

A manutenção de um mínimo de 1% a 3% de O₂ é necessário para evitar a mudança da respiração aeróbica para a anaeróbica. Na condição anaeróbica, a rota glicolítica é a única fonte primária de energia para a célula. Assim, o ácido

pirúvico deixa de ser oxidado, para ser descarboxilado a acetaldeído, CO_2 e, eventualmente, etanol. Apesar da respiração anaeróbica ocorrer quando os níveis de O_2 interno dos tecidos são da ordem de 0,2% ou menos, níveis da ordem de 1% a 3% ao redor do produto são requeridos, dependendo da taxa respiratória e das características de difusão gasosa do tecido epidérmico e subepidérmico de cada produto específico (KADER, 1986).

Níveis de CO_2 entre 5% e 20% reduzem efetivamente a taxa respiratória na maioria dos produtos hortícolas. O modo de ação pelo qual o CO_2 regula a respiração não está completamente esclarecido e várias hipóteses foram formuladas (KERBEL, KADER & ROMANI, 1988 e MATHOOKO, 1996b).

A inibição da respiração pode ser resultante de alterações na rota glicolítica, no metabolismo fermentativo, no ciclo de Krebs ou no sistema de transporte de elétrons, via efeito do CO_2 sobre a síntese, degradação, inativação ou inibição de algumas enzimas que compõem essas rotas metabólicas. Também é possível que a inibição ocorra por efeitos antagônicos do CO_2 sobre a ação de etileno ou por sua influência sobre o metabolismo intermediário pela alteração do pH da célula (LANA, 2000).

O aumento da respiração, que pode ocorrer em alguns produtos, está associado a elevação da concentração de CO_2 e pode ser creditada a injúria causada pelo excesso do gás (MATHOOKO, 1996b).

A relação entre a quantidade de CO_2 liberado e de O_2 consumido denomina-se quociente respiratório (QR) e este está sempre ao redor de 1,0 quando os substratos que estão sendo oxidados são carboidratos.

Entretanto, se o QR for menor de 1,0, isto indica que outros substratos estão sendo oxidados, como: substratos com relação C/O inferiores as das

hexoses; ocorrendo oxidação incompleta (interrupção em nível de compostos intermediário do Ciclo de Krebs); o CO₂ produzido pode estar sendo utilizado em processos de síntese, como por exemplo, carboxilação do piruvato para formação de ácido oxalacético. Quando o valor do QR é maior que 1,0 significa então, que os ácidos orgânicos estão sendo oxidados (AMORIM, 1985).

2.5.3.1 Produção de calor pela respiração

O armazenamento em atmosfera modificada geralmente é utilizado em conjunto com a refrigeração. Nas condições de atmosfera normal, a respiração pode ser representada pela equação 01.



Coeficiente respiratório = 1,0 (volume de CO₂ / volume de O₂).

Calor liberado = 2,58 cal/mg de CO₂.

Concentrações elevadas de CO₂ reduzem o consumo de O₂ em diversos frutos e hortaliças. Estudos de cinética das trocas gasosas, em brócolis, demonstraram que o consumo de O₂, na presença de altas concentrações de CO₂, seguiu o modelo de Michaelis-Menten, havendo inibição competitiva, não-competitiva e combinação das duas formas, para absorção de O₂. Além disso, concentrações elevadas de CO₂ na atmosfera podem causar a redução do pH do citoplasma das células, podendo afetar tanto a atividade das enzimas glicolíticas como a concentração de intermediários dessa via metabólica (PEPPELENBOS, 1996).

O calor liberado pelo processo respiratório, representado na equação 01 pelo consumo de glicose como fonte de energia é variável de acordo com a

matéria-prima e deverá ser compensado nas condições de estocagem (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

2.5.4 Produção e ação de etileno

Baixos níveis de O₂ presentes na atmosfera reduzem tanto a produção como a ação do etileno. A produção de etileno, na maioria dos tecidos vegetais, é inibida em 50% quando a concentração de O₂ na atmosfera situa-se entre 5% e 7% (ABELES *et al.*, 1992).

A conversão de 1-ácido aminociclopropano 1-carboxílico (ACC) para etileno não ocorre na ausência de oxigênio. O CO₂ é considerado um inibidor não competitivo da ação do etileno. Níveis elevados de CO₂ inibem a atividade de ACC sintase, enquanto a ACC oxidase pode ser estimulada ou inibida pelo CO₂, dependendo da concentração do gás presente na atmosfera (MATHOOKO, 1996a).

O aumento da produção de etileno sob alta concentração de CO₂ parece ocorrer quando os níveis desse gás são elevados o suficiente para causar injúria fisiológica no tecido (BUESCHER, 1979 e KADER, 1986). Há dúvidas se é causado pela mudança da respiração aeróbica para anaeróbica ou por outro mecanismo de estímulo. No armazenamento de tomates, na fase inicial do amadurecimento em atmosfera com 5%, 10% e 20% de CO₂ a 20 °C, reduziu-se continuamente a produção de etileno, porém, após quatro dias, concentrações de 40% e 60% de CO₂ estimularam a produção de etileno, provavelmente devido à injúria causada pela elevada concentração de CO₂ (BUESCHER, 1979).

O aminoácido metionina é o ponto inicial da síntese do etileno. Ele é convertido a S-adenosilmetionina (SAM) pela adição de adenina. O SAM é

também convertido a ácido carboxílico 1-amino-ciclopropano (ACC) pela enzima ACC sintase. A produção de ACC é muitas vezes controlada pela síntese do etileno. Os fatores intrínsecos (estágio vegetativo) e extrínsecos (injúria mecânica) influenciam esta rota (YANG, 1985).

A reserva de ACC disponível para a produção de etileno pode ser aumentada por fatores que aumentam a atividade da ACC sintase, reduzindo pela aplicação de reguladores de crescimento, ou pela reação lateral a qual forma MACC (N-malonil ACC) biologicamente inerte (Figura 13). No último passo, ACC é oxidado pela enzima ACC oxidase para a forma de etileno.

Esta reação de oxidação requer a presença de oxigênio, e baixos níveis de dióxido de carbono (SALTVEIT, 1999).

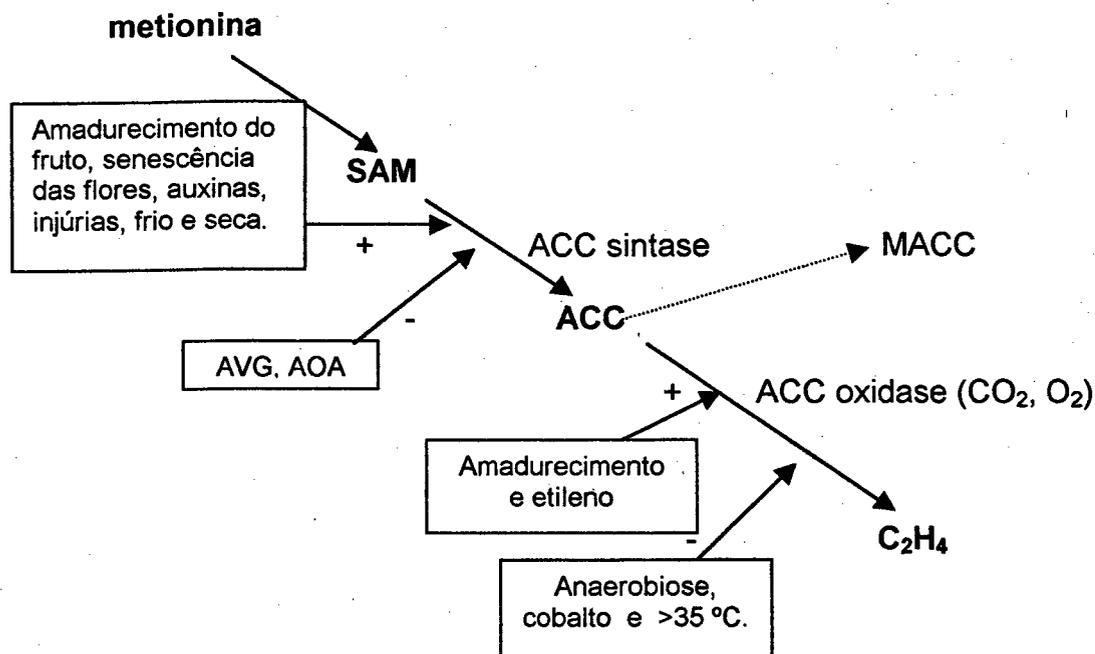


FIGURA 13 - Biossíntese do etileno e alguns fatores intrínsecos e extrínsecos que promovem (+) ou inibem (-) síntese do etileno em plantas.

(SAM = S-adenosilmetionina; ACC = 1-ácido aminociclopropano 1-carboxílico; MACC = N-malonil ACC; AOA = ácido amino oxiacético; AVG = aminoetoxivinilglicine; C₂H₄ = etileno)

Fonte: SALTVEIT (1999).

A injúria mecânica causada pelo corte dos vegetais induz a síntese de etileno. No entanto, níveis elevados de CO₂ inibem a síntese desse fitohormônio. Uma vez que os cortes resultam em consideráveis aumentos da respiração e produção de etileno, o tratamento com CO₂ pode ser utilizado para conservação de produtos vegetais durante o transporte, armazenamento e comercialização de hortaliças minimamente processadas (MATHOOKO, 1996a).

2.5.5 Escurecimento enzimático em vegetais

Basicamente, existem quatro tipos de reações de escurecimento nos alimentos: escurecimento não enzimático, escurecimento enzimático, oxidação do ácido ascórbico e o escurecimento por fenolases. Destas, o escurecimento por fenolases é muito importante comercialmente em frutos e hortaliças, nos quais a enzima é comum. Superfície cortada de vegetais exposta ao ar, resulta em rápido escurecimento devido a oxidação enzimática de fenol a orto-quinomas, que por sua vez, é polimerizado rapidamente à forma de pigmentos escuros ou melaninas (FENNEMA, 1985).

As alterações da coloração dos vegetais resultando em matizes pardos, são causadas por oxidações de substratos fenólicos pela ação de fenolases. Essas enzimas apresentam baixa afinidade pelo O₂ e suas atividades são reduzidas quando ocorrem mudanças moderadas na tensão de oxigênio (LOPEZ-GALVEZ, SALTVEIT & CANTWELL, 1996).

As diversas enzimas que catalisam oxidações de fenóis são comumente conhecidas como fenolases, polifenoloxidase (PPO), tirosinase e catecolase. O escurecimento induzido por fenolases é desejável para alguns alimentos como a

sidra, chá e o cacau. Para a maioria das frutas e hortaliças, a atividade da fenolase é indesejável por que a cor escura decorrente, não é agradável. A fenolase, é ativada entre pH 5 e 7, e abaixo de pH 3 a enzima é irreversivelmente inativada (FENNEMA, 1985).

Esse aspecto é de especial interesse no aumento da vida útil de hortaliças minimamente processadas. O escurecimento da folha de alface minimamente processada, especialmente nas bordas cortadas, pode ser inibido por uma atmosfera modificada, onde podemos reduzir o percentual de oxigênio e aumentar o de dióxido de carbono (LOPEZ-GALVEZ, SALTVEIT & CANTWELL, 1996).

O tratamento com calor e a aplicação de dióxido de enxofre ou sulfitos, são métodos comumente usados para inativar as fenolases. As fenolases também podem ser inativadas pela adição de quantidades suficientes de acidulantes, como o ácidos cítrico, málico, ou o ácido fosfórico para produzir um pH igual ou menor que 3 (FENNEMA, 1985).

2.5.6 Degradação de clorofila

A degradação de clorofila ocorre durante o amadurecimento de frutos e durante a senescência de tecidos foliares e algumas inflorescências como os brócolis. A taxa de degradação de clorofila ocorre em função da atividade das clorofilases, peroxidases e pela ação direta da luz. A degradação de clorofila é extremamente acelerada com a elevação da concentração de O₂ acima de 21% e retardada pelo aumento na concentração de CO₂ de 0,03% para 15% (DESCHENE *et al.*, 1991).

2.5.7 Deterioração microbiana

A microbiologia é um importante fator na qualidade de frutas e hortaliças minimamente processadas. O tipo do alimento, a temperatura de estocagem, o teor de umidade, as condições de embalagem ou baixos níveis de radiação podem influenciar na microbiota dos alimentos (BRACKETT, 1987).

Abrigando grande e diversa população de microrganismos, os alimentos minimamente processados, além de conterem cepas de microrganismos deterioradores que podem se multiplicar rapidamente durante a estocagem, podem conter cepas patogênicas ao homem (NGUYEN-THE & CARLIN, 1994).

Todo vegetal possui sua microbiota epífita originada do solo, da água, do ar, dos insetos e animais, além da estrutura da planta e da tecnologia de cultivo, colheita e transporte (OLIVEIRA & VALLE, 2000).

Pode-se dizer que a flora microbiana dos produtos hortícolas minimamente processados é constituída principalmente por bactérias mesofílicas, seguidas pelas bactérias produtoras do ácido láctico e dos microrganismos pectinolíticos, que são também abundantes. Os tipos e as populações microbianas diferem com o tipo de operação unitária e de sanitização utilizadas (WATADA, NATHANEE & MINOTT, 1996).

Espécies patogênicas podem ocorrer devido ao uso de água de irrigação contaminada ou fertilizantes orgânicos durante o cultivo ou como consequência da má higiene durante o processamento (BEUCHAT, 1995).

Ao retardar a senescência de hortaliças, o armazenamento sob AM, indiretamente, reduz a susceptibilidade dos tecidos a infecção por patógenos. Por sua vez, quando os níveis de gases são inadequados, a cicatrização de tecidos

injuriosos é afetada e a senescência é acelerada, tornando o produto mais susceptível às doenças (SOMMER, 1983; ZAGORY & KADER, 1988).

Efeitos diretos de AM sobre microrganismos fitopatogênicos foram relatados na literatura. Na maioria dos casos, os níveis de CO₂ e O₂ que afetam negativamente o crescimento de patógenos são tóxicos para os produtos hortícolas (SOMMER, 1983). Níveis de oxigênio menores que 1% e de dióxido de carbono maiores que 10% são geralmente necessários para reduzir o crescimento de fungos. Por exemplo, 10 a 15% de CO₂ inibe o crescimento de *Botrytis* sp. em morangos, cerejas e outras frutas (KADER, 1986). Entretanto, atmosfera com 1% a 3% de O₂ e 1% a 10% de CO₂ ou 3% de O₂ e 5% de CO₂ não reduziu o crescimento de *Botrytis cinerea* em repolho (MENNITI, MACCAFERRI & FOLCHI, 1997).

A proliferação de microrganismos em hortaliças minimamente processadas é favorecida pela alta umidade no interior das embalagens e pela exposição dos tecidos em razão do processamento. Além dos microrganismos geralmente associados a deterioração de produtos inteiros como *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Sclerotinia*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Phoma* entre outros, podem se desenvolver microrganismos como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum* e outros, que são levados pelos alimentos e são patogênicos ao homem. Como esses últimos não causam alteração suficiente do alimento para torná-lo visualmente inadequado ao consumo, como no caso do primeiro grupo, pode haver intoxicação pelo consumo de alimento contaminado (NGUYEN-THE & CARLIN, 1994).

2.5.8 Uso comercial da atmosfera modificada

As barreiras artificiais usadas em atmosfera modificada podem ser genericamente de dois tipos: revestimentos e filmes plásticos. Os revestimentos se referem a uma fina camada de cera, óleo ou outro material aplicado na superfície do produto hortícola, como complemento ou reposição do revestimento ceroso natural (SMITH, GEESON & STOW, 1987).

Os filmes plásticos usados no acondicionamento de produtos hortícolas apresentam diferentes permeabilidades ao O₂ e CO₂, de acordo com a sua composição e espessura (Tabela 10). A barreira a gases é avaliada em termos de taxa de permeabilidade a gases, ou seja, pela quantidade de gás que passa através de uma unidade de área superficial da embalagem por unidade de tempo, a determinada temperatura e sob certo gradiente de pressão parcial do gás-teste e a uma determinada umidade relativa (GARCIA, PADULA & SARANTOPOULOS, 1989).

Tabela 10 - Permeabilidade de filmes plásticos com potencial de uso em atmosfera modificada.

Tipo de filme	Permeabilidade ^a		
	O ₂	CO ₂	Vapor de H ₂ O ^b
Polietileno de baixa densidade	3.900 - 13.000	7.700 - 77.000	6 - 23,2
Polietileno linear de baixa densidade	7.000 - 9.300	-	16 - 31
Polietileno de media densidade	2.600 - 8.293	7.700 - 38.750	8 - 15
Polietileno de alta densidade	526 - 4.000	3.900 - 10.000	4 - 10
Polipropileno	1.300 - 6.400	7.700 - 21.000	4 - 10,8
Polivinilcloreto	620 - 2.248	4.263 - 8.138	-
Poliestireno	2.000 - 7.700	10.000 - 26.000	108,5 - 155
Copolímero de etileno vinil acetato	8.000 - 13.000	35.000 - 53.000	60
Ionomer	3.500 - 7.500	9.700 - 17.800	22 - 30

^a A permeabilidade a O₂ e CO₂ é expressa em cm³ . m⁻² . dia⁻¹ a 1 atm. para filme de permeabilidade 0,0254 mm entre 22 e 25 °C a várias umidades relativas.

^b A taxa de difusão de vapor de H₂O é expressa em g . m⁻² . dia⁻¹ a 37,8 °C e 90% umidade relativa.

Fonte: SCHLIMME & ROONEY (1994).

A evolução de um determinado gás (CO_2 ou O_2) dentro de uma embalagem ao longo do tempo é função de vários fatores entre os quais: área superficial da embalagem; espessura da embalagem; volume morto ou espaço vazio dentro da embalagem; permeabilidade da embalagem a gases; pressão parcial do gás na atmosfera externa a embalagem; pressão hidrostática interna; peso do produto; taxa de produção ou consumo do gás (EXAMA *et al.*, 1993). Na prática, é difícil obter-se a atmosfera ideal no interior das embalagens em virtude das variações na taxa respiratória, alteração da temperatura durante o transporte e distribuição e utilização de embalagens inadequadas. Isso pode resultar, em alguns casos, em atmosferas próximas da ideal, ou anaerobiose em outros (CHRISTIE *et al.*, 1995).

Plásticos como cloreto de polivinila, polietileno de baixa densidade, poliestireno e polipropileno são mais permeáveis ao CO_2 que ao O_2 (HARDENBURG, 1971). É importante que a permeabilidade a CO_2 seja entre 3 e 5 vezes maior do que a O_2 , de modo que a redução de O_2 não seja acompanhada pelo acúmulo de CO_2 dentro da embalagem (ZAGORY & KADER, 1988; EXAMA *et al.*, 1993). Como o O_2 no interior da embalagem é reduzido de 21% para cerca de 2% a 5%, há risco do CO_2 aumentar de 0,03% para valores entre 16% e 19%, visto que geralmente há uma equivalência de 1 : 1 entre o O_2 consumido e o CO_2 produzido. Para que haja diminuição da respiração, é necessário que a concentração de O_2 seja reduzida, para no mínimo 8%, enquanto o CO_2 para vários produtos não pode ultrapassar níveis entre 2 e 5% sob risco de causar injúrias (ZAGORY & KADER, 1988).

Para obtenção da atmosfera desejada, é necessário conciliar a permeabilidade do filme com a taxa de produção ou consumo de gases pelo produto. A maioria dos filmes disponíveis no mercado, atualmente, não atende de

maneira satisfatória às exigências de frutas e hortaliças frescas, principalmente para produtos com alta taxa respiratória (EXAMA *et al.*, 1993). Se a permeabilidade a O_2 e a CO_2 for muito elevada, os fluxos obtidos não permitem a modificação da atmosfera a níveis suficientes para alterar o metabolismo (EXAMA *et al.*, 1993 e ARJONA, MATTA & GARNER JUNIOR, 1994). Porém, se a permeabilidade a O_2 e a CO_2 é mais reduzida do que a desejada, pode ocorrer anaerobiose ou acúmulo de CO_2 em níveis tóxicos (EXAMA *et al.*, 1993).

Quando as exigências de todos os fluxos não podem ser atendidas, deve-se priorizar o fluxo de O_2 , visto ser este o elemento fisiologicamente mais ativo e também por ser o mais crítico para a maioria dos produtos (EXAMA *et al.*, 1993).

O controle da temperatura é essencial para a obtenção dos benefícios desejados na AM. Quando embalado, o produto aquece e resfria mais lentamente do que quando exposto diretamente ao ambiente. As alterações da temperatura também afetam a permeabilidade dos filmes. Em geral, a permeabilidade a CO_2 responde mais do que a permeabilidade a O_2 , quando a temperatura é alterada (ZAGORY & KADER, 1988).

O aumento da taxa respiratória do produto com o aumento da temperatura não é acompanhado proporcionalmente pelo aumento da permeabilidade do filme. Enquanto o fator Q_{10} (mudança na velocidade das reações com a variação de 10 °C) para respiração da maioria dos produtos varia entre 2,0 e 3,0, os valores de Q_{10} para permeabilidade a O_2 e a CO_2 da maioria dos filmes está entre 1,0 e 2,0. Isso implica que o melhor filme para uma determinada temperatura pode ser diferente para outra e a atmosfera anaeróbica pode ser produzida quando o produto embalado é exposto a altas temperaturas durante o armazenamento e distribuição (EXAMA *et al.*, 1993).

Muitos filmes usados em AM têm baixa permeabilidade ao vapor de água, resultando em atmosfera interna com alta umidade. A alta umidade pode alterar as propriedades de barreira do filme, em especial quando ocorre condensação de água na sua superfície (ZAGORY & KADER, 1988; GARCIA, PADULA & SARANTOPOULOS, 1989).

Filmes com tratamento anticondensação impedem que o vapor de água, condensado, se deposite como um filme em toda a superfície da embalagem. Entretanto, isso não impede o processo de condensação e o acúmulo de água no fundo da embalagem (SCHLIMME & ROONEY, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Hipótese

Se o sistema de produção orgânica proporciona um ambiente mais equilibrado em relação ao sistema convencional e isso resulta em vegetais com equilíbrio adequado quanto a sua composição química, bioquímica e física, é possível aumentar o tempo de pós-colheita até o consumo da alface americana minimamente processada quando esta for produzida no sistema orgânico de produção.

Ho: efeito orgânico = efeito convencional

Ha: efeito orgânico \neq efeito convencional

3.2 Delineamento experimental, sistemas, teste de hipótese e análise de dados

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado no esquema fatorial com dois fatores (A e B) e 5 repetições.

O fator A possui dois níveis (sistemas de cultivo): A1 = sistema de cultivo orgânico e A2 = sistema de cultivo convencional.

O fator B possui sete níveis: B1 = 0 dia, B2 = 3 dias, B3 = 6 dias, B4 = 8 dias, B5 = 10 dias, B6 = 12 dias e B7 = 14 dias (tempo de análise).

A alface americana foi cultivada em 4 áreas distintas para cada um dos dois sistemas. As respectivas áreas de cada sistema foram divididas em 7

estratos, cada um representando um tempo de exposição em prateleira (Figura 14). De cada 4 estratos de cada sistema, foi amostrado um pool de 3 plantas por estrato. De cada pool foram extraídas ao acaso 5 amostras, cada uma composta por 3 folhas de alface. Portanto, temos 2 sistemas x 7 tempos de exposição x 5 amostras igual a 70 unidades experimentais as quais foram embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) colocados na prateleira, mantidos na temperatura de 4 °C e a 85% de umidade relativa do ar.

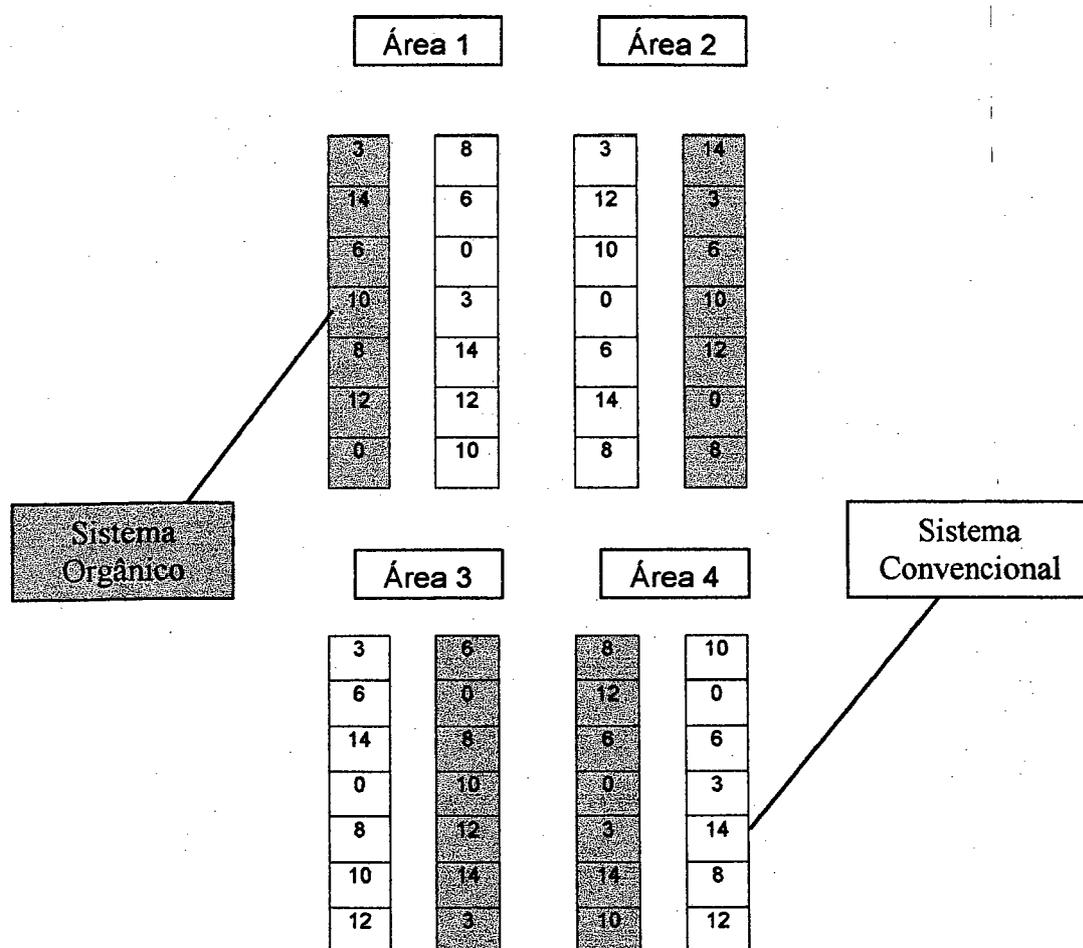


FIGURA 14 - Croqui da área de plantio da alface americana mostrando as áreas de cultivo, sistemas de cultivo orgânico e convencional e os tempos de amostragem.

Para testar as hipóteses resultantes do fatorial 2 sistemas x 7 tempos de exposição será realizada a análise de variância, conforme Tabela 11.

Tabela 11 - Esquema da análise de variância.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Sistemas	1			
Tempo	6			
Sistemas x tempo	6			
Erro experimental	56			
Total de amostras	69			

Independente de a interação ser significativa ou não, será testada a resposta do tempo de exposição em prateleira para cada sistema.

Será desconsiderado o tempo de exposição zero, para a variável matéria seca e taxa respiratória. Com base nos resultados do trabalho de LEE *et al.*, (1991), ficou demonstrado que nas primeiras horas após a embalagem de produtos minimamente processados em filme de polietileno de baixa densidade, ocorre uma acomodação no gradiente dos gases e umidade da atmosfera da embalagem com o exterior interferindo na matéria seca e na taxa respiratória. Portanto o tempo de exposição zero não será considerado na análise de regressão, conforme consta na Tabela 12.

Tabela 12 - Esquema da análise de variância para o tempo de exposição dentro de cada sistema, desconsiderando o tempo de prateleira zero.

Causas de variação	G.L.	SQ	QM	F
Sistemas	1			
Tempo	5			
Sistemas x tempo	5			
Erro experimental	56			

No caso do teste F ser significativo (Tabela 12), a priori será considerado um estudo de regressão, o qual poderá ser de regressão linear ou não linear,

porém será considerada a equação inerente ao fenômeno que está sendo pesquisado.

As variáveis medidas foram:

V1 = peso de matéria seca, em gramas por amostra.

V2 = taxa de respiração, em volume de CO₂. kg⁻¹. h⁻¹ de massa verde.

V3 = cor, em escores de 0 a 10.

V4 = brilho, em escores de 0 a 10.

V5 = escurecimento enzimático, em escores de 0 a 10.

V6 = aroma, em escores de 0 a 10.

V7 = textura, em escores de 0 a 10.

V8 = odor estranho, em escores de 0 a 10.

V9 = sabor, em escores de 0 a 10.

3.3 Localização do experimento

A área de produção da alface americana foi conduzida, entre os meses de junho e outubro de 2000, no Centro de Treinamento da Epagri, bairro de Itacorubi, na cidade de Florianópolis-SC (Figura 15), com localização geográfica de latitude 27° 34' 49" sul e longitude 48° 30' 22" oeste, a 2,0 metros do nível do mar.

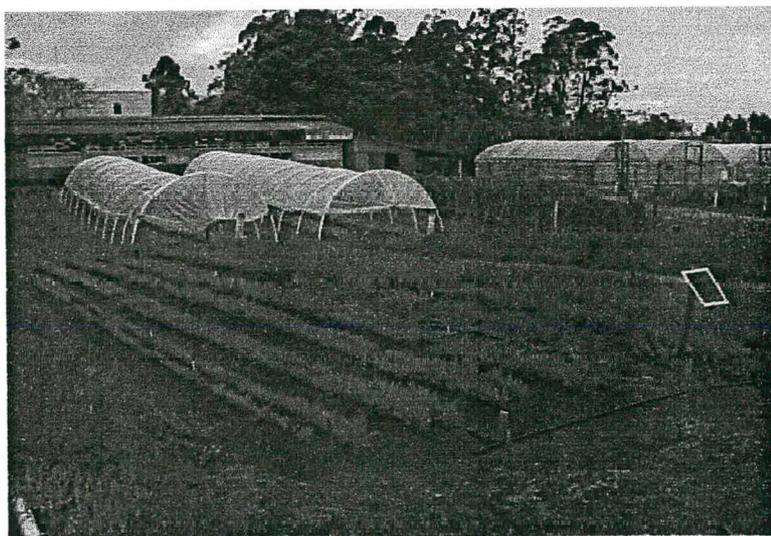


FIGURA 15 – Vista da área de produção em cultivo protegido da alface americana no sistema orgânico e convencional, no Centro treinamento da Epagri, em Florianópolis-SC.

3.4 Sistema de produção das mudas

A produção de mudas foi iniciada no dia 20/07/2000, no Centro de Treinamento da Epagri e conduzida em cultivo protegido (Figura 16).

As sementes de alface foram semeadas em cinco bandejas de isopor expandido tipo 228/60, com substrato orgânico apropriado para folhosas, usando-se uma semente peletizada por célula da cultivar Raider (Figura 17).



FIGURA 16 – Vista interna do abrigo de produção de mudas.



FIGURA 17 – Bandeja de isopor tipo 228/60 para produção de mudas.

As mudas foram irrigadas diariamente às 9h e 15 h, com temporizador, aplicando-se 2 litros de água por metro quadrado de bandeja a cada irrigação. Após 44 dias da semeadura, as mudas estavam em condições de serem transplantadas.

3.5 Detalhes do sistema de produção de alface americana

A produção de alface americana será conduzida de forma similar realizada por produtores tradicionais de alface americana orgânica e convencional. Será usada a tecnologia do cultivo protegido para minimizar o efeito do clima sobre os cultivos.

3.5.1 Sistema de produção orgânica

A produção orgânica da alface americana foi obtida segundo as normas técnicas estabelecidas pelo INSTITUTO BIODINÂMICO (IBD, 1995).

Com 60 dias para o transplante, foram corrigidos os níveis de fertilidade do solo, usando de fosfato natural 100g/m² de canteiro, conforme resultado da análise de solo, apresentado no anexo 3.1.

Aos 30 dias antes do plantio foi realizada a adubação orgânica usando de esterco bovino 2kg/m² de canteiro, análise química está no anexo 3.2.

Os canteiros para cultivo definitivo foram dimensionados com 1,25 metros de largura por 10 metros de comprimento e 15 centímetros de altura.

Após 44 dias da emergência das plântulas, o transplante foi realizado quando estas apresentavam em média quatro folhas definitivas.

O espaçamento entre plantas usado foi de 30 x 30 cm no plantio definitivo.

Foi realizada irrigação por micro-aspersão usando mangueira agrícola da marca Santeno, modelo II (Figura 18).

A vazão utilizada foi de 13 litros por metro de tubo, monitorados com tensiômetro de solo instalados a 15 e 30 cm de profundidade. Quando o vacuômetro do equipamento acusava 200 milímetros de coluna de água, era iniciada a irrigação. Assim que o tensiômetro voltasse a indicar zero milímetro de coluna de água era suspensa a irrigação (Figura 19).

Durante o cultivo foram realizadas capinas manuais para a eliminação de plantas concorrentes.

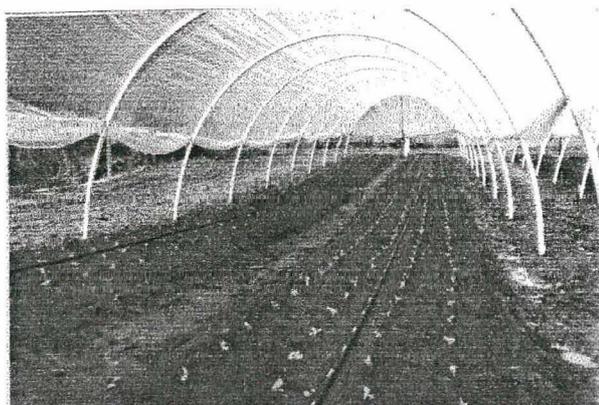


FIGURA 18 – Sistema de irrigação por micro-aspersão.



FIGURA 19 – Tensiômetro de solo instalado nos canteiros.

Também foram realizadas duas adubações orgânicas de cobertura, sendo que a primeira foi aos 32 dias após o transplante usando 1,0 litro de biofertilizante por m^2 de canteiro e a segunda cobertura aos 60 dias após o transplante onde foram usados mais 1,0 litros do biofertilizante por metro quadrado de canteiro. A análise química do biofertilizante está no anexo 3.3.

3.5.2 Sistema de produção convencional

A produção convencional de alface americana foi realizada segundo recomendação dos órgãos de assistência técnica do Estado de Santa Catarina.

30 dias antes do plantio foi aplicado 2kg de cama de aviário (3 lotes de frango/cama) por metro quadrado de canteiro (Anexo 3.2).

A cama de aviário é produzida com uma forragem espalhada homogeneamente no piso do aviário, normalmente composta por cepilho ou serragem. Após três ciclos de engorda de frangos, esta cama apresenta uma quantidade apreciável de nutrientes, que pode ser usada como adubo agrícola.

14 dias antes do transplante, foi realizada uma adubação química com adubo da fórmula 5 – 20 – 10 (5% de nitrogênio, 20% de fósforo e 10% de potássio) 150 g/ m^2 de canteiro.

O transplante foi realizado 44 dias após a semeadura, quando as mudas apresentavam em média 4 folhas definitivas por planta.

O espaçamento de plantio usado foi de 30 x 30 cm entre plantas.

Os canteiros para cultivo definitivo foram dimensionados com 1,25 metros de largura por 10 metros de comprimento e 15 centímetros de altura.

Foi realizada irrigação por micro-aspersão usando mangueira agrícola de marca santeno, modelo II. A vazão utilizada foi de 13 litros por metro de tubo, monitorada por tensiômetro de solo instalado a 15 e 30 cm de profundidade. Quando o vacuômetro do equipamento acusava 200 milímetros de coluna de água, era iniciada a irrigação. Assim que o tensiômetro voltasse a indicar zero milímetro de coluna de água era suspensa a irrigação.

Foram realizadas capinas manuais para a eliminação de todas as plantas concorrentes;

Durante o ciclo vegetativo foram realizadas duas adubações de cobertura com nitrogênio e cálcio. A primeira aos 32 dias após o transplante, onde foram aplicados 60 gramas de nitrato de cálcio/m² de canteiro e a segunda adubação aos 60 dias após o transplante usando 75 gramas de nitrato de cálcio/m² de canteiro.

3.6 Colheita e pós-colheita

Às 6:30h do dia 17/10/2000 foi iniciada a colheita das alfaces americanas para os dois sistemas, com 75 dias após o transplante.

As alfaces apresentaram boa compacidade da "cabeça" e um bom desenvolvimento vegetativo para a espécie (Figura 20 e 21).

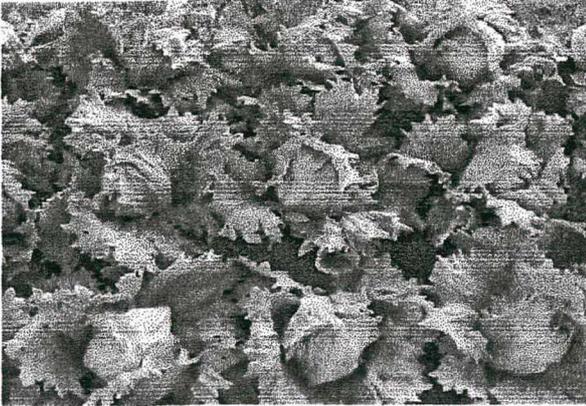


FIGURA 20 – Canteiro de alface americana no ponto de colheita.



FIGURA 21 – Alface americana Raider.

Com auxílio da tabela de números aleatórios foram colhidas 96 plantas nas quatro áreas para todo o experimento, sendo 48 plantas do sistema orgânico e 48 plantas do sistema convencional.

As alfaces foram colhidas com um corte transversal no caule, junto ao solo, desprezando as folhas “baixeiras” danificadas ou atacadas por microorganismos.

As alfaces foram acondicionadas em caixas plásticas apropriadas para colheita, identificadas pelo sistema de cultivo (Figura 22). Em seguida foram levadas para a recepção da unidade de processamento.

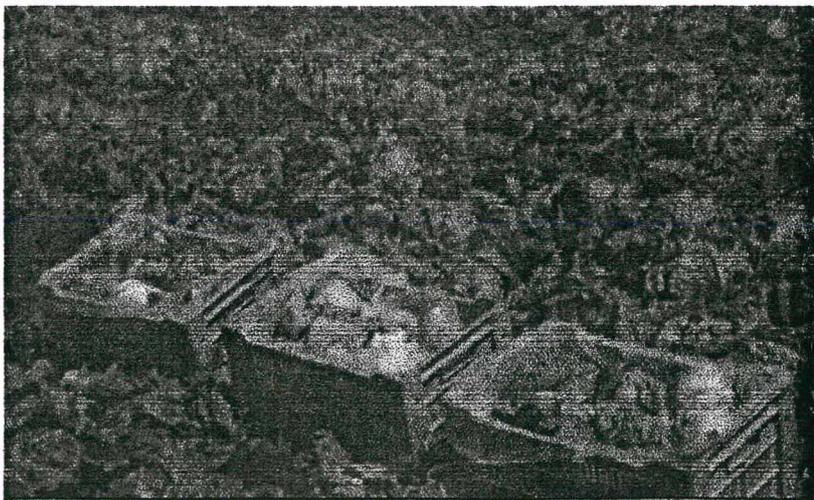


FIGURA 22 – Colheita e acondicionamento da alface americana no campo de produção.

3.7 Processamento

Toda a área de trabalho, equipamentos e utensílios foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm de CA (cloro ativo).

Os manipuladores, durante todo o processo, usaram guarda-pós, luvas, gorros e protetores bucais.

Durante todo o tempo de processamento não foi permitida a entrada de pessoas estranhas na área limpa.

Foi utilizada água potável para a produção de gelo e para o processamento. Nas mudanças dos tempos de análise e entre os sistemas de cultivo, a água foi trocada e resfriada com gelo.

3.7.1 Área suja

O produto foi recepcionado e separado por sistema mantendo um fluxo contínuo dentro da unidade.

Cada alface sofreu toailete manual retirando-se as folhas externas mais verdes e o caule (Figura 23).

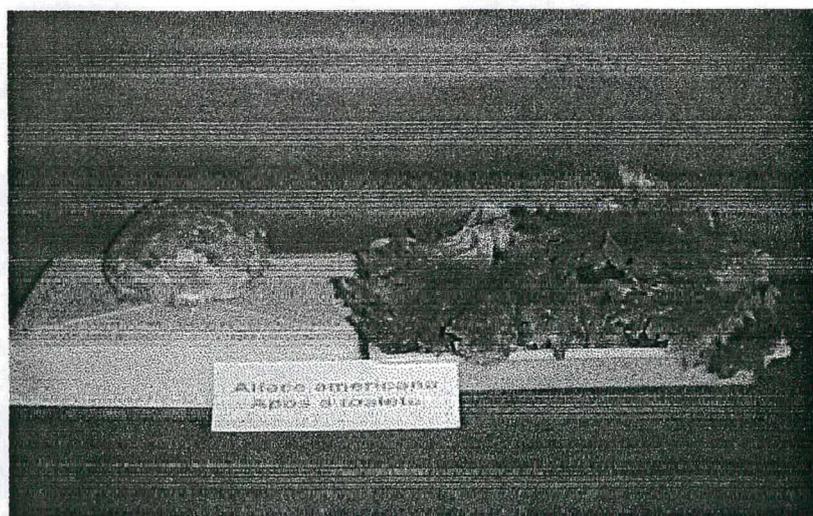


FIGURA 23 – Alface americana após o toailete.

As alfaces foram lavadas por 3 minutos em água potável a 15 °C para a retirada de solo e material orgânico aderido.

Em seguida, o produto foi levado para a área limpa em caixas higienizadas e identificadas.

3.7.2 Área limpa

- manualmente, as alfaces foram desfolhadas e selecionadas somente as folhas de coloração verde-claras para o processamento (Figura 24).

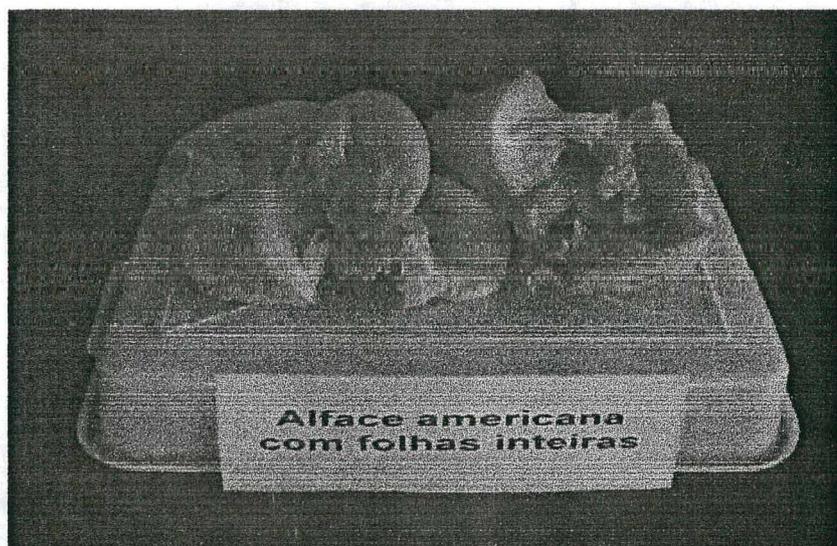


FIGURA 24 - Folhas de alface americana prontas para o processamento.

As folhas das alfaces foram sanitizadas por 3 minutos, em um tanque de PVC com 50L de água tratada a 100 ppm de cloro ativo, a temperatura entre de 1 a 4 °C.

Em seguida foram imersas por 3 minutos em água potável com temperatura entre 1 e 4 °C, para retirar o excesso de cloro.

As folhas foram retiradas com auxílio de uma caixa vazada e levadas para a centrifugação por 45 segundos a 450 rpm (rotações por minuto).

Foram colocadas três folhas de alface centrifugada por embalagem, previamente numeradas, de polietileno de baixa densidade (PEBD) e pesadas em balança semi-analítica.

A selagem das embalagens foi realizada à quente em atmosfera normal, usando uma seladora convencional, marca Turbovac, modelo 450-S.

O produto embalado foi estocado em refrigerador vertical e monitorado com termohigrógrafo, para manter a temperatura de 4 °C e 80% de umidade relativa do ar (Figura 25).

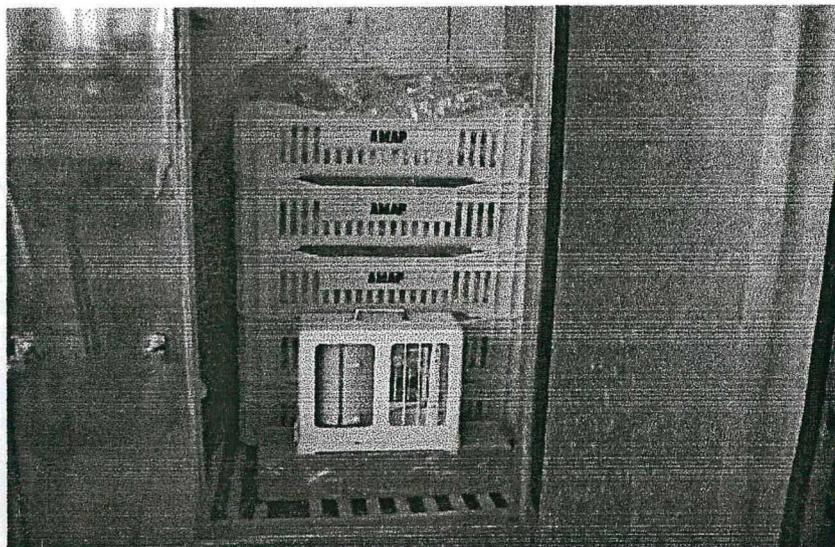


FIGURA 25 - Estocagem das embalagens de polietileno de baixa densidade na unidade de refrigeração.

3.7.3 Embalagem

A embalagem escolhida para este experimento foi o polietileno de baixa densidade (PEBD), usado comumente no empacotamento de vegetais minimamente processados.

Características da embalagem foram as seguintes: 280 mm de comprimento, 200 mm de largura, 0,08 mm de espessura, área total de difusão = $0,112\text{m}^2$, peso = 4,58g e volume médio de gases = 930mL.

Permeabilidade do filme utilizado foi o seguinte: $O_2 = 3.900 - 13.000 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ a 1 atm a 25 °C e 45% umidade relativa do ar, $CO_2 = 7.700 - 77.000 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ a 1 atm a 25 °C e 45% umidade relativa do ar e vapor de água = $6 - 23,2 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ a 37,8 °C e 90% de umidade relativa do ar.

3.8 Análise sensorial

As avaliações sensoriais das alfaces americanas minimamente processadas foram programadas para serem aplicadas ao longo de 14 dias, através do teste de avaliação descritiva quantitativa – ADQ, por painel treinado no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, composto por dez julgadores.

Foram utilizados quinze julgadores para o treinamento com alface americana minimamente processada.

As características sensoriais relevantes do produto a ser analisado foram identificadas e discutidas em consenso com a equipe de julgadores em quatro sessões de duas horas. Foram estabelecidos os descritores e significados de cada um dos atributos, como se segue:

A cor avaliada visualmente através da embalagem de verde escuro (score zero) a verde claro (score 10).

O brilho avaliado visualmente através da embalagem de opaco (score zero) a brilhante (score 10).

O escurecimento enzimático também avaliado visualmente através da embalagem com pigmento ferruginoso (score zero) a sem pigmento ferruginoso (score 10).

O aroma avaliado através da inalação depois de aberta a embalagem de folha deteriorada (escore zero) a folha fresca (escore 10).

O odor estranho avaliado através da inalação depois de aberta a embalagem de intenso (escore zero) a ausente (escore 10).

A textura avaliada através da crocância apresentada na nervura central da folha de tipo manga madura (escore zero) a maçã madura (escore 10).

O sabor avaliado pela degustação do vegetal de amargo (escore zero) a adocicado (escore 10).

As amostras foram apresentadas em embalagens seladas e codificadas, contendo 3 folhas de alface minimamente processada. Cada julgador recebeu duas embalagens, sendo uma do sistema orgânico e a outra do sistema convencional. As amostras foram servidas para todos os julgadores com água mineral sem gás.

As tomadas amostrais foram realizadas no tempo zero, 3º, 6º, 8º, 10º dia da estocagem, para os dois sistemas (alface americana orgânica e alface americana convencional).

Com auxílio de uma ficha adequada para a avaliação descritiva quantitativa, os julgadores analisaram e marcaram sobre um segmento de reta de 10cm, a intensidade percebida em cada atributo solicitado (anexo 3.4).

A extremidade esquerda da reta representa o conceito péssimo na percepção do julgador e na extremidade direita excelente.

- Índice de aceitabilidade

O índice de aceitabilidade da alface minimamente processada nos dois sistemas, foi calculado a partir das médias dos atributos ao longo do tempo.

A alface minimamente processada considerada aceita em termos de suas propriedades sensoriais para compra e consumo, foi aquela que obteve um índice de no mínimo 60% da avaliação média dos atributos determinados previamente pelos julgadores.

3.9 Determinação das concentrações de O₂ e CO₂

A determinação da concentração de O₂ e CO₂ dentro das embalagens foi realizada através de cromatografia gasosa, nos diferentes tempos de estocagem (tempo zero, 3º dia, 6º dia, 8º dia, 10º e 12º dia) em triplicata nos dois sistemas. Esta análise foi realizada no LABOCATH do Departamento de Química, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foi utilizado o cromatógrafo SHIMADZU modelo CG-8A, com duas colunas PORAPAK tipo-Q, com total de 8 metros de comprimento, com ¼ de polegada de diâmetro. Detector de condutividade térmica (TCD).

O método consiste em retirar com uma seringa apropriada, uma amostra de 50 µL de gases da embalagem e injetar na coluna do cromatógrafo. Foi utilizado como gás de arraste o hélio 100%, a uma velocidade de 28cc por segundo. A temperatura usada inicialmente do cromatógrafo foi de 20 °C, para separar o nitrogênio do oxigênio. Após a leitura do oxigênio a temperatura foi elevada para 180 °C até o final da leitura.

As concentrações de CO₂ e O₂ obtidas através da cromatografia gasosa, foram calibradas usando-se como padrão o nitrogênio atmosférico.

O fator de correção das concentrações de gases detectados na cromatografia gasosa foi determinado pela fração molar de cada produto a partir das superfícies integradas dadas por:

$$X_i/N_2 = \frac{X_i}{X_{N_2}} \cdot \frac{SN_2}{S_i}$$

Onde:

X_i/N_2 = fator de correção do produto i em relação ao N_2 .

X_i = fração molar do produto i.

X_{N_2} = fração molar do produto N_2 .

SN_2 = superfície integrada de N_2 .

S_i = superfície integrada do produto i.

Com base nos resultados do trabalho de LEE *et al.*(1991), onde ficou demonstrado que nas primeiras horas após a embalagem dos produtos minimamente processados em PEBD, ocorre uma acomodação no gradiente dos gases da atmosfera da embalagem como o exterior, serão desprezados os dados do tempo zero no sistema orgânico e convencional.

3.10 Avaliação microbiológica

As análises microbiológicas envolvendo as amostras de alface minimamente processadas foram efetuadas segundo metodologia APHA (1992), seguindo as determinações da portaria do Ministério da Saúde, resolução 451 de 1998.

Foram realizadas duas tomadas amostrais, no tempo zero, nos dois sistemas, com cinco repetições, onde foram feitas contagens de aeróbios psicotróficos totais, coliformes totais e fecais, bolores e leveduras.

3.11 Determinação da matéria seca

A determinação gravimétrica da matéria seca foi realizada nos tempo zero, 3º, 6º, 8º, 10º, 12º e 14º dia, com cinco repetições, nos dois sistemas, segundo metodologia da AOAC, nº 934.01 de 1998.

Para a determinação de matéria seca foram realizadas cinco calagens circulares no limbo foliar por amostra, incluindo nervura central e secundárias.

O vazador foi preparado para executar um corte circular no limbo foliar da amostra, com uma área equivalente a 5,725 cm².

As 5 calagens foram recolhidas para uma placa de Petri previamente taradas e codificadas e levadas a uma estufa a 45 °C, por 24 horas.

A quantificação da matéria seca foi realizada após 24 horas utilizando uma balança analítica. O procedimento de pesagem foi repetido de hora em hora até peso constante.

A avaliação da matéria seca não considerou o tempo zero imediatamente após o acondicionamento das folhas, com a finalidade de restabelecer o equilíbrio do interior da embalagem com o exterior, decorrente da permeabilidade do filme ao vapor de água, de acordo com o que foi sugerido por KADER *et al.* (1989).

3.12 Determinação de nitrato

A determinação de nitrato nas amostras de alface orgânica e convencional, foi realizada a partir da determinação da matéria seca onde foram reunidas as repetições de cada amostra visando atingir de 0,03 a 0,04g de cinzas.

As cinzas foram geradas em forno mufla marca EDGCON, modelo 3000, a 600 °C, a partir da matéria seca incinerada em cadinhos de porcelana previamente tarados, em fogareiro elétrico.

As cinzas foram recolhidas com até 1 mL de ácido sulfúrico 1N e diluídas em balão volumétrico de 100 mL com água ultrapura. A solução foi filtrada através de membrana Millipore (0,45 μm), acondicionada em frascos de vidro âmbar e conservada sob refrigeração até o momento da quantificação do nitrato.

A quantificação foi realizada através de Cromatografia Líquida Iônica, segundo metodologia do Standard Methods, nº 4110 de 1992, no Laboratório do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foi utilizado o cromatógrafo Dionex-120, coluna AS4A-SC de 4 mm de diâmetro – Dionex-ion Pack. Fluxo de 2 mL.min⁻¹ \pm 0,02. Pressão entre 1400 e 1500 psi. Detector de condutividade iônica.

Os dados obtidos de nitrato na alface americana minimamente processada nos dois sistemas de cultivo, serão comparados com os níveis permitidos pela legislação para água potável e uso em alimentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Comportamento da composição dos gases nas embalagens de alface americana minimamente processada

4.1.1 Consumo de O₂ e produção de CO₂

O consumo de oxigênio (O₂) e a produção do dióxido de carbono (CO₂) seguiu a tendência típica do modelo biológico em senescência. A concentração do O₂ diminuiu e a do CO₂ aumentou (Figura 26), ao longo do tempo de exposição das alfaces na embalagem de PEBD (Polietileno de Baixa Densidade). Neste sentido, os resultados obtidos nesse trabalho mostraram comportamento semelhante aos encontrados por LEE *et al.* (1991).

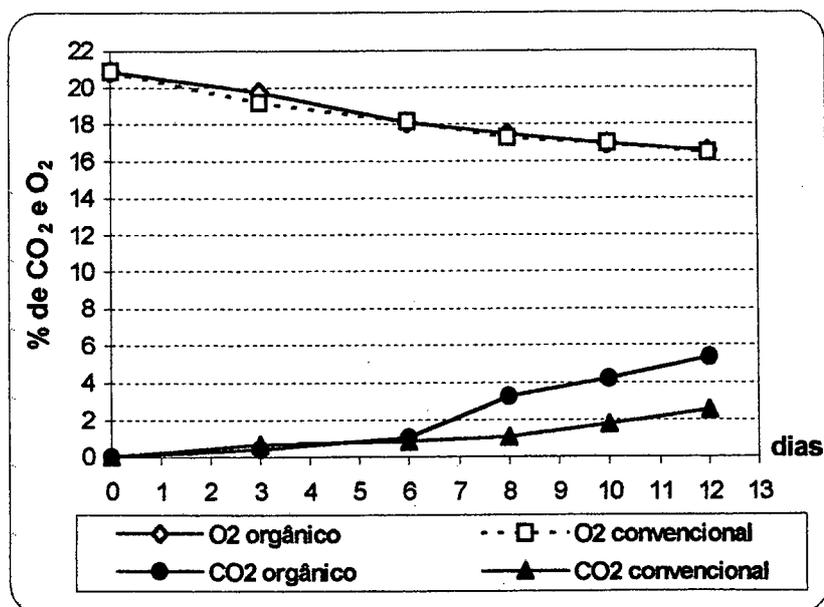


FIGURA 26 - Concentração dos gases nas embalagens da alface americana minimamente processada durante o tempo de prateleira.

A redução na concentração de O₂ e o aumento da concentração de CO₂, cria um gradiente, causando uma entrada de O₂ e uma saída de CO₂ da embalagem. No início do processo, o gradiente é pequeno e o fluxo através da embalagem não é suficiente para repor o O₂ que foi consumido ou para transferir todo o CO₂ que foi gerado. Deste modo, no interior da embalagem, a concentração de O₂ diminui e a concentração de CO₂ aumenta, gerando uma atmosfera modificada (SCHLIMME & ROONEY, 1994). Isso foi observado nesse trabalho, tanto para o sistema orgânico, como para o convencional de produção de alface e está demonstrado nas tabelas 13 e 14.

TABELA 13 – Concentração de oxigênio (%) na embalagem PEBD contendo alface americana minimamente processada, obtida por cultivo orgânico e convencional.

Sistema	Tempo de prateleira (dias)						Médias
	0	3	6	8	10	12	
Orgânico	20,85	19,73	18,09	17,47	16,93	16,55	18,27
Convencional	20,87	19,17	18,15	17,28	16,99	16,45	18,15
Médias	20,86	19,45	18,12	17,38	16,96	16,50	18,21

TABELA 14 – Concentração de dióxido de carbono (%) na embalagem PEBD contendo alface americana minimamente processada, obtida por cultivo orgânico e convencional.

Sistema	Tempo de prateleira (dias)						Médias
	0	3	6	8	10	12	
Orgânico	0,03	0,43	1,04	3,29	4,25	5,39	2,40
Convencional	0,03	0,70	0,85	1,09	1,78	2,55	1,17
Médias	0,03	0,56	0,94	2,19	3,01	3,97	1,79

Quando o consumo de O₂ é igual à difusão do O₂ para dentro da embalagem e a produção de CO₂ é igual à difusão para fora da embalagem, um equilíbrio é alcançado em pouco tempo, à temperatura de 25 °C (KADER; ZAGORY & KERBEL, 1989; CHITARRA & CHITARRA, 1990; LANA, 2000).

No presente trabalho, este equilíbrio não foi alcançado pois o tempo de análise foi encerrado com doze dias e a temperatura de estocagem de 4 °C, diminuiu a velocidade de respiração do produto (Figura 26).

A análise do CO₂ resultou em diferença significativa entre sistemas de cultivo, tempo de exposição em prateleira e para a respectiva interação, pelo teste F da análise de variância com nível de erro $\alpha = 0,05$. Isto resulta que a alface apresentou comportamento distinto nos dois sistemas. Em vista disso, os resultados foram analisados através do estudo de regressão linear, resultando em efeito quadrático significativo (Figura 27), mostrando a forma pela qual os dois sistemas diferem entre si.

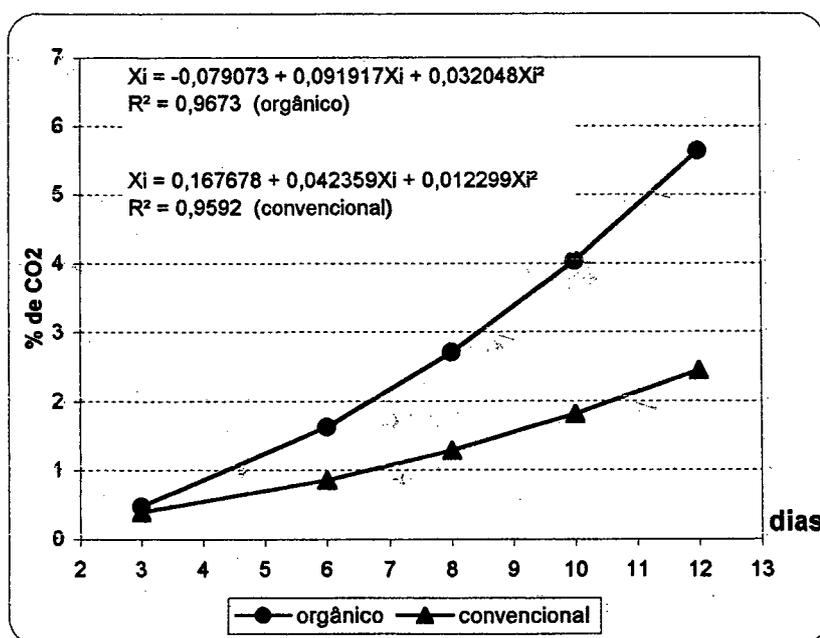


FIGURA 27 - Concentração de dióxido de carbono (CO₂) dentro da embalagem, no sistema orgânico e convencional.

O $R^2 = 0,9673$ e $0,9592$ para os sistemas orgânico e convencional, respectivamente, significa que o efeito quadrático explicou 96,73% e 95,92% de toda a variação devido ao tempo de prateleira.

O sistema orgânico apresentou maior concentração de CO_2 na embalagem, pela maior atividade respiratória decorrente de maiores teores de matéria seca, em relação ao sistema convencional.

Este resultado é considerado bom para sistema orgânico por prolongar a atividade respiratória, mantendo suas boas características sensoriais, aumentando a vida de prateleira.

4.1.2 Taxa respiratória e quociente respiratório

A alface convencional apresentou nos primeiros dias de estocagem uma taxa respiratória superior à da alface orgânica. No entanto, esta foi decrescente até o oitavo dia de exposição (Figura 28).

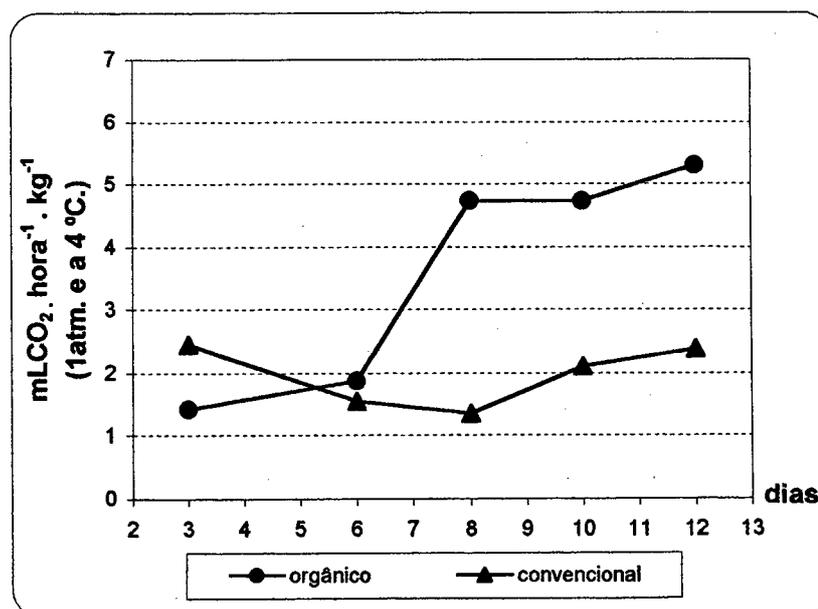


FIGURA 28 - Taxa respiratória da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional a 1,0 atmosfera de pressão e mantida a 4 °C.

Por outro lado, a alface orgânica, durante todo o período de exposição estudado apresentou taxa respiratória crescente.

Provavelmente, a maior disponibilidade de substratos energéticos de menor peso molecular, justifica a superioridade da alface convencional nos primeiros dias de exposição, quanto à taxa respiratória. Enquanto a alface orgânica, que possui substâncias de reserva com maior peso molecular, suporta a crescente taxa respiratória observada.

Este fato pode ser comprovado analisando-se o quociente respiratório, onde a tendência para atingir o valor unitário (equilíbrio) é maior para a alface orgânica e significativamente inferior para a alface convencional, com menor tendência para atingir o valor unitário, o que está de acordo com a composição diferenciada destes produtos (Figura 29).

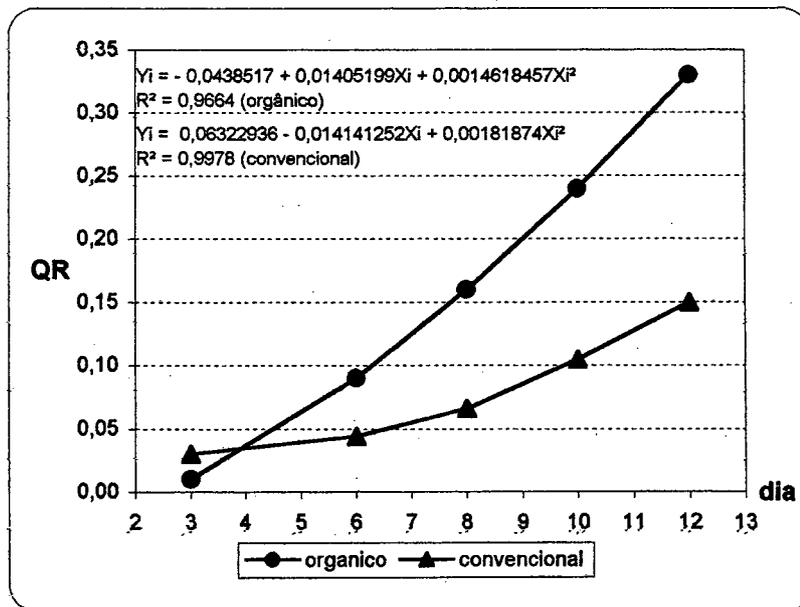


FIGURA 29 – Quociente respiratório da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.

Comparando visualmente as duas equações estimadas, observa-se que no sistema convencional, o elemento que subtrai é o termo linear $b_{Xi} = -0,0141412524 X_i$, o qual vai aumentando ao passo que aumenta o tempo de prateleira, enquanto que no sistema orgânico, o elemento que subtrai é o intercepto $a = -0,438517$, o qual permanece constante quando X_i (tempo de prateleira) aumenta. Pelo exposto, a atividade respiratória no sistema convencional afetou o termo linear que também representa a intensidade respiratória no sentido de produzir menos CO_2 e portanto este sistema apresentou menos quantidade de carboidratos que o orgânico, resultando na diferença das duas equações citadas acima.

Como foram utilizadas as mesmas embalagens com condições iguais de estocagem, a composição da atmosfera no interior das embalagens, pode ser atribuída ao tipo de cultivo.

Os efeitos da maior concentração de CO_2 nas embalagens contendo alface orgânica, explicam algumas diferenças sensoriais no produto.

O quociente respiratório está relacionado com a natureza da composição química do vegetal e com a natureza do substrato orgânico empregado para o processo respiratório (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Portanto, a diferença encontrada entre as alfaces cultivadas pelos dois sistemas, quanto ao quociente respiratório, sugere que existam diferenças significativas na composição destes produtos.

O cultivo orgânico, diferentemente do convencional, retém durante mais tempo os nutrientes do solo às plantas, o que pode ter contribuído para esta diferença.

O quociente respiratório é afetado por condições de atmosfera modificada (redução de O₂ e elevação de CO₂). O CO₂ passa a atuar como um inibidor para os processos respiratórios (LEE *et al.*, 1991) e as embalagens onde a concentração do CO₂ é superior, os produtos atingem melhores condições de estocagem.

Considerando estas observações, a alface convencional, com menor quociente respiratório e menor taxa respiratória, ou seja, com menor liberação de CO₂ para a embalagem, teve sua vida de prateleira alterada devido a este processo, comparativamente à alface orgânica. Portanto, a alface orgânica em relação à alface convencional, apresentou melhor desempenho, quanto à vida de prateleira, no que diz respeito a essa variável.

4.2 Variação da matéria seca durante o tempo de exposição de folhas de alface

O teor de matéria seca ofereceu a oportunidade de comparar as alfaces produzidas em diferentes formas de cultivo, com a mesma idade de plantio, quanto à formação da estrutura foliar. Adicionalmente, considerando a perda de água durante a respiração, a determinação da matéria seca durante o tempo de exposição das folhas minimamente processadas, possibilitou relacionar a vida de prateleira com o tipo de cultivo.

Apesar de não ter havido interação entre matéria seca e tempo, foi realizado um estudo de regressão não linear para cada sistema, com objetivo de mostrar o comportamento da alface ao longo do tempo, dada pela equação $Y_i = aX_i^b$ (Figura 30).

$$\text{Equação do sistema orgânico: } Y_i = 2,3201 X_i^{-0,267516}$$

$$\text{Equação do sistema convencional: } Y_i = 2,4315 X_i^{-0,413541}$$

Como $X_i^{-0,267516} > X_i^{-0,413541}$ significou que a perda de matéria seca para cada dia de exposição foi maior no sistema orgânico. Porém, o sistema orgânico produziu maior quantidade de matéria seca que o sistema convencional. Por isso, no sistema orgânico chegou-se ao final do tempo de exposição com maior quantidade de matéria seca. Estes resultados são explicados pela evolução de CO_2 mostrados na Tabela 15 e Figuras 28, 29, 30 e 31.

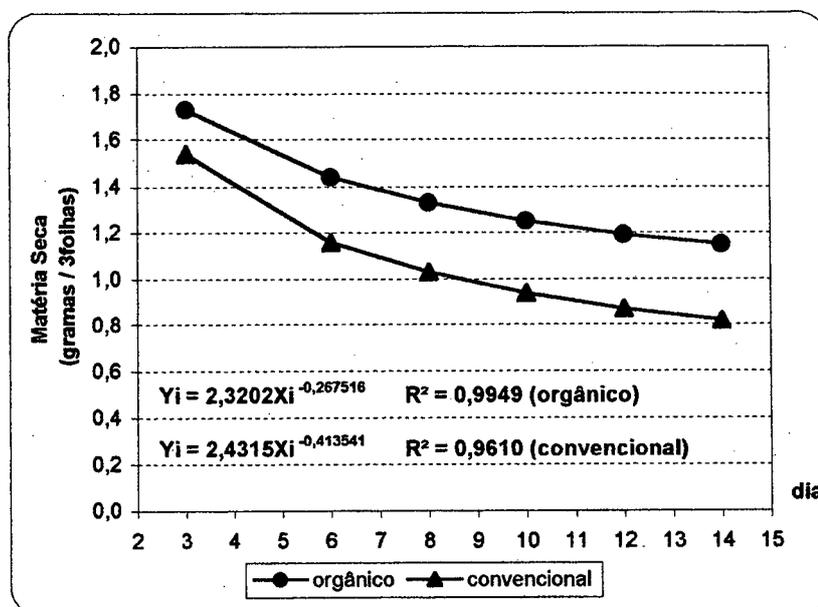


FIGURA 30 - Matéria seca da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.

Resgatando a estequiometria da reação da respiração (Equação 2) e o comportamento respiratório observado para a alface orgânica, poderia ser esperado maior perda de água para as alfaces deste cultivo, uma vez que apresentou maior quociente respiratório.



Tendo apresentado menor teor de matéria seca a alface convencional apresentou indicação de menor concentração de substratos na estrutura foliar, desde os primeiros tempos avaliados. Observando-se o coeficiente de inclinação da reta para a matéria seca da alface orgânica com o tempo verifica-se uma queda mais brusca da matéria seca para este produto (Tabela 15).

TABELA 15 – Peso (gramas/3 folhas) da matéria seca da alface americana no sistema orgânico e convencional

Sistema	Peso da matéria seca em gramas/3 folhas							Médias
	Tempo de prateleira (dias)							
	0	3	6	8	10	12	14	
Orgânico	1,39	1,73	1,45	1,32	1,24	1,18	1,17	1,35
Convencional	1,53	1,55	1,12	1,04	1,00	0,92	0,73	1,13
Médias	1,46	1,64	1,28	1,18	1,12	1,05	0,95	1,24

Este comportamento oferece uma indicação quanto à natureza dos substratos para a respiração nos dois cultivos, bem como quanto aos compostos que retém água, presentes na estrutura foliar dos produtos.

A alface orgânica, onde foram encontrados os maiores quocientes respiratórios, foi no entanto a que apresentou maior teor de matéria seca. Isso mostrou que houve maior estruturação foliar para o cultivo orgânico (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

4.3 Análise Sensorial

A alface americana minimamente processada cultivada no sistema orgânico e convencional foi avaliada, quanto aos atributos: cor, brilho,

escurecimento enzimático, aroma, odor estranho, textura e sabor. Os resultados dessa avaliação são apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 – Escores médios conferidos aos atributos da análise sensorial da alface americana minimamente processada no sistema orgânico e convencional, ao longo do tempo.

Escore (0 a 10)	Sistemas	Tempo de prateleira (dias)				
		Zero	3	6	8	10
Cor	orgânic	9,29	9,10	8,53	8,44	7,80
	convenc	9,56	8,49	8,22	6,96	6,54
Brilho	orgânic	9,29	8,65	7,49	6,94	6,25
	convenc	9,24	7,89	6,87	6,08	5,50
Escurecimento enzimático	orgânic	9,66	8,13	7,11	5,88	5,36
	conven	8,76	6,70	5,78	5,34	4,69
Aroma	orgânic	9,79	8,76	8,09	7,16	6,47
	conven	9,23	8,14	7,17	6,44	5,41
Odor Estranho	orgânic	9,77	9,20	8,82	8,33	7,87
	conven	9,57	9,31	8,76	8,53	8,10
Textura	orgânic	9,63	9,01	8,24	7,78	7,24
	conven	9,44	9,05	8,02	7,41	6,75
Sabor	orgânic	9,64	9,10	8,52	7,93	7,39
	conven	9,49	8,66	7,97	7,33	6,89

A vida de prateleira seguiu um limite mínimo de aceitabilidade para os diferentes atributos estudados. Ficou determinado pelos julgadores que o valor seis (6) seria o escore mínimo de aceitabilidade do produto, ou seja, de desclassificação.

As amostras foram oferecidas para degustação até o décimo dia de exposição nas condições previstas no experimento.

Dentre todos os atributos avaliados o escurecimento enzimático foi o mais sensível, para o qual desde o tempo zero, ocorreu superioridade de escore estatisticamente significativo para a alface orgânica.

A deterioração das folhas de alface a cada dia a mais na prateleira, medida através do escurecimento enzimático, diminuiu 0,43 e 0,38 unidades por dia de prateleira, a partir de 10 unidades na escala considerada, para os sistemas orgânico e convencional respectivamente (Figura 31).

O escurecimento enzimático mostrou um comportamento linear explicando (R^2) em 99% para o sistema orgânico e 95% para o sistema convencional.

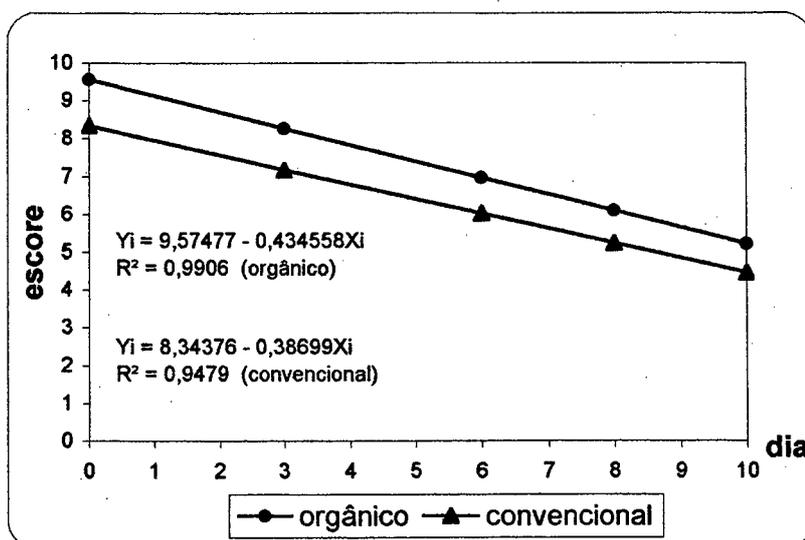


FIGURA 31 - Escores dados para o atributo escurecimento enzimático da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, ao longo do tempo de prateleira.

O comportamento da deterioração das folhas de alface, medido pelo escurecimento enzimático, foi semelhante para os dois sistemas de cultivo (Figura 31 e Tabela 17), porém como o escurecimento enzimático tem como limite o escore 6 ou 60%, aplicando-se as duas equações constantes na Figura 31, este limite é atingido pelo sistema orgânico onde para $X = 8$ dias de prateleira, temos $Y = 6,10$ enquanto que no sistema convencional atingimos este valor já no 6º dia de prateleira, onde para $X = 6$, obtemos $Y = 6,02$. Portanto, sob o ponto de vista

do escurecimento enzimático, o sistema orgânico foi mais eficiente, superando o convencional em dois dias.

TABELA 17 - Escores médios dados ao atributo escurecimento enzimático na análise sensorial da alface americana minimamente processada, nos sistemas orgânico e convencional, durante o tempo de prateleira.

Sistema	Tempo de prateleira (dias)					Médias
	0	3	6	8	10	
Orgânico	9,66	8,13	7,11	5,88	5,36	7,23
Convencional	8,76	6,70	5,78	5,34	4,69	6,25
Médias	9,21	7,42	6,45	5,61	5,03	6,74

No tempo zero de estocagem, a alface convencional superou a alface orgânica no atributo cor (Figura 32). No entanto, a alface orgânica foi superior nos demais atributos. Em alface, a clorofila consiste no principal pigmento responsável pela cor. Este é alterado mediante diferentes fatores isolados ou em conjunto. Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990), variações no pH, devido ao aumento da concentração de ácidos orgânicos nos vacúolos, ativação da enzima clorofilase e sistemas oxidantes endógenos, contribuem para a perda da cor.

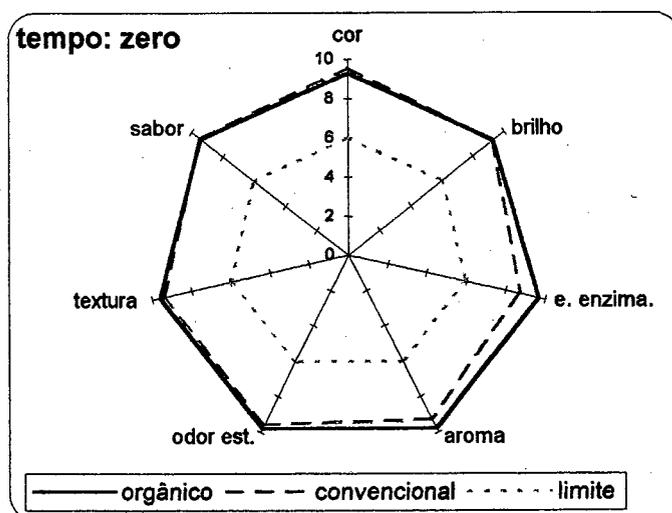


FIGURA 32 - Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no tempo zero.

No decorrer do período de exposição, no terceiro dia, a alface orgânica superou a alface convencional quanto à cor (Figura 33).

A alface orgânica foi superior quanto ao brilho desde o tempo zero até o final da exposição (Figuras 32,33, 34, 35 e 36). Esta importante diferença entre os dois sistemas de cultivos sugere que a estrutura das células vegetais, bem como a interação entre água e matéria seca na alface de maior brilho é mais intensa. Provavelmente, os sólidos solúveis e os compostos que se ligam com a água, tais como pectina, hemicelulose e outros estiveram em maior concentração na alface orgânica.

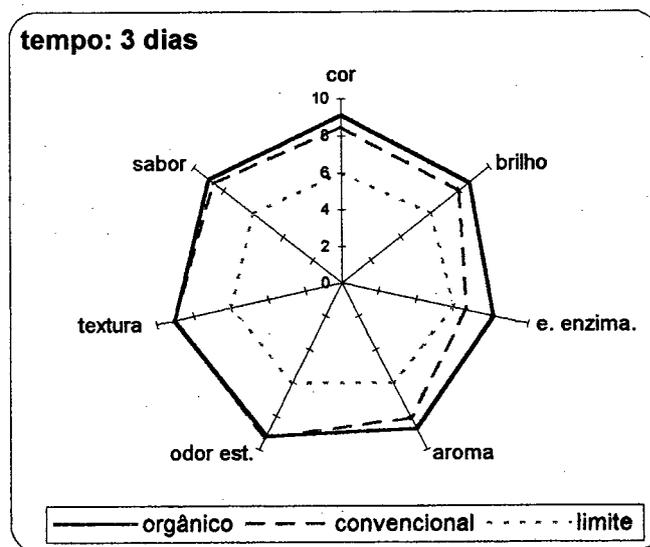


FIGURA 33 – Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no terceiro dia.

No sexto dia de exposição foi observado que a alface convencional entrou no limite do atributo pré-estabelecido pelos provadores, enquanto que a alface orgânica apresentou condições superiores de aceitabilidade.

Neste mesmo tempo de análise, observou-se que os atributos brilho e aroma aceleraram em direção à desclassificação, com a alface orgânica mantendo condições de superioridade em relação à convencional (Figura 34).

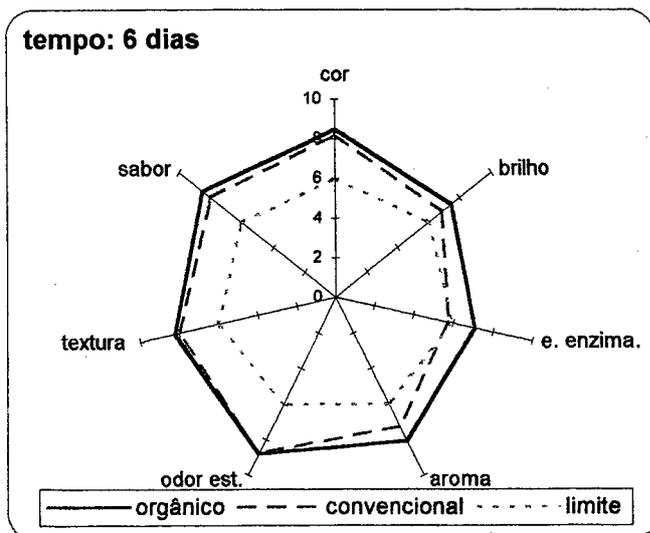


FIGURA 34 - Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no sexto dia.

No oitavo dia de exposição foi observado que o atributo escurecimento enzimático para alface orgânica ultrapassou o limite da aceitabilidade do produto, determinado o máximo de vida de prateleira. Os atributos aroma e brilho nos dois sistemas, também estavam próximos do limite de aceitabilidade (Figura 35).

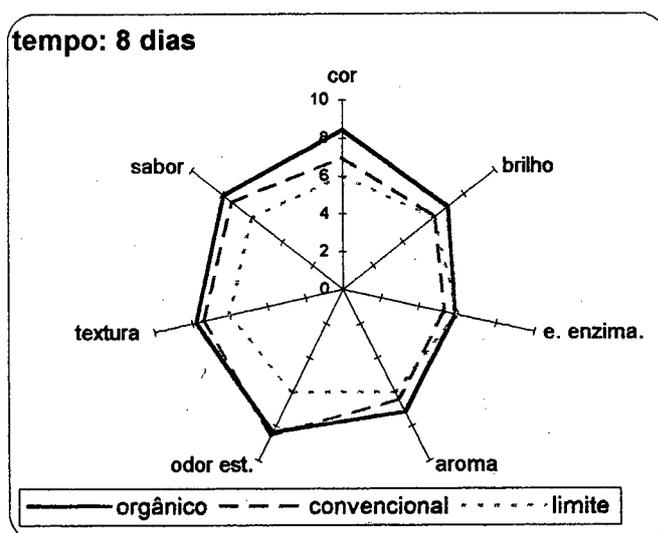


FIGURA 35 - Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no oitavo dia.

No décimo dia de análises, além do atributo escurecimento enzimático para os dois sistemas determinarem o final da análise, os atributos aroma e brilho do sistema convencional, também cruzaram o limite de aceitabilidade (Figura 36).

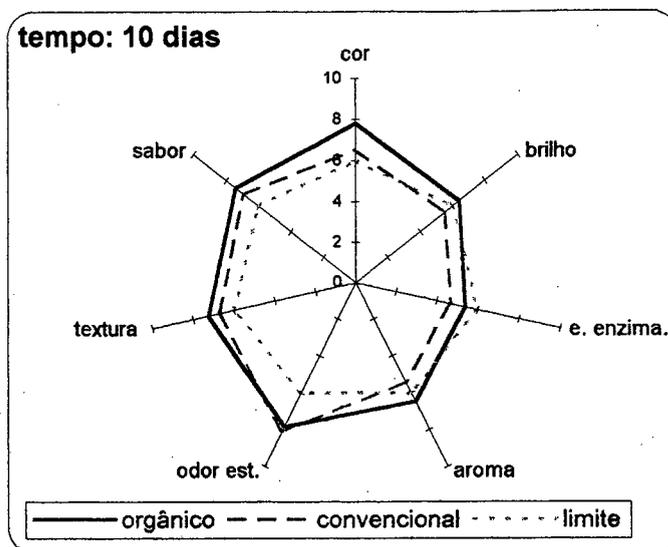


FIGURA 36 - Análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, no décimo dia.

A textura pode ser relacionada com a matéria seca a qual foi sempre superior na alface orgânica. A este atributo, pode-se relacionar o escurecimento enzimático, o qual é estimulado por danos físicos na folha. Uma vez que a alface convencional foi a que apresentou menores escores para a textura, pode-se atribuir a fragilidade da folha a maior tendência ao escurecimento enzimático.

Folhas mais frágeis são menos brilhantes, o que foi verificado pelos menores escores para o atributo brilho para alface convencional.

A maior fragilidade das folhas também se apresenta como indicativo de substratos mais facilmente sujeitos às alterações de natureza enzimática, não visualizada pelos provadores e que interferem no aroma do produto. Durante a

estocagem, enzimas despolimerizantes e desesterificantes endógenas atuam alterando a textura dos vegetais.

Embora produtos minimamente processados sejam alimentos geralmente higienizados, prontos para consumo e isentos de contaminantes microbianos, no presente trabalho, as amostras foram avaliadas quanto à microbiologia no tempo zero, com objetivo de garantir a segurança dos julgadores do painel sensorial e para observar a influência da contaminação sobre a vida de prateleira.

Seguindo as análises indicadas por legislação vigente no país, uma vez que não se dispõe de legislação para vegetais minimamente processados no Brasil, as amostras analisadas estavam em condições higiênico-sanitárias indicadas para o consumo humano (Brasil, 2001) e não diferenciaram entre si (Anexo 4.1).

O maior teor de matéria seca indicou maior concentração de substâncias com sabor e aroma característicos do produto, o que é superior para a alface orgânica, na maioria dos tempos testados.

A literatura é escassa quanto a trabalhos comparando produtos de cultivo orgânico, com o cultivo convencional, porém, as publicações sobre alterações pós-colheita oferecem subsídios para estas discussões.

Quanto ao sabor, a maior concentração de matéria seca para alface orgânica após o terceiro dia de exposição justificou, a sensível diferença entre os dois sistemas de cultivo.

Todos os atributos analisados apresentaram uma tendência à regressão linear, dando uma ligeira vantagem ao sistema de cultivo orgânico da alface americana minimamente processada, exceto quanto ao atributo odor estranho,

que não apresentou diferença significativa entre os dois sistemas. Portanto, as diferenças observadas não são devidas à presença de contaminação microbiana.

A perda de textura associada a alterações de cor e aroma são processos que ocorrem em maior ou menor intensidade segundo a natureza química dos vegetais. A alface orgânica mostrou-se sensivelmente diferente da alface convencional, desencadeando estes processos de natureza química e enzimática mais lentamente do que a alface convencional.

A maior geração de CO_2 nos processos respiratórios resgata esta diferença, a maior concentração de CO_2 provém da alface orgânica pois esta possui maior concentração de substratos para a geração superior de CO_2 .

4.4 Nitrato

O resultado da análise de nitrato acumulado nas folhas da alface minimamente processada apresentou valores significativamente superiores para o sistema orgânico em relação ao convencional (Anexo 4.2), com teores médios de 44,05 ppm e 41,42 ppm de nitrato e 0,86mg/100g de nitrato e 0,75mg/100g de nitrato (base peso seco), para os sistemas orgânico e convencional respectivamente.

Por outro lado, as adubações nitrogenadas aplicadas durante o cultivo dos dois sistemas coincidiram com a época chuvosa. Isso deve ter contribuído para a maior lixiviação e volatilização do nitrogênio solúvel aplicado no sistema convencional (Anexo 4.3). Já no sistema orgânico, o nitrogênio aplicado em cobertura, provavelmente foi imobilizado por microrganismos na porção húmica do solo, e posteriormente pode ter sido liberado ao solo e finalmente ter sido absorvido e assimilado pelas plantas.

A quantidade de nitrogênio disponível através da adubação, para o sistema de cultivo convencional, apresentado no Anexo 4.4, foi maior quando comparado ao sistema orgânico. No entanto, os resultados apresentaram de forma significativa, um acúmulo superior de nitrato no sistema orgânico. Por isso, esperava-se maior concentração de nitrato no sistema convencional, discordando do que foi observado por BROWN & SMITH (1966) e CANTLIFFE (1972).

→ O teor de nitrato em vegetais tem sido alvo de discussão, uma vez que ao cultivo convencional é atribuído maior teor de nitrato.

→ Do ponto de vista da segurança alimentar, as alfaces cultivadas em ambos os sistemas não oferecem risco ao consumidor. A portaria nº 1469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde, estabelece padrões da potabilidade da água, permitindo a presença de até 10mg/L (10ppm) de nitrato. A legislação para alimentos varia de 50ppm de nitrato para queijos até 400ppm de nitrato para carnes curadas e salames. No momento não existe uma legislação própria determinando os limites de nitrato para vegetais minimamente processados. /

Considerando-se que 100g de matéria seca de alface contém 0,86 mg de NO_3 , estima-se que para o consumo de 0,297 ppm de nitrato (mg de nitrato/Kg de alface fresca) teriam que ser consumidos 82 folhas de alface, o que está aquém dos padrões exigidos para água potável.

5 CONCLUSÕES

1. O sistema de cultivo orgânico permite ampliar sensivelmente o tempo de vida de prateleira da alface americana minimamente processada.
2. O comportamento da atmosfera de oxigênio e dióxido de carbono no interior da embalagem foi exclusivamente devido ao sistema de cultivo.
3. A alface americana cultivada sob o sistema orgânico supera a alface americana convencional quanto ao tempo de vida de prateleira em dois dias.
4. O teor de matéria seca e a produção de dióxido de carbono são superiores para a alface orgânica, o que revela diferença na natureza de substrato para o processo respiratório.
5. A avaliação sensorial mostrou sensível superioridade para a alface americana minimamente processada produzida no sistema orgânico em relação a convencional.
6. A concentração de nitrato na alface americana sob cultivo orgânico foi maior que a concentração de nitrato da alface americana sob cultivo convencional.

6 RECOMENDAÇÕES

1. Determinação da composição química nos dois sistemas de cultivo:
 - Carboidratos totais.
 - Carboidratos ácido digeríveis.....
 - Açúcares reductores.
2. Acompanhamento da composição química do solo antes do plantio e na colheita.
3. Maiores cuidados com agressão e injúrias da pós-colheita e do processamento, minimizando o escurecimento enzimático.
4. Estudos da enzima ACC oxidase, quanto à sua inativação a frio e processos alternativos.
5. Ampliar o uso de partes não processadas da alface americana, como as folhas mais verdes e a gema apical.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W. ; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in Plant Biology**. 2.ed. London: Academic Press, 1992. 414p.
- AGROFLORA. **Catálogo de Sementes**. São Paulo: Agroflora S.A., 1997. 45p.
- ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, p.160-165, 1998.
- AMORIM, H. V. Respiração. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal**. 2ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1985, v.1, p.251-279.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Arlington (USA): Virginia, 1998.
- APHA. **American Public Health Association**. 3. ed. Washington, D.C: American Public Health Association Inc, 1992.
- AMERICAN SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE - ASHS. online. Disponível em <[http:// www.ashs.org](http://www.ashs.org)>. acesso em: 17 jul. 2000.
- ARJONA, H. E.; MATTA, F. B.; GARNER JUNIOR, J. O. G. Wrapping in polyvinyl chloride film slows quality loss of yellow passion fruit. **Hortscience**, Gainesville, v. 29, n. 4 p. 295-296, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14140. **Alimentos e Bebidas – Análises Sensorial – Teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- BALLESTEROS, F. R. Poscosecha del Tomate para consumo en fresco. In: NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Barcelona: Mundi-Prensa, 1995, p. 589-623.
- BEUCHAT, L. R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. **Journal Food Protection**, USA, v. 59, p. 204-216, 1995.
- BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetable. **Journal Food Quality**, USA, v. 10, p. 195-206, 1987.
- BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 5.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1979. 647p.

BRASIL, Resolução RDC Nº 12 – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 02 de janeiro de 2001.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hortscience*, Gainesville, v. 30, n.1, p.18 -21, 1995.

BROWN, J. R.; SMITH, G. E. Soil fertilization and nitrate accumulation in vegetable. *Agronomist Journal*, USA, v. 58, p. 209-212, 1966.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAN, M. K.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of ground water: sources and potential hearth effects, *Journal American Water Works Association*. USA, v. 84, p.85-90, 1992.

BUESCHER, R.W. Influence of carbon dioxide on postharvest ripening and deterioration of tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Winnipeg, v. 104, p. 545-547, 1979.

CABRAL, A.C.D.; FERNANDES, M.H.C. Aspectos Gerais sobre a Vida-de-Prateleira de Produtos Alimentícios. *Boletim do Ital*, Campinas, v.17, n.4, p.371-439, out./ dez., 1980.

CANTLIFFE, D. J. Nitrate accumulation in vegetable crops as affected by photoperiod and light duration. *Journal American Society Science*, USA, v. 97, p. 414-418, 1972.

CHITARRA, M. I. F. ; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

CHRISTIE, G.B.Y, *et al.* Determination of film requirements and respiratory behaviour of fresh produce in modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, Davis, v.6, p.41-54, 1995.

CPRC - Comité Permanent de la Restauration Collective. **Cuisine Centrale...** Horizon 2001. Paris: Les Nouvelles du Monde, Cahier n. 18, 1989.

CPRC – Comité Permanent de la Restauration Collective. **L'agro-alimentaire au service de la restauration collective**. Paris: Les Nouvelles du Monde, Cahier n. 14, 1985.

DESCHENE, A. *et al.* Membrane deterioration during postharvest senescence of broccoli florets: modulation by temperature and controlled atmosphere storage. *Postharvest Biology and Technology*, Davis, v. 1, p.19 -31, 1991.

EMATER/DF. **Vegetais Minimamente Processados**. Brasília, 1997. 19p.

EPAGRI. **A Cultura da Alface**. Florianópolis, 24p. 1997. Trabalho não publicado.

✕ EPAGRI. **Levantamento da Produção de Hortícolas de Santa Catarina**. Itajaí, 24p. 1999. trabalho não publicado.

EXAMA, A. *et al.* Suitability of various plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables: gas transfer properties and effect of temperature fluctuations. **Acta Horticulture**, Gainesville, n.343, p.175 -180, 1993.

FENNEMA, O. R. **Food Chemistry**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, inC, 1985. 541p.

GARCIA, E. E. C.; PADULA, M.; SARANTOPOULOS, C. G. L. **Embalagens Plásticas: propriedades de barreira**. Campinas: ITAL, 1989. 44p.

GIMENO, R. M. G.; COSANO, G. Z.; LÓPEZ, M. A. Conservación de los alimentos mediante atmósfera modificada. Vegetales de IV gama. **Alimentaria**, v.267, p.89 -104, 1995.

GORNY, J. R. Summary of CA and AM requirements and Recommendations for Fresh-cut (Minimally processed) Fruits and Vegetables. In: GORNY, J. R. **Proceeding of Seventh International Controlled Atmosphere Conference**. 5, Postharvest Outreach Program, University of California. Davis, p. 30-66, 1997.

* HAMERSCHMIDT, I. Agricultura Orgânica: Conceituações e Princípios. In: **Anais do 38º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**. Petrolina-PE: ART&MIDIA, 1998. CD – ROM.

HARDENBURG, R. E. Effect on in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. **Hortscience**, Gainesville, v.6, p.198-201, 1971.

* HARKALY, A. Perspectiva da Agricultura Orgânica no Mercado Internacional. In: **Encontro Nacional Sobre Produção Orgânica de Hortaliças**. 1., Vitória-ES, 1998. **Anais...** Vitória: EMCAPA, 1998. 211p. p.57-66.

HAZERA. **Catálogo de Semillas de Hortalizas**. Almería, [199-]. 101p.

HERNER, R.C. High effects in plant organs. In: WEICHAMNN, J. **Postharvest Physiology of Vegetables**, New York: Marcel Dekker, 1987. p.239 -253.

* HOLLAND, B. *et al.* **The Composition of Foods**. 5.ed. UK: Richard Clay Ltd, 1995. 837p.

INSTITUTO BIODINÂMICO. **Diretrizes para os Padrões de Qualidade Biodinâmico, Deméter e Orgânico**. 5.ed. Botucatu, 1995. 26p.

* IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 1989.

IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 1996.

IBGE. **Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Acesso em: 27 de março 2001.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. **Food Technology**, California, v. 40, n.5, p.99 -104, 1986.

KADER, A. A.; KE, D. Controlled atmospheres. In: PAULL, R.E.; ARMSTRONG, J.W. **Insect Pests and Fresh Horticultural Products: treatments and responses**. Wallingford: CAB International, 1994. p.223 -236.

KADER, A. A.; ZAGORY, D.; KERBEL, E. L. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. Maryland, v. 28, n.1, p.1-30, 1989.

KERBEL, E. L.; KADER, A.A.; ROMANI, R.J. Effects of elevated CO₂ concentrations on glycolysis in intact 'Bartlett' pear fruit. **Plant Physiology**, v.86, p. 1205-1209, 1988.

KIRK, R. S. and SAWYER, R. **Pearson's Composition and Analysis of Foods**. 9.ed. UK: Longman, 1997. 320p.

LAGRANGE, L. **La Commercialisation des Produits Agricoles et Alimentaires**. 2 ed. Paris: TecDoc, 1995, 445 p.

LANA, M. M. **Atmosfera Modificada e Controlada**. Aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.

LARSEN, M.; WATKINS, C. B. Firmness and aroma composition of strawberries following short-term high carbon dioxide treatments. **Hortscience**, Gainesville, v.30, p.303-305, 1995.

LEE, D.S. *et al.* Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principles of enzyme kinetics. **Journal of Food Science**, v.56, p.1580-1585, 1991.

LÓPEZ-GALVEZ, G.; SALTVEIT, M.; CANTWELL, M. The visual quality of minimally processed lettuces stored in air or controlled atmospheres which emphasis on romaine and iceberg types. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v.8, p.179-190, 1996.

* LORENZ, O. A. Lettuce. In: **The Software Tool works Multimedia Encyclopedia**. Version 1.5, Grolier, InC 1992. CR-ROM.

McDONALD'S. Realidade e perspectivas para o mercado institucional. In: **Seminário Nacional de Vegetais Minimamente Processados**, 1, 1999. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: ITAL, 1999. p. 4.

MATHOOKO, E. M. Regulation of ethylene biosynthesis in higher plants by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**. Davis, v.7, p. 1-26, 1996a.

- MATHOOKO, E. M. Regulation of respiratory metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v.9, p.247-264, 1996b.
- MENNITI, A. M.; MACCAFERRI, M.; FOLCHI, A. Physio-pathological responses of cabbage stored under controlled atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v.10, p.207-212, 1997.
- MORETTI, C. L. Processamento mínimo de hortaliças. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 17, n.2, p. 79 – 80, jul. 1998.
- NANOS, G. D.; ROMANI, R. J.; KADER, A. A. Respiratory metabolism of pear fruit and cultured cells exposed to hypoxic atmospheres: associated change in activities of key enzymes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Winnipeg, v. 119, n.2, p.288-294, 1994.
- NEVES, M. C. P. Panorama e perspectivas. In: **CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA**, 3, 1998. Piracicaba, SP. Anais... São Paulo: SMA/CED, 1999. p. 22-26.
- NGUYEN -THE, C; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.34, n.4, p.371-401, 1994.
- ✗ NONNECKE, I. L. **Vegetable Production**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- OLIVEIRA, E. C.; VALLE, R. H. P. Aspectos microbiológicos dos produtos hortícolas minimamente processados. **Higiene Alimentar**, Lavras, v. 11, n. 78/79, p. 50-54, 2000.
- PEPPELENBOS, H. W, *et al.* Modeling oxidative and fermentative carbon dioxide production of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v.9, p.283-295, 1996.
- PEREIRA, C. F. & AMARAL, A. P. A aplicação da análise sensorial na indústria de alimentos. **Alimentos & Tecnologia**, n.72, Ed. Isabella Marcondes Piason, 1997.
- PETOSEED. **Seeds for the World**. USA, [199-]. 80p.
- ✗ PHILLIPS, R.; RIX, M. **The Random House Book of Vegetables**. New York: Random House. N.Y. 1993.
- ✗ PINK, D. A. C; KEANE, E. M. Lettuce, *Lactuca sativa* L. In: **Genetic Improvement de Vegetable Crops**. Oxford: Pergamon Press, 1993. p. 543-571.
- ✗ PRIMAVESI, A. Agricultura sustentável. In: **CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE AGRICULTURA BIODINÂMICA**, 3, 1998. Piracicaba, SP. Anais... São Paulo: SMA/CED, 1999. p. 41.

PROENÇA, R. P. C. **Inovação tecnológica na produção de alimentação coletiva**. Florianópolis: Insular, 1997. 135p.

REVISTA SUPERHIPER. "Como cativar o cliente do ano 2.000". São Paulo. n. 237, ano 21, p. 162, maio de 1995.

RHODES, D. **Lettuce. USA, 2000**. Disponível em <<http://www.newcrop.hort.purdue.edu/htm>> Acesso em 14 de dezembro 2000.

RIPADO, M. F. B. **A alface: a chicória frisada e a escarela**. Lisboa: F. Franco. [199?]. 77p.

ROLAS – **Recomendações de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, 1995. 224 p.

SALTVEIT, M. E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v. 15, p. 279-292, 1999.

SAMS, C. E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, Davis, v.15, n.3, p. 249-254, 1999.

SCHLIMME, D. V; ROONEY, M. L. Packaging of minimally processed fruits and vegetables. In: WILEY, R.C **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. p.135-182.

SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **Hortscience**, Gainesville, v.22, n.5, p.772-776, 1987.

SOLOMOS, T. Some biological and physical principles underlying modified atmosphere packaging. In: WILEY R.C **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. p.183-225.

SOMMER, N. E. Postharvest pathology of horticultural crops. I -Principles of disease suppression by handling practices. In: KADER, A. A, et al. **Postharvest technology of horticultural crops**, California, p. 14 –16, 1983.

SPLITTSTOESSER, W. E.; VANDEMARK, J. S.; KHAN, S. M. A. Influence of nitrogen fertilization upon protein and nitrate concentration in some vegetable crops, **Hortscience**, Gainesville, v. 9, n.2, p.124-126, 1974.

STANDARD METHODS. **Determination of Anions by Ion Chromatography**. 18ª ed. USA: 1992. p. 4.1–4.8

TEIXEIRA, E. **Análise Físico-Sensorial**. Florianópolis, 1999. (Apostila da disciplina de Análise sensorial, ministrada no curso de Pós-Graduação, do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina).

TEIXEIRA, E.; MAINERT, E.; BARBETTA, P. **Análise Sensorial de Alimentos**. Florianópolis: 1987. 180 p.

WATADA, A. E.; NATHANEE, P. K.; MINOTT, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**. Davis, v.9, p. 115-125, 1996.

WATTS, B.M, *et al.* **Métodos Sensoriales Básicos para la Evaluación de Alimentos**. Ottawa: CIID, 1992. 170p.

WEICHMANN, J. Low oxygen effects. In: WEICHMANN, J. **Postharvest Physiology of Vegetables**. New York: Marcel Dekker, 1987. p. 231-238.

WIERSEMA, J. H. Plant Scientific Names. Maryland: National Germplasm Resources Laboratory. Disponível em <<http://www.ars.grin.gov>>. Acesso em: 07 jul. 2000.

WILEY, R. C. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Tradução por José Fernández-Salguero Carretero. Zaragoza: Ed. Acribia, 1997. 362p. Tradução de : **Minimally Processed Refrigerated Fruits & Vegetables**.

WRIGHT, M. J.; DAVISON, K. L. Nitrate accumulation in crops and in animals. **Advance Agronomics**. USA, n.16, p. 197-247, 1964.

YANG, S. F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Gainesville, v. 20, n.1, p.41-45, 1985.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, California, v.42, n.9, p.70-77, 1988.

8 ANEXOS

ANEXO 3.1

Resultado das análises de solo da área do Centro Treinamento da Epagri para a realização do experimento de campo com alface americana orgânica e convencional

Amostra	Unidade	Protocolo das amostras			
		A	B	C	D
Textura	% de argila	25	25	25	25
pH	-	6,3	6,2	6,4	6,3
Índice SMP	-	6,5	6,4	6,5	6,4
Fósforo	ppm	+ 50,0	+50,0	+50,0	+50,0
Potássio	ppm	252	248	253	257
Matéria orgânica	%	3,1	3,0	3,0	3,2
Alumínio	cmolc/l ¹	0	0	0	0
Cálcio	cmolc/l	4,6	4,8	4,5	4,6
Magnésio	cmolc/l	1,2	1,6	1,5	1,4

¹ cmolc/l = centimol por litro de solo.

Fonte: Cidasc – Laboratório Físico Químico e Biológico.

ANEXO 3.2

Resultado da análise química da matéria orgânica usada na adubação dos canteiros da alface americana, no sistema orgânico e convencional.

códigos	unidade	Esterco de bovinos	Esterco de aves
N total	(%)	1,30	2,50
P ₂ O ₅	(%)	0,60	3,10
K ₂ O	(%)	0,30	1,60
Ca	(%)	0,09	1,20
Mg	(%)	0,03	0,16
M.O.	(%)	15,6	52,40
Rel. C/N		6,67	11,6
pH		8,15	8,67

Fonte: Cidasc – Laboratório Físico Químico e Biológico.

ANEXO 3.3

Resultado da análise química do biofertilizante usado na adubação de cobertura dos canteiros da alface americana, no sistema orgânico.

códigos	Na matéria seca	Amostra original (%)
N	48,5 (g kg ⁻¹)	1,65
P	68,5 (g kg ⁻¹)	2,33
K	16,0 (g kg ⁻¹)	0,54
Ca	12,2 (g kg ⁻¹)	0,41
Mg	4,1 (g kg ⁻¹)	0,14
Fe	1720 (mg kg ⁻¹)	58
Mn	248 (mg kg ⁻¹)	8,4
Zn	168 (mg kg ⁻¹)	5,7
Cu	168 (mg kg ⁻¹)	5,7
B	98 (mg kg ⁻¹)	3,3
MO	62,5 (%)	2,1
Umidade	-	96,6
Matéria seca	-	3,4

Fonte: Laboratório da Estação Experimental da Epagri em Caçador.

ANEXO 3.4

NOME: _____

DATA: _____

Produto: Alface americana minimamente processada

Nº da AMOSTRA: _____

Avalie a amostra e assinale com um traço a intensidade percebida para cada atributo, nas escalas abaixo.

<p>Cor Avalie o produto através da embalagem.</p>	<p>_____</p> <p>verde escuro verde claro</p>
<p>Brilho Avalie a folha através da embalagem.</p>	<p>_____</p> <p>opaco brilhante</p>
<p>Escurecimento enzimático Avalie a área de corte e do limbo foliar através da embalagem.</p>	<p>_____</p> <p>com pigmento ferruginoso sem pigmento ferruginoso</p>
<p>Aroma Abra a embalagem e aguarde 5 segundos para iniciar a inalação.</p>	<p>_____</p> <p>folha deteriorada folha fresca</p>
<p>Odores estranhos Faça outra inalação e avalie a presença ou não de odores diferentes do vegetal amostrado.</p>	<p>_____</p> <p>Intenso ausente</p>
<p>Textura Retire uma folha da embalagem e separe um pedaço de 10 cm da nervura central e com auxílio dos dentes incisivos avalie a crocância.</p>	<p>_____</p> <p>a manga a maçã</p>
<p>Sabor Retire outra parte da folha e separe um pedaço de 10 cm da nervura central com parte do limbo foliar e deguste.</p>	<p>_____</p> <p>amargo adocicado</p>

OBSERVAÇÃO: se necessário utilize o verso da folha para os comentários.

Ficha de avaliação descritiva quantitativa – ADQ, usada na análise sensorial dos atributos da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.

ANEXO 4.1

Resultado das análises microbiológicas em alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional.

Código da amostra ¹	Tempo de exposição	Sistema de cultivo	Contagem
003	Zero dia	Orgânico	< 3 NMP/g
006	Zero dia	Orgânico	< 3 NMP/g
011	Zero dia	Orgânico	< 3 NMP/g
014	Zero dia	Orgânico	< 3 NMP/g
015	Zero dia	Orgânico	< 3 NMP/g
418	Zero dia	Convencional	< 3 NMP/g
428	Zero dia	Convencional	< 3 NMP/g
430	Zero dia	Convencional	< 3 NMP/g
436	Zero dia	Convencional	< 3 NMP/g
438	Zero dia	Convencional	< 3 NMP/g
131	14 dias	Orgânico	< 3 NMP/g
068	14 dias	Orgânico	< 3 NMP/g
167	14 dias	Orgânico	< 3 NMP/g
538	14 dias	Convencional	< 3 NMP/g
542	14 dias	Convencional	< 3 NMP/g
544	14 dias	Convencional	< 3 NMP/g

¹ numeração das embalagens da alface americana minimamente processada, no sistema orgânico e convencional, a longo do tempo de exposição.

Fonte: CAL/CCA - UFSC

ANEXO 4.2

Resultado da análise de nitrato

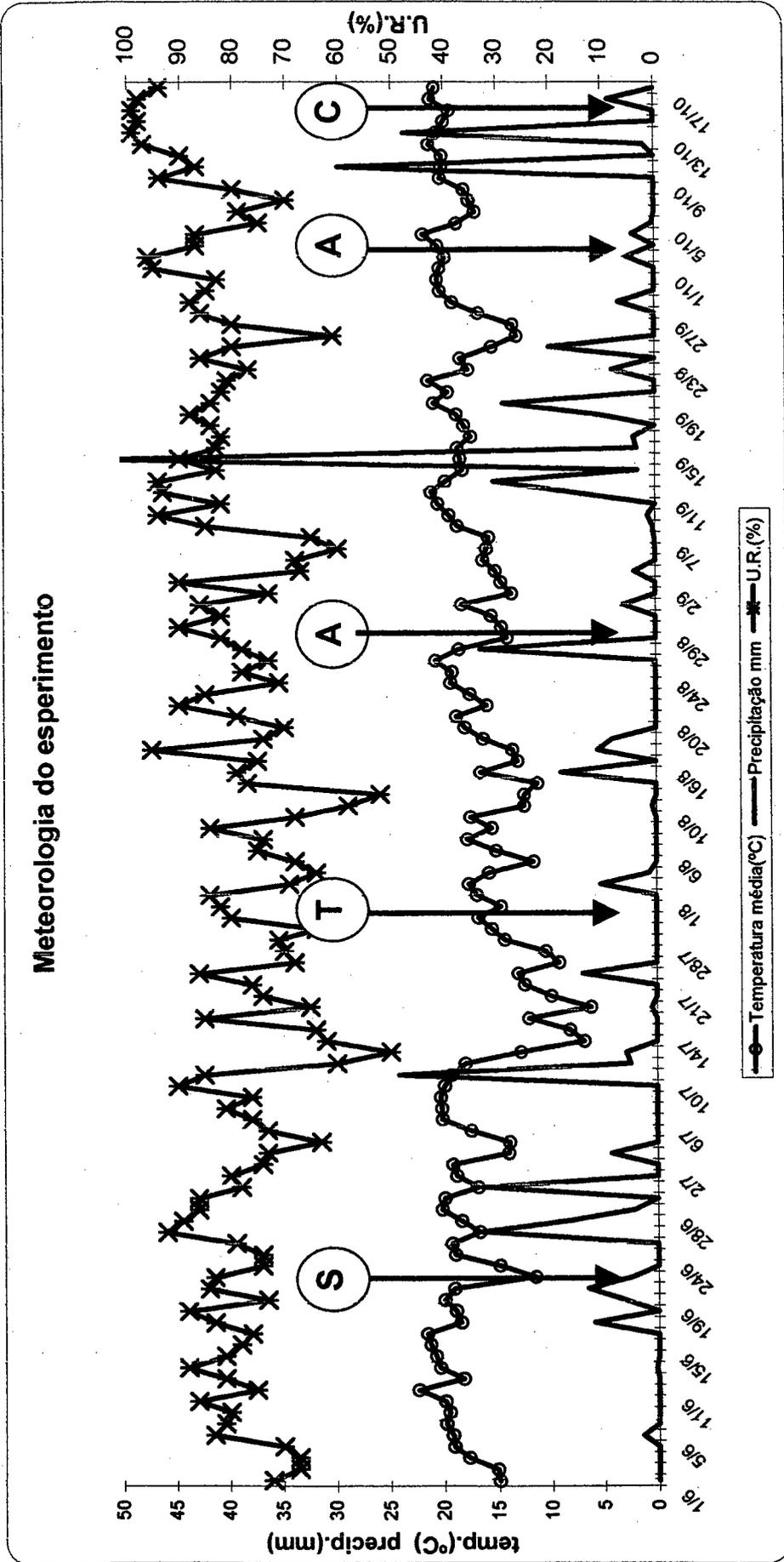
Sistemas ¹	Repetições	Peso verde (g)	Peso seco (g)	Cinza (g)	NO ₃ mg/litro	NO ₃ mg/100 (PS)
1	1	10,1256	0,3868	0,0346	0,034	0,8790
1	2	8,4663	0,3268	0,0340	0,027	0,8261
1	3	9,8057	0,3736	0,0354	0,033	0,8832
1	4	8,7806	0,3363	0,0322	0,028	0,8325
1	5	11,2461	0,4386	0,0413	0,039	0,8891
2	1	11,1086	0,4088	0,0338	0,032	0,7827
2	2	11,5500	0,3927	0,0333	0,031	0,7894
2	3	10,1041	0,3395	0,0410	0,025	0,7363
2	4	10,3106	0,3485	0,0303	0,026	0,7460
2	5	9,0776	0,3041	0,0368	0,022	0,7234

¹ Sistema 1 = cultivo orgânico - Sistema 2 = cultivo convencional.

Fonte: Laboratório da Engenharia Sanitária da UFSC.

ANEXO 4.3

Meteorologia do experimento



Dados de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura, durante o tempo de produção da alface americana, no sistema orgânico e convencional.
 S = semeadura; T = transplante; A = adubação de cobertura; C = colheita.
 Fonte: Epagri/Cilmerh

ANEXO 4.4

Resumo das adubações nitrogenadas realizadas durante o cultivo de alface americana no sistema orgânico e convencional.

SISTEMA ORGÂNICO

Método	Tipo de adubo	Aplicação	Quantidade de adubo por m ² de canteiro	Concentração de nitrogênio	Total ¹¹ de nitrogênio por m ² de canteiro
Adubação de base	Esterco de curral	19/05/2000	2000g.	1,30%	26,0 g
Adubação de cobertura	Biofertilizante	04/09/2000	1000g	1,65%	16,5g
		02/10/2000	1000g	1,65%	16,5 g
Total	-	-	-	-	59,0 g

SISTEMA CONVENCIONAL

Método	Tipo de adubo	aplicação	Quantidade de adubo por m ² de canteiro	Concentração de nitrogênio	Total de nitrogênio por m ² de canteiro
Adubação de base	Esterco de aves (3 lotes)	19/05/2000	2000 g	2,5%	50,0 g
Adubação de base	adubo 5-20-10	20/07/2000	150 g	5,0%	7,5 g
Adubação de cobertura	Nitrato de cálcio	04/09/2000	60g	15,5% de N ₂	9,3g
		02/10/2000	75g	15,5% de N ₂	11,6 g
Total	-	-	-	-	78,4 g