UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

CURA E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BULBOS DE CEBOLA

MARIA DA CRUZ RODRIGUES VIEIRA PEREIRA

Profa. Dra. MARLENE RITA DE QUEIROZ

- Orientador -

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, Área de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários.

Campinas – Estado de São Paulo
Agosto - 1999

20165/39

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

UNIDADE 79C
N.º CHAMADA:
T/Unicamp
P414c
V. Ex.
TOMBO BC/ 45519
PROC. 16/392/2001
C D
PREÇO 11,00
DATA 31/07/2001
N.º CPD

CM00158054-8

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

P414c

Pereira, Maria da Cruz Rodrigues Vieira
Cura e conservação pós-colheita de bulbos de cebola / Maria da Cruz Rodrigues Vieira Pereira.-- Campinas, SP: [s.n.], 1999.

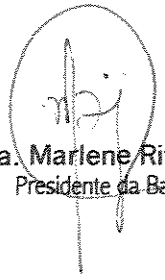
Orientadora: Marlene Rita de Queiroz
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Cebola - Secagem. 2. Cebola - Armazenamento. I. Queiroz, Marlene Rita de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por Maria da Cruz Rodrigues Vieira Pereira aprovada pela Comissão Julgadora em 25 de agosto de 1999.

Campinas, 15 de maio de 2001.



Profa. Dra. Marlene Rita de Queiroz
Presidente da Banca

Ao meu esposo Claudio,
Aos meus filhos Thais
e Theo.

Dedico

Agradecimentos

A Deus, por ter-me permitido mais este objetivo.

À meus pais, Elisa e Manoel (*in memorium*), meus irmãos, minha família que sempre me estimulou nos momentos difíceis.

À Fátima, irmã de corpo e alma. Muito obrigado.

Às minhas sobrinhas queridas (*por ordem cronológica*): Elaine, Daniela, Priscila, Fernanda, Manoela, Juliana (*in memorium)* e Grazielli; aos sobrinhos Manoel e Bismarquinho; aos sobrinhos-netos Felipe e Clara. Um amigo me ensinou que "*todos os dias quando acordo não tenho mais o tempo que passou, mas temos muito tempo, temos todo o tempo do mundo*".

À professora e amiga, Profa. Dra. Marlene Rita de Queiroz, pela orientação científica, confiança, compreensão e paciência durante a realização deste trabalho.

À toda a comunidade da FEAGRI; pela amizade, respeito e apoio em todo o processo que envolve a realização de uma tese.

Aos amigos da turma, Bernadete, Helena, Rogério, Quincas, Maurício, Vítor, Carlão, Neri, Mariana, todos vocês.

À amiga Dora, pelo carinho e estímulo.

Aos professores da Faculdade de Engenharia de Alimentos, Cida (Departamento de Análise sensorial), pelas sugestões, e Carlos e Flávia (Departamento de Nutrição), pelas sugestões e permissão de uso de equipamentos do Laboratório Central (DEPAN).

Ao técnico Francisco do Laboratório Central (DEPAN – FEA), pela ajuda, paciência e dedicação, durante o uso dos equipamentos do laboratório.

À todos os técnicos da FEAGRI, pela dedicação e atenção dispensada.

Ao engenheiro agrônomo Marcos David Ferreira pelo empenho e boa vontade em transmitir sua experiência.

Aos engenheiros agrônomos José Geraldo e Joaquim, da COOXUPÉ, pelas valiosas contribuições e atenção dispensada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ademir José Petenate, do IMECC, pela atenção, empenho e dedicação durante a realização das análises estatísticas.

À Vânia, Aninha e Martha, pela amizade e por toda a ajuda prestada.

À todos os outros amigos da pós-graduação, que tornaram agradáveis os meus dias de FEAGRI.

A todos os meus professores e colegas. Muito obrigado.

E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

SUMÁRIO

Página

AGRADECIMENTOS iv

SUMÁRIO vi

LISTA DE FIGURAS viii

LISTA DE TABELAS x

RESUMO xi

ABSTRACT xii

I. INTRODUÇÃO 1

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

2.1. Matéria prima 4

2.1.1. Características da cultura 4

2.1.2. Composição 5

2.1.3. Aspectos da produção e comercialização 7

2.1.4. Cultura e influência na pós-colheita 10

2.1.5. Alterações na armazenagem 13

2.2. Estado da arte da cura ou tratamento pós-colheita de cebola 15

2.2.1. Métodos de cura 15

2.2.2. Processos – Equipamentos – Resultados 17

2.3. Qualidade pós-colheita 21

2.3.1. Utilização de anti-brotantes 21

2.3.2. Avaliação dos parâmetros de qualidade 21

III. MATERIAIS E MÉTODOS 24
3.1. Matéria prima 24
3.2. Preparo das amostras 25
3.2.1. Limpeza, seleção e classificação 25
3.2.2. Formação dos lotes/amostras 25
3.3. Equipamento 26
3.4. Tratamento dos bulbos 28
3.4.1. Tratamento a 55°C 28
3.4.2. Aeração com ar ambiente 28
3.4.3. Controle 29
3.5 Armazenagem 29
3.6. Análises 32
3.6.1. Físico-químicas 32
3.6.2. Análise sensorial 35
3.6.3. Brotação e enraizamento 35
3.7. Tratamento dos dados 39
3.7.1. Forma de preparo dos dados para análise teórica 39
3.7.2. Análise dos dados 39

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
4.1. Variedade Granex 90 41
4.2. Variedade Crioula 51
4.3. Perdas 62

V. CONCLUSÕES 65

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 – Equipamento utilizado para tratamento da cebola: vista da célula, duto e ventilador 27

FIGURA 2 – Equipamento utilizado para tratamento da cebola: célula, termostato e registrador de temperatura 28

FIGURA 3 – Cebola armazenada em saco de polietileno 29

FIGURA 4 – Médias diárias de temperatura e de umidade relativa do ar ambiente durante o armazenamento de cebola da variedade Granex 90, no período de 20 de outubro a 22 de dezembro de 1997 31

FIGURA 5 – Médias diárias de temperatura e de umidade relativa do ar ambiente durante o armazenamento de cebola da variedade Crioula, no período de 16 de dezembro de 1997 a 7 de março de 1998 31

FIGURA 6 – Colorímetro Color Quest II 33

FIGURA 7 – Vista espacial dos parâmetros *L*, *a* e *b* 33

FIGURA 8 – Texturômetro STABLE MICRO SYSTEMS 34

FIGURA 9 – Disposição de cebolas para avaliação de aparência geral 36

FIGURA 10 – Disposição de cebola para avaliação de firmeza sensorial 36

FIGURA 11 – Questionário utilizado para avaliação da aparência geral e intenção de compra 37

FIGURA 12 - Questionário utilizado para avaliação de firmeza sensorial 38

FIGURA 13 – Comportamento do teor de umidade em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Granex 90 44

FIGURA 14 – Curva ajustada de firmeza analítica dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenamento 45

FIGURA 15 – Curva ajustada do parâmetro *L* de cor dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenamento 45

FIGURA 16 – Curva ajustada do parâmetro *a* de cor dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante operíodo de armazenamento 46

FIGURA 17 – Comportamento do parâmetro *b* de cor dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenamento 46

FIGURA 18 – Curva ajustada do peso dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenagem 47

FIGURA 19 – Comportamento do diâmetro de pescoço em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Granex 90 47

FIGURA 20 – Curva ajustada da aparência geral dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenamento 49

FIGURA 21 – Curva ajustada da intenção de compra de bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenamento 50

FIGURA 22 – Comportamento do teor de umidade dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 55

FIGURA 23 – Comportamento dos sólidos solúveis em função do tempo dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 55

FIGURA 24 – Curva ajustada da firmeza analítica dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 56

FIGURA 25 – Curva ajustada do parâmetro *a* de cor de bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 56

FIGURA 26 – Curva ajustada do parâmetro *b* de cor de bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 57

FIGURA 27 – Comportamento do peso em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Crioula 57

FIGURA 28 – Curva ajustada de diâmetro de pescoço dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 58

FIGURA 29 – Curva ajustada da aparência geral dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 60

FIGURA 30 – Curva ajustada de intenção de compra dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento 61

FIGURA 31 – Comportamento da firmeza sensorial em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Crioula 61

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 – Composição química da parte comestível de 4 cultivares de cebolas provenientes de diferentes regiões 6

TABELA 2 – Composição química de três cultivares de cebola paulistas 7

TABELA 3 – Área colhida, produção e produtividade de cebola no Brasil 10

TABELA 4 – Exportação da cebola argentina para o Brasil, 1990-96 10

TABELA 5 – Efeito do adubo sobre as características da cebola 11

TABELA 6 – Análise de variância para a cebola da variedade Granex 90 por acompanhamento dos parâmetros teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço 42

TABELA 7 – Análise de variância para a cebola Granex 90 por acompanhamento dos parâmetros aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial 48

TABELA 8 - Análise de variância para a cebola da variedade Crioula por acompanhamento dos parâmetros teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço 52

TABELA 9 – Média geral e faixa de variação dos parâmetros L, a e b da cor 54

TABELA 10 - Análise de variância para a cebola Crioula por acompanhamento dos parâmetros aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial 59

TABELA 11 – Porcentagem de perdas em amostras de bulbos de cebola da variedade Granex 90 ao longo do período de armazenamento 62

TABELA 12 – Porcentagem de perdas em amostras de cebola da variedade Crioula ao longo do período de armazenamento 63

RESUMO

Com a finalidade de avaliar o efeito de diferentes tratamentos pós-colheita sobre a qualidade e a conservação à temperatura ambiente de bulbos das variedades de cebola Granex 90 e Crioula, foi conduzido este experimento na Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP.

O experimento foi realizado em épocas distintas, em virtude dos diferentes períodos de colheita das variedades. Após as etapas de seleção, limpeza e classificação, as cebolas foram divididas em parcelas de acordo com o tratamento aplicado. Uma das parcelas foi submetida ao tratamento 55°C por 2 horas e a outra, à aeração, com ar ambiente, por 15 dias, realizados em célula cilíndrica de camada fixa. Paralelamente foram mantidos bulbos sem tratamento (controle), sob as mesmas condições, para efeito de comparação. Após os tratamentos, foram formados lotes com base em delineamento em parcelas subdivididas e estes, depois de acondicionados em sacos de polietileno, foram submetidos à armazenagem sob condições ambientais.

Foram feitas análises físico-químicas e sensoriais, antes e após os tratamentos e a cada 7 dias, durante todo o período de armazenamento. Acompanharam-se as alterações físico-químicas, mediante a avaliação dos parâmetros, teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço. Foram realizadas análises sensoriais para o acompanhamento dos parâmetros, aparência geral / intenção de compra e firmeza sensorial. A aparência geral dos bulbos também foi acompanhada pela presença de brotação e enraizamento.

Os resultados das análises estatísticas permitiram avaliar que os tratamentos aplicados aos bulbos das variedades Granex 90 e Crioula, não apresentaram diferenças significativas em nível de significância 5%, para os parâmetros analisados, exceto quanto a firmeza sensorial para a variedade Crioula.

Analisou-se e discutiu-se o comportamento dos diferentes parâmetros em função do tempo de armazenagem.

ABSTRACT

CURING AND CONSERVATION POST HARVEST OF ONION BULBS

It was developed a research to evaluate the effect of different post harvest treatments on quality and conservation of two Brasilian onion varieties. These varieties were Granex 90 and Crioula.

The experimental tests were done in different times because the harvest periods are not the same for both varieties. After selection, cleaning and classification, the bulbs were separated in portions according to the treatment applied to each one. One of the portions was treated with hot air at 55°C for two hours. The other one was treated with ambient air aeration for 15 days. For these treatments the bulbs were put in a fixed bed using cylindrical bins with 30cm diameter and 60cm height and. Simultaneously, onions bulbs were mantained at ambient conditions (without any treatment) as a control portion.

After that, the bulbs from each treatment were again divided in small portions according to the storage period when the analysis would be done. The small portions were packed in storage perforated bags and were left at ambient air conditions.

Physical–chemical and sensorial analysis were done before and after treatments and also during all the storage period in a 7 days interval.

The following parameters were evaluated: moisture content, soluble solids (°Brix), analytical and sensorial firmness, colour, weight, neck's diameter and general appearance. Sprouting and root growth were also accomplished.

The statistical analysis results showed that the treatments did not affect the bulbs conservation for both varieties by considering the parameters changes.

The behaviour of the parameters during the storage time was analyzed and discussed.

I. INTRODUÇÃO

A cebola (Allium cepa L.), vem sendo cultivada desde as mais remotas eras. Supõe-se que inicialmente tenha ocupado uma vasta área na Ásia Mediterrânea, expandindo-se, provavelmente, para o Egito e Índia e depois para a África e para todo o continente Europeu.

Todos os povos antigos, Caudeus, Gregos e Romanos, a consumiam em larga escala. No Egito há muitos documentos antigos, desde aproximadamente 3000 A.C., que reportam o seu uso (MASCARENHAS, 1980). Foi trazida para as Américas pelos primeiros colonizadores.

No Brasil, a cebola foi cultivada inicialmente nos estados sulinos, principalmente no Rio Grande do Sul. Hoje, representa um dos produtos mais consumidos no país, e vem apresentando nos últimos anos crescimento significativo, tanto no que se refere a área plantada, quanto a sua produtividade.

As condições climáticas da maioria das regiões brasileiras favorecem a deterioração dos produtos agrícolas em ambiente natural, entre eles a cebola. O armazenamento dos bulbos, mesmo que por um período curto e apesar da alta deterioração, é imprescindível para se viabilizar a regularização da oferta deste produto ao longo do ano, proporcionando ao produtor maior independência em relação aos agentes de comercialização e beneficiando o consumidor quanto a estabilidade dos preços.

A cura da cebola é importante porque vem atenuar este problema, possibilitando o armazenamento por maiores períodos de tempo e trazendo maior regularidade à oferta do produto e à estabilidade de preços para o produtor. Durante este processo, ocorre a secagem

das camadas superficiais do bulbo, as quais farfalham ao toque manual após estarem curadas. A cor dos bulbos também se modifica durante este processo. O processo de cura é prática comum e é essencial para a redução das perdas no armazenamento à temperatura ambiente (KIMURA, 1981).

A produção brasileira de cebola, em 1996, girou em torno de 890.000 toneladas (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1997) e ocorre predominantemente em três regiões distintas, abrangendo cinco estados produtores: Pernambuco, Bahia, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

CAMARGO FILHO (1983) explica que existem três grupos de variedades de cebola melhoradas, para atenderem as especificações de cultivo e as épocas de abastecimento no Brasil. As claras precoces, cujas sementes são importadas, e os bulbos produzidos em épocas de dias são curtos; as baias periformes, que necessitam de dias com luminosidade intermediária, com transplantio no final do inverno e a colheita na primavera e podem ser produzidas em todo o Brasil, tendo a maior participação na safra nacional; e as cebolas tardias, que necessitam de dias longos (região de clima temperado) e maior tempo de cultivo para a formação de bulbos. As cebolas deste último grupo são próprias para o armazenamento e a manutenção dos estoques para a entressafra, pois a durabilidade dos bulbos é diretamente proporcional ao seu tempo de cultivo.

O Brasil tem a colheita de claras precoces no período de julho a setembro, das baias periformes de outubro a janeiro e das tardias em dezembro e janeiro (CAMARGO FILHO e MAZZEI, 1996).

A década de 80, para a cebolicultura brasileira, pode ser dividida em duas fases. Entre 1980 e 1985, houve um período de estabilidade da produção e normalização do abastecimento, enquanto que no período compreendido entre 1986 e 1989, observou-se uma expansão da produção catarinense das variedades Baia Periforme e retração na produção de cebolas tardias, que têm maior resistência ao armazenamento e melhor qualidade.

Nos anos 90 apareceram outras variáveis no complexo contexto da produção e comercialização da cebola no Brasil: a instituição do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) a partir de 1990 e a deterioração do sistema de controle de qualidade de sementes de cebola. Estes fatos, aliados à continuidade da expansão da produção

catarinense, prejudicaram a produção das demais regiões produtoras e indiretamente realçou a qualidade da cebola argentina.

No período de 1991-94, a produção brasileira apesar de suficiente para o abastecimento nacional, sofreu a concorrência crescente da cebola argentina, levando a desarticulação na concatenação das safras, e as crises de abastecimento tornaram-se frequentes (CAMARGO FILHO,1993).

O aumento da produção não tem se revelado em ganho para o produtor, em razão das altas taxas de perdas decorrentes da utilização de uma tecnologia inadequada de pós-colheita e à falta de uma rede de armazenagem adequada, o que leva a grandes perdas. Portanto, há necessidade do fortalecimento da atuação dos setores de pesquisa e assistência técnica, na busca de medidas e tecnologias que contribuam para a redução do custo de produção, melhoria da produtividade e desenvolvimento de tratamentos pós-colheita, permitindo abastecer o mercado com produtos de melhor qualidade.

O presente trabalho tem por objetivo prestar uma contribuição nesse aspecto, avaliando o efeito de métodos de tratamento pós-colheita sobre a qualidade e a conservação, à temperatura ambiente, de duas variedades de cebola.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Matéria prima

2.1.1. Características da cultura

A cebola (*Allium cepa L.*) é uma hortaliça da família das Liliáceas, originária da Ásia (MASCARENHAS, 1980), cuja parte que tem importância econômica é o bulbo. CARVALHO (1980) definiu o bulbo como sendo um órgão tunicado, grande, comumente simples, concêntrico, formado pelo entumecimento das bainhas das folhas, sobrepondo-se umas às outras, constituindo um órgão de reserva onde são acumulados carboidratos. Sua película externa é seca, brilhante e de coloração variável, que pode ser amarela, vermelha, roxa ou branca, dependendo do cultivar.

A bulbificação da planta depende do fotoperíodo durante o cultivo, ou seja, da quantidade de horas de luz a que a planta fica exposta. Assim, existem variedades de dias longos, que exigem mais de 15 horas-luz por dia, as de dias intermediários que bulbificam com 13 a 14 horas-luz por dia e as de dias curtos, em que a formação dos bulbos ocorre com apenas 11 a 12 horas-luz por dia. As variedades exploradas estão condicionadas ao clima, época de cultivo e solo, em cada região. As variedades tardias exigem cerca de 150 dias de cultivo, do plantio à maturação do bulbo e só podem ser cultivadas em latitudes elevadas, em torno de 30 a 35 graus, onde o período do dia com luz pode ser longo. Corresponde, no Brasil, à cidade de Porto Alegre, no estado do Rio Grande do Sul e a Buenos Aires, na Argentina. As variedades claras precoces são as menos exigentes em horas-luz e requerem menor tempo de cultivo, sendo plantadas no Brasil, entre os paralelos 23° S e 10°S (Sudeste e Nordeste); suas sementes são importadas dos Estados Unidos,

Japão e África do Sul. De maneira geral, quanto mais tempo os bulbos de cebola exigirem para sua formação, maior a resistência ao armazenamento (CAMARGO FILHO, 1983).

As principais causas de perdas dos bulbos, após a colheita, são devidas à podridão, à desidratação e ao término da dormência. A conservabilidade do produto depende de um conjunto de fatores que vão desde as práticas culturais e as condições ambientais durante o desenvolvimento dos bulbos no campo até as condições ambientais durante o armazenamento (JAMIESON, 1980).

2.1.2. Composição

A composição química e as características organolépticas (aroma, sabor e cor) que são responsáveis pelo valor econômico da cebola, dependem mais do cultivar do que do solo e das condições de cultivo. Observa-se que a composição química do bulbo é dependente do estádio de desenvolvimento no momento da colheita, que não se completa, se o solo for pobre. O teor de açúcares, nas várias túnicas dos bulbos, varia em consequência das variações ambientais. A composição centesimal, os teores em ferro e manganês e em vitamina C, de cebolas com diferentes procedências podem ser vistos na Tabela 1.

GARCIA et al. (1977) apresentaram a composição aproximada de cebolas recém-colhidas e curadas, das variedades mais cultivadas no Brasil, como sendo: umidade de 88% a 92% e sólidos totais de 8% a 12%. O alto teor de umidade do bulbo torna-o bastante susceptível ao ataque de pragas e doenças durante o armazenamento, exigindo que se tomem cuidados especiais no controle das condições ambientais, para que o produto se conserve por longo tempo.

SMITTLE e MAW (1988) relataram que o teor de umidade de cebolas da variedade Granex33, depois de curadas e armazenadas por 4 semanas à 25 - 28°C, variou de 93,84% a 94,87%.

O teor de matéria seca, específico para cada cultivar, está relacionado à conservabilidade dos bulbos, sendo que, os maiores teores (10 a 12%) estão presentes em bulbos de cultivares com película escura e com alta capacidade de armazenagem, e os baixos teores (8 a 9%) em cultivares de película clara (JAMIESON, 1980; SATURNINO e MEDINA, 1980).

Tabela 1 - Composição química da parte comestível de 4 cultivares de cebolas provenientes de diferentes regiões (Tastald e Lorenzoni apud MINAMI et al., 1981).

Composição	São Roque (SP)	Rio Grande do Sul	Vale São Francisco (PE)	Importadas
Umidade (g/100g)	86,77	85,69	92,43	85,8
Proteína(g/100g)	0,70	1,92	1,18	1,57
Lípides (g/ 100g)	0,109	0,310	0,095	0,420
Glícides (g/ 100g)	11,78	11,08	5,77	9,89
Fibra (g /100g)	0,214	0,394	0,179	0,336
Cinza (g /100g)	0,418	0,599	0,346	0,612
Ferro (mg /100g)	3,52	2,80	0,86	1,18
Manganês (mg/100g)	1,05	1,12	0,12	0,41
Vitamina C (mg/100g)	13,7	15,1	15,5	13,1

A composição química de três variedades de cebolas cultivadas em São Paulo estão mostradas na Tabela 2.

Os carboidratos nos bulbos de cebola respondem pela maior porção de seu peso seco e incluem frutose, glucose, sacarose, uma série de oligossacarídeos, e possivelmente arabinose e ribose (BACON, 1957; PENDERGRASS, 1969; RUTHERFORD e WHITTLE, 1982). Ácidos orgânicos foram identificados incluindo o pirúvico, málico, cítrico, fumárico e α-cetoglutárico (BENNETT, 1945; PENDERGRASS,1969; TAKE e OTSUKA, 1967).

SALAMA et al. (1990) realizaram a extração de açúcares e de ácidos orgânicos de bulbos de cebola. Os açúcares detectados foram frutose, α- e β-glucose e sacarose. Os ácidos málico e cítrico são a maioria dos ácidos orgânicos, compreendendo 2,8% e 1,8% de peso, respectivamente. Os ácidos fumárico e succínico estão presentes, mas em pequena quantidade.

Segundo FERREIRA (1996), o que confere à cebola o sabor suave é a combinação de certos fatores, como o tipo de cultivar e as adubações utilizadas. A diferenciação no sabor resulta do teor de sólidos solúveis, em especial do teor de enxofre. As cebolas suaves e doces possuem menor teor desse elemento. No Brasil, os pioneiros na segmentação de mercado foram os produtores de São José do Rio Pardo, SP, no ano de 1995. As cebolas

produzidas na Argentina são mais ácidas, e têm maior teor de enxofre. A aceitação da cebola suave tem sido muito boa no mercado brasileiro, por ser apropriada ao uso em saladas, tortas e sopas.

Tabela 2 - Composição química dos bulbos de três variedades de cebola cultivadas em São Paulo.

Cultivares	Baia Periforme	Granex-33 Híbrida	Maravilhosa Texas
Procedência	Monte Alto(SP)	Mococa(SP)	S.J.Rio Pardo(SP)
Umidade(%)	88,36	91,18	90,75
pH	4,75	5,20	5,25
Brix	10,00	8,00	8,00
Acidez (ml NaOH)	3,70	2,33	1,98
Vitamina C (mg/100g)	10	1	1
Açúcares Red. (%)	4,36	5,27	4,66
Açúcares Totais (%)	10,71	6,86	7,39
Sólidos Solúveis (%)	9,40	6,63	6,80
Sólidos Insolúveis (%)	1,96	1,46	1,37
Sólidos Totais (%)	11,64	8,82	9,25
Cinzas (%)	0,45	0,33	0,30
Fosfato (mg/100g)	80,20	63,30	59,50
Cálcio (mg/100g)	24,40	18,20	21,60
Magnésio (mg/100g)	12,70	10,50	12,70
Fibras (%)	0,59	0,43	0,45

Fonte: YOKOMIZO, 1977

2.1.3. Aspectos da produção e comercialização

Na década de setenta, em razão do aparecimento das novas variedades nos mercados mundial e brasileiro, houve reestruturação do setor produtivo de cebola no Brasil. A produção de tardias, no Rio Grande do Sul, ficou estável e em Santa Catarina, expandiu-se o cultivo de baias periformes. O estado de São Paulo produziu bulbinhos, claras precoces e

baias periformes, o que permitiu oferecer bulbos ao mercado, de maio a dezembro, com a comercialização realizada imediatamente após a colheita. Estas características fizeram com que São Paulo se tornasse o principal produtor brasileiro e Santa Catarina, o segundo.

A reconversão da produção de cebola no Brasil no período 1975-80, por meio do Plano Nacional de Produção e Abastecimento de Cebola (PLANACE), procurou promover uma política agrícola dirigida à atividade, cuja meta era harmonizar o abastecimento, melhorar o setor produtivo e reduzir as importações. O plano extinguiu-se em 1986.

Quando o PLANACE deixou de vigorar em 1986, houve crescimento desordenado da produção no Brasil que, no período 1982-86 produziu, em média, cerca de 670.000 toneladas por ano, enquanto no período 1992-96, foi de aproximadamente 930.000 t/ano. A Tabela 3 mostra a evolução da área colhida, produção e produtividade da cebola no Brasil nos períodos 1982-86 e 1992-96 (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1996).

Segundo SILVA e BRAATZ (1993), "a reconversão pode ser definida como um processo de reestruturação competitiva de uma economia, de um setor, de um ramo de atividade ou de uma unidade de produção, tornado mais vulnerável devido à integração e abertura de mercados. O termo reconversão está relacionado às modificações e redirecionamento induzidos e/ou consequentes das mudanças estruturais dos mercados. Estas mudanças são originárias de três situações básicas: a abertura crescente e gradativa do mercado, a formação de blocos econômicos como o MERCOSUL e as modificações das relações produção/mercado. Reconversão/reestruturação é a adaptação do setor ou empresa a um mundo dinâmico".

Com a reestruturação da produção brasileira, no período 1975-85, houve a consolidação das Regiões e Estados que produziam as cebolas claras precoces (Pernambuco, Bahia e São Paulo), as baias periformes (Sul e Sudeste) e as tardias, com a menor participação no mercado e cultivadas apenas no Rio Grande do Sul, de maneira marginal, uma vez que os gaúchos também direcionaram a maior parte do cultivo às baias, que possuem tempo de armazenagem máximo de três meses.

No período 1991-96, com a existência do MERCOSUL, houve intensificação do comércio de hortaliças entre os países membros e, principalmente no Brasil e na Argentina, houve estímulo à produção, com vistas ao abastecimento de São Paulo e Buenos Aires em

determinadas épocas, fazendo com que neste período de transição ficasse clara a necessidade da reestruturação do setor produtivo.

O abastecimento brasileiro teve a participação recorde da Argentina no biênio 1995/96, quando o Brasil produziu em torno de 900 mil toneladas, tendo sido cultivados 33% do total em São Paulo, 29% em Santa Catarina, 18% no Rio Grande do Sul e 17% no Nordeste (Pernambuco e Bahia).

Considerando os biênios 1991/92 e 1995/96, a quantidade de cebola argentina destinada ao mercado brasileiro aumentou em 196% conforme mostra a Tabela 4.

CAMARGO FILHO et al. (1993) analisaram a bianualidade dos preços do mercado atacadista de São Paulo e verificaram que há diferença de picos de preços em anos com final par e ímpar. Comentam que isso é reflexo da variação de preços, que ora induz à expansão, ora à retração da área cultivada. O ciclo bianual de preços no MERCOSUL iniciou-se em 1990, quando houve estoque reduzido no Sul para abastecer o primeiro semestre e os preços elevaram-se induzindo à expansão da semeadura. Nesse período,além do excesso de produção no Brasil, ainda houve a concorrência da cebola argentina.

No entanto, o Brasil e a Argentina continuaram expandindo a produção, num comportamento desenfreado que culminou em 1996, com a pior crise de preços dos últimos vinte anos no setor produtivo brasileiro, quando a cotação, em nível de mercado atacadista, era menor que o custo de produção durante dez meses de 1996.

Diante desse contexto conjuntural vivido em 1995/96, o mercado de cebola deve ser reorganizado conforme as produções e o abastecimento do Brasil. Essa distribuição de safras e quantidades ofertadas durante o ano é fundamental para o abastecimento em harmonia no MERCOSUL, posto que o Brasil é o maior produtor, e a produção argentina mostra-se competitiva para o abastecimento no período março a julho.

Tabela 3 – Área colhida, Produção e Produtividade de Cebola no Brasil, 1982-86 e 1992-96

	Área	**Produção**	Produtividade
Ano	(há)	(t)	(kg/ha)
1982	62.399	670.624	10.747
1983	66.849	725.269	10.849
1984	68.999	717.230	10.395
1985	58.005	639.569	11.026
1986	63.676	639.182	10.037
1992	75.199	886.128	11.784
1993	71.689	927.496	12.938
1994	81.478	1.018.841	12.504
1995	74.403	930.673	12.509
1996	72.505	888.186	12.250

Fonte: FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1996.

Tabela 4 – Exportação da Cebola da Argentina para o Brasil, 1990-96

Ano	Quantidade (t)
1990	16.893
1991	58.238
1992	95.894
1993	87.487
1994	137.900
1995	192.123
1996	264.151

Fonte: FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1996.

2.1.4. Cultura e influência na pós-colheita

O estado nutricional da cultura tem acentuado efeito sobre o armazenamento da cebola. Aplicações excessivas de nitrogênio, fósforo e cálcio e deficiência de boro reduzem a conservação do produto na armazenagem (SATURNINO e MEDINA, 1980). A

ocorrência de precipitações, o uso da irrigação e a aplicação de nitrogênio após a maturação do bulbo provocam maior incidência de podridão do colo (JAMIESON, 1980).

A Tabela 5 apresenta dados da influência do tipo e quantidade de adubo sobre a qualidade da cebola, segundo Binkley e Lorenz apud MINAMI et al. (1981).

Tabela 5 - Efeito do adubo sobre as características da cebola.

Adubo(kg/ha)	Cor do bulbo (1 escuro e 4 claros)	N^0. escamas secas	Espessura da escama(mm)	Tamanho do bulbo(mm)
80 de P_2O_5	1,58	3,17	2,59	64,18
40 de P_2O_5	1,75	2,87	2,69	70,10
80 de 4-12-4	1,82	2,06	2,62	66,30
40 de 4-12-4	1,91	2,65	2,88	67,30
40 de N	1,87	2,79	2,48	65,10
Testemunha	1,94	2,46	2,68	64,60
40 de K_2O	2,02	2,60	2,58	67,00
10 t de esterco	2,04	2,71	2,58	69,10

O estádio de maturidade dos bulbos, na colheita, exerce grande influência na conservação. Cebolas colhidas em "estalo" (após o tombamento da folhagem) apresentam índices menores de perdas por brotação, entretanto apresentam maiores índices de perdas, em virtude da deterioração e do enraizamento, quando comparadas com cebolas colhidas antes do estalo (MÜLLER, 1986). De maneira geral, em épocas secas, recomenda-se que a colheita seja iniciada quando pelo menos 50% das plantas estiverem tombadas. Em períodos chuvosos, porém, é recomendável a colheita antecipada, ou seja, no início do estalo da cultura (KIMURA, 1981).

Segundo GARCIA et al. (1977), nem todas as variedades apresentam boa resistência ao armazenamento. Dentre as variedades mais comercializadas no Brasil, ou seja, as cultivares Granex, Texas Grano e Baia Periforme, esta última tem comportamento superior quando armazenada ao ambiente, em locais amplos e ventilados, por cerca de três meses.

As outras variedades têm um período de conservação menor (até 50 dias). Após este período, a velocidade de deterioração é extremamente rápida.

Pesquisas com a cultivar Baia Periforme têm mostrado perdas de peso de 6,03% a até 17,95%, após um período de armazenamento de 30 dias, de bulbos curados no campo (MÜLLER, 1986).

Segundo SMITTLE e MAW (1988), houve pequena diferença entre as perdas pós-colheita de duas cultivares curadas de cebola suave ('Granex 33' e 'Georgia Doce'), todavia com o aumento de maturidade na colheita, indicado pelos bulbos estalados no campo, o percentual de bulbos comercializáveis caiu depois de 1 mês de estocagem às temperaturas entre 22 e 25°C.

Os tratamentos recomendados como práticas em culturas comerciais na Flórida, USA, são: colheita quando 10% a 20% da folhagem estalou e destopagem a 2,5 - 5,1 cm da base do pescoço, antes da embalagem (HAYSLIP et al., 1987).

A safra da Argentina é colhida antes do tombamento das hastes (estalo), e apresenta ótima qualidade, coloração avermelhada e casca espessa. A cebola cultivada para exportação é representada pelos cultivares Valenciana e Sintética 14 (CAMARGO FILHO, 1993).

A conservação da cebola é influenciada por numerosos fatores inter-relacionados. Doenças pós-colheita, brotação, enraizamento e perda de massa por desidratação e respiração são as causas primárias da deterioração do produto. Os fatores identificados como sendo críticos para o armazenamento da cebola são: a escolha do cultivar, os métodos culturais, a colheita, a cura e a temperatura e a umidade durante o armazenamento, assim como o modelo e a estrutura dos armazéns utilizados (PROCTOR et al., 1981).

Na conservação dos bulbos é fundamental o conhecimento das condições da película externa e do colo do bulbo. Após a colheita, estes devem ser submetidos a um processo de cura, cujo objetivo é promover a secagem do colo e da película externa e proporcionar o desenvolvimento de coloração da cobertura externa (ISENBERG e ANG, 1963; HALL, 1980; JAMIESON, 1980; TUCKER e DREW, 1982).

Após a colheita, os bulbos devem ser secados, a fim de que ocorra o fechamento do colo e a cicatrização das possíveis lesões, para que se evitem infecções causadas por fungos

e por bactérias, além da diminuição na perda de massa do produto (APELAND, 1971; PALILOV, 1971; JAMIESON, 1980).

A perfeita integridade da película, caracterizada por ausência de rachaduras, de abrasões ou de qualquer outro tipo de dano, é de fundamental importância na armazenagem do produto. APELAND (1971) e KARMARKAR e JOSHI (1941) observaram aumento na taxa de respiração e de transpiração quando alguns destes danos foram causados às películas. Cuidados especiais durante a cura e o manuseio do produto são indispensáveis para que estes danos não ocorram nos bulbos, visando conferir maior armazenabilidade ao produto e também para manter sua qualidade comercial. A presença de danos no tecido superficial do bulbo é também considerada fator de aumento da taxa respiratória (VOLKIND et al., 1983). PALILOV (1971) e HALL (1980) afirmaram que é a existência de películas com tais propriedades que diferencia os bulbos das outras olerícolas e lhes propiciam condições de armazenagem sob altas temperaturas.

HANDENBURG et al. (1986) recomendam a secagem dos bulbos até que as películas externas estejam secas e o pescoço fechado (ao redor de 3 a 5% de perda de peso) e estocagem a 0°C e umidade relativa entre 65 e 70%.

A película externa deve estar retida fortemente antes e depois do armazenamento, de forma que as escamas suculentas não se deteriorem e nem fiquem expostas a infecções ou a uma rápida desidratação. Variedades que têm várias capas de películas externas estão mais protegidas do que as que têm poucas (BRUNETO et al., 1994).

2.1.5. Alterações na armazenagem

A taxa de respiração de um determinado produto agrícola sempre foi considerada como importante critério para a avaliação do seu potencial de armazenagem, já que está intimamente relacionada ao estado fisiológico do mesmo (PANTASTICO, 1975; ROBINSON et al., 1975).

JONES e MANN (1963) afirmaram que a intensidade da respiração da cebola varia com a temperatura, com o cultivar, com o estadio de maturidade, com a duração da armazenagem e com a presença de broto ou de raízes.

WARD (1976) e KARMARKAR e JOSHI (1941) observaram aumento da respiração com o aumento da temperatura e com o tempo de armazenagem. Kamerbeck,

apud WARD (1976) calculou que as perdas de massa por respiração, durante um período de 4 a 6 meses de armazenagem a 25°C, oscilaram em torno de 6 a 14% da massa fresca do bulbo.

WARD (1976) e YAMAGUSHI et al. (1957) verificaram maior brotação nos lotes de bulbos armazenados em temperaturas de 7,5°C e 15°C do que naqueles mantidos a 2°C e 25°C. KARMARKAR e JOSHI (1941) obtiveram resultados semelhantes e apresentaram o intervalo de 9°C a 16°C como o que conduz à maior brotação, enquanto que armazenada próxima a 0°C ou entre 25°C e 35°C, a brotação é desprezivel. Wright et al., apud JONES e MANN (1963), reportaram, também, que a brotação ocorrida durante o armazenamento é muito influenciada pela temperatura e pouco influenciada pela umidade relativa do ar. Por outro lado, estes autores verificaram que o enraizamento sofreu pouca influência da temperatura, mas houve considerável aumento do enraizamento com o aumento da umidade relativa do ar que se tornam eficientes veículos de contaminação de todo o bulbo, por fungos e bactérias.

STOW (1975) e APELAND (1971) observaram influência da umidade relativa do ar na incidência de doenças e indicaram que umidades superiores a 80% foram altamente favoráveis ao desenvolvimento de fungos e bactérias. O primeiro autor apresentou ainda o fungo *Aspergillus niger* como o patógeno de maior incidência em bulbos armazenados sob temperaturas superiores a 25°C. Quando estudou os efeitos da umidade relativa do ar na perda de massa dos bulbos, não detectou tendência de desidratação do produto com o decréscimo da umidade relativa do ar ambiente do armazém.

APELAND (1971) observou que películas ausentes ou danificadas, em bulbos mantidos sob umidade relativa do ar superior a 80%, estimularam o apodrecimento. VAN DEN BERG e LENTZ (1973) observaram que sob umidade relativa do ar entre 98 e 100%, ocorreu maior tendência de apodrecimento, tendo o colo do bulbo como acesso, enquanto que, sob umidade relativa entre 80 e 95%, a maior incidência ocorreu sobre as túnicas do bulbo.

A podridão foi mínima entre 0 e 5°C, porém apresentou alta incidência entre 15 e 20°C e, novamente, se reduziu em temperaturas de 25 e 30°C (JAMIESON, 1980 e YAMAGUSHI et al., 1957).

SMITTLE e MAW (1988) relataram que a incidência de podridões durante a estocagem de cebolas da variedade Granex 33 aumentou com o aumento da maturidade na colheita e que a maioria das podridões foi devido aos danos mecânicos durante a colheita. Neste estudo a podridão foi mínima quando a colheita foi realizada com 6% de estalo.

A perda de massa na armazenagem é devido tanto ao consumo de reserva na respiração, quanto à perda de água na transpiração e respiração. SATURNINO e MEDINA (1980) afirmaram que a perda de água nos produtos hortícolas é o principal fator de deterioração no armazenamento. Na cebola, a perda de água se dá, principalmente, pelo ponto de inserção do pseudo caule (colo), mas após a realização da cura, as condições da película externa passam a ser responsáveis por estas perdas. APELAND (1971) comprovou que a transpiração foi menor em cebolas cuja película externa estava intacta.

WARD (1976) observou aumento da perda de massa fresca de bulbos de cebola com o aumento de temperatura, quando foram armazenados à mesma umidade relativa do ar. Existem evidências de que a película externa do bulbo, quando desidratada, aumenta a resistência à difusão de água do interior dos bulbos para o exterior, e que por isto o aumento na diferença de pressão de vapor entre o produto e o meio não leva, necessariamente, ao aumento da perda de água do bulbo (APELAND, 1971).

2.2. Estado da arte da cura ou tratamento pós-colheita de cebola

2.2.1. Métodos de cura

A cura é considerada a forma mais efetiva para se reduzir as perdas pós-colheita das culturas de raízes e bulbos (PROCTOR et al., 1981). Na cura da cebola, as películas externas e o pseudo caule (pescoço) são secados, o que torna os bulbos mais resistentes a danos e à entrada de microrganismos, além de melhorar a qualidade comercial da cebola e aumentar o seu período de conservação (Lepori et al. apud MÜLLER, 1986).

A cura adequada permite isolar os bulbos do meio ambiente, inclusive minimizando a perda de umidade interna; reduz a possibilidade de infecção por agentes causadores de podridões e proporciona coloração atrativa dos bulbos. A cebola pode ser considerada curada quando perdeu de 3 a 5% de seu peso, apresentando o colo fechado, as raízes secas e

quando algumas escamas externas estão secas e farfalham quando tocadas; nesta condição a cebola está apta à conservação prolongada (WERNER e SEBEN, 1983).

BRUNETTO et al. (1994) consideraram as cebolas como estando curadas quando apresentavam o colo perfeitamente fechado, as películas externas secas e quando as raízes se desprendiam facilmente ao tato.

A cura pode ser feita naturalmente (cura a campo) ou artificialmente. A cura a campo apresenta o grande inconveniente de expor os bulbos às variações climáticas. A alta umidade relativa e a ocorrência de chuvas favorecem a deterioração dos bulbos. A ocorrência de chuvas durante a colheita causa grande elevação na taxa respiratória e a interrupção no processo de maturação do produto (Balog apud MÜLLER, 1986).

Um outro método utilizado, e que já exige investimento, é o de cura em galpões com ventilação natural, à temperatura ambiente. Esse método também apresenta inconvenientes, principalmente em locais onde a umidade relativa do ar não é suficientemente baixa para permitir a perda de umidade necessária a uma boa cura, em curto espaço de tempo (WERNER e SEBEN, 1983).

A cura artificial pode ser feita por ventilação forçada de ar natural, ar aquecido (BUFFINGTON et al. 1981), ou radiação infravermelha (BUFFINGTON e GUSTASHAW, 1975). O método de cura artificial mais racional, eficiente e econômico é o que se baseia na circulação forçada de ar aquecido por entre os bulbos. A cura com a utilização de ar aquecido pode ser feita em um processo dinâmico, através da insuflação de ar sobre o produto deslocado por uma esteira, ou em um processo estático, no qual o ar é forçado entre os bulbos através de estruturas dotadas de fundo falso ou dutos perfurados (MATOS, 1986).

Vários tratamentos pós-colheita foram efetivos na redução da podridão: a secagem artificial (HOYLE, 1948), a secagem em conjunto com a refrigeração (GULL, 1960), a aplicação de hidrazida maleica anterior à colheita e durante a formação do bulbo (TOLEDO et al., 1984) e a estocagem sob atmosfera controlada (ISENBERG, 1979).

A temperatura máxima utilizada para a cura é provavelmente influenciada pelas condições climáticas, nas quais as cebolas se desenvolveram (HARROW e HARRIS, 1969). Nos Estados Unidos, temperaturas de 29 a 48°C e superiores têm sido utilizadas, e

no Brasil 46 a 48°C (WERNER e SEBEN, 1983), enquanto que o período de cura é baseado no binômio tempo-temperatura (Laflin apud THOMPSON et al., 1972).

MATOS (1986) recomendou o uso de fluxos de ar acima de 1,0 $m^3min^{-1}m^{-3}$ para a ventilação da cebola, tendo observado posteriormente que fluxos da ordem de $2,5m^3min^{-1}m^{-3}$ proporcionam uma ventilação segura para a cura e a posterior aeração intermitente do produto.

2.2.2. Processos - Equipamentos - Resultados

MÜLLER (1986) conduziu um experimento com a cebola 'Baia Periforme', obtida pelo método de bulbinho, visando estudar os efeitos do estádio de maturidade e da cura artificial sobre a conservação, dormência e composição química, bem como verificar a ocorrência de doenças nos bulbos armazenados. O produto foi curado artificialmente, a 55°C, em um secador de camada fixa com fluxo de ar de $7m^3min^{-1}ton^{-1}$ durante 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 horas. Após a cura, as cebolas foram armazenadas em ambiente natural, onde foram feitas avaliações periódicas com intervalos quinzenais. A cebola Baia Periforme, produzida pelo método de bulbinho, apresentou baixa resistência ao armazenamento e, em consequência, os efeitos da cura artificial sobre a conservação da cebola não foram confirmados. O estádio de maturidade dos bulbos na colheita teve grande influência na conservação. As cebolas colhidas no ponto do estalo, apresentaram menores perdas por brotação, entretanto, as perdas em virtude da deterioração e a percentagem de enraizamento foram superiores nas cebolas colhidas nesse estádio, em comparação com as não estaladas. Os períodos de cura não influenciaram a qualidade externa das cebolas colhidas sem estalo, entretanto, nas colhidas com estalo, o aumento nos períodos para 3,5 e 4,0 horas resultou em maior perda das películas externas. A variação nos períodos de cura não teve efeito sobre nenhuma das características estudadas para avaliar a dormência dos bulbos, exceto sobre a percentagem de bulbos enraizados. Também não influenciou nos teores de açúcares solúveis e açúcares não-redutores quando as cebolas foram curadas depois de colhidas com e sem estalo. Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que não houve acréscimo no teor de matéria seca em virtude do atraso na colheita, e que para os teores de ácido cítrico, um comportamento inverso foi verificado, tendo na colheita precoce os maiores valores. Para o pH não houve diferenças entre os dois estádios de maturidade estudados. Em todos

os períodos de cura, ocorreu elevação do pH aos 60 dias de armazenamento, quando verificados os valores máximos. Durante o armazenamento houve aumento nos teores de ácido cítrico aos 15 dias para todos os períodos de cura e redução aos 60 dias para cebolas curadas por 4 horas.

SAMPAIO et al. (1995) realizaram um teste experimental comparativo para a cura de cebola, variedade Baia Periforme. A cura foi realizada em uma estufa de plástico com estrutura em madeira e obtendo-se convecção do ar no interior da estufa, por meio de aberturas de 0,25m nas laterais e lanternim no teto. A temperatura média no interior da estufa durante a cura ficou entre 20 e 30°C e a umidade relativa entre 55 e 87%. A cebola utilizada como testemunha para os testes comparativos foi mantida no interior de um galpão. Os autores concluíram que o uso de estufa de plástico para a cura de bulbos de cebola é uma alternativa viável do ponto de vista técnico, produzindo cebolas de melhor qualidade, em período menor de tempo e com menor quebra devido à brotação e ao apodrecimento, quando comparado à cura pelo sistema tradicional. Este efeito é acentuado se as condições climáticas da região forem adversas. A comparação econômica dos resultados entre a estufa e o galpão ficou prejudicada considerando que a estufa somente deve ser utilizada para cura com posterior armazenamento em outro local, enquanto que o galpão é utilizado tanto para a cura como a armazenagem. Os autores sugerem que em períodos de entressafra, a estufa seja utilizada para outros fins, como cura de outros produtos agrícolas, cultura de hortigranjeiros, etc, otimizando sua utilização.

WALDER et al. (1994) avaliaram a qualidade de cebolas argentinas irradiadas. As avaliações incluíram perda de peso, brotamento, apodrecimento, perda total e análise sensorial. A variedade usada foi a Valenciana Sintética 14. Após a irradiação, os lotes de cebola foram transportados ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, SP. Todo o material foi armazenado em sala arejada à temperatura ambiente (20 a 28°C) e umidade relativa ambiente bastante variada (50 a 100%). A qualidade dos bulbos foi avaliada por análises físicas e sensoriais. O processo de irradiação prolongou o período de conservação da cebola, por no mínimo, três meses a mais que o controle, em condições comerciais de armazenagem no Brasil. Além disso, a irradiação apresentou como benefício adicional, a redução da perda de peso e a conservação da qualidade sensorial dos bulbos.

BRUNETO et al. (1994) realizaram um trabalho sobre a evolução das diferentes épocas de colheita em cebola doce 'Granex-33' e a utilização dos sistemas de cura, com ar forçado tipo túnel californiano e secagem natural em galpão. Foram utilizadas cebolas de dois tamanhos, colhidas em quatro diferentes datas. As cebolas foram consideradas curadas quando apresentavam um colo perfeitamente fechado, as películas externas secas e quando as raízes se desprendiam fácilmente ao tato. Logo após a cura, as cebolas de cada tratamento foram levadas para uma câmara, onde foram mantidas durante o período de 45 dias a 2°C e umidade relativa de 60 a 80%, avaliando-se o peso a cada 15dias. Houve maior rendimento total (rendimento comercial + descarte) com a colheita em 12 de dezembro e com 87% de tombamento da folhagem; o rendimento comercial foi menor por incidência negativa das precipitações, com descarte de 50% do produto por rachaduras. Quanto aos sistemas de secagem, houve maior perda de peso na cura em galpão, demorando 27 dias para a cura total. Com ar forçado, demorou aproximadamente 10 dias para encerrar a cura e apresentou maior perda de peso durante os 45 dias de armazenagem. Os autores concluíram que as taxas de secagem (cura) muito altas podem resultar em maior rigidez das películas externas, produzindo rachaduras e, durante a conservação em câmara, haverá maior perda de peso. A secagem lenta, feita em galpão, pode permitir que as capas externas se mantenham com umidade equilibrada com as capas interiores, reduzindo assim as rachaduras das películas externas e mantendo o bulbo mais protegido, o que vai produzir menor perda de peso durante a armazenagem.

SARGENT et al. (1991), desenvolveram um trabalho com duas variedades de cebola, 'Granex 33' e a 'Texas Grano 1015Y', cultivadas em duas localidades da Flórida, USA. O propósito desta investigação foi determinar os efeitos da maturidade na colheita e da estocagem sobre os parâmetros de qualidade e frescor da cebola de dias curtos. As colheitas foram feitas a cinco tempos, com intervalos de 10 dias. As cebolas frescas foram limpas, as hastes foram cortadas a 2,5 cm do colo do bulbo e as raízes também cortadas. Foram feitas medidas iniciais da firmeza, taxa de respiração e peso fresco. Os bulbos foram estocados a 1°C ou 10°C, por duas semanas. Após este período, o produto foi avaliado quanto ao peso, firmeza e podridões, antes de ser transferido para 20°C, por mais duas semanas. Todos os tratamentos foram avaliados após 3 e 4 semanas. Os autores relataram que as cebolas de dias curtos se conservaram por, no máximo, 4 semanas com excelente

qualidade. A maturidade de ambos os cultivares teve efeito significativo sobre os vários parâmetros de qualidade pós-colheita, incluindo o peso inicial do bulbo, respiração, incidência de brotação, podridão e perda de peso acumulada. O desenvolvimento da podridão ocorreu em locais úmidos e o corte da haste em locais associados com danos mecânicos. A haste da 'Texas Grano 1015' é notadamente mais espessa que a da 'Granex 33', provavelmente requerendo mais tempo para secar após o corte. A perda de peso acumulada foi inversamente correlacionada com a maturidade da colheita. Os bulbos de ambos os cultivares e de todos os períodos de colheita e tratamentos permaneceram muito firmes pelo período de 4 semanas. O teor de umidade final, médio, foi de 91,95%, 91,90%, 92,53%, 92,77% e 93,53% para as repectivas épocas de colheita, determinado depois de duas semanas a 1°C e mais duas semanas a 20°C. Neste trabalho, o tempo de colheita ótimo para a 'Granex 33' e 'Texas Grano 1015Y' foi de 115 e 132 dias após o transplante respectivamente. Os autores sugeriram que a colheita seja feita com 20% de estalo, visando uma produção máxima com um mínimo de podridões durante o armazenamento. Além disso, recomendaram a limpeza dos bulbos antes do destopamento para reduzir infecções das superfícies de corte e que as cebolas sejam embaladas em recipientes rígidos, como caixas de papelão, para proteção contra os possíveis danos por impactos e compressão durante o embarque.

SALAMA et al. (1990) realizaram um trabalho com bulbos de cebola tratados e não tratados com hidrazida maleica e estocados por 20 semanas a 0, 15 e 30°C com umidade relativa de 40% e 60%. O objetivo foi investigar as mudanças nos açúcares e ácidos orgânicos, separando os efeitos da estocagem dos da brotação e do enraizamento. A hidrazida maleica e a umidade relativa tiveram efeito mínimo nos teores de açúcares e de ácidos orgânicos durante a estocagem. A temperatura e o tempo de estocagem tiveram efeitos significativos sobre os teores de açúcares, açúcares totais e ácidos orgânicos. Os teores de açúcares totais, glucose, e frutose diminuíram e o de sacarose aumentou com o aumento da temperatura de estocagem. A acidez málica aumentou nos bulbos de cebola durante a estocagem. Os ácidos totais mostraram pequena diferença entre as temperaturas. A brotação e o enraizamento durante as 20 semanas de estocagem, variou de 3,3% a 0°C a até 4,7% a 15°C nos bulbos tratados com hidrazida maleica e de 11,18%, 13,8% e 25,3% para os bulbos não tratados e armazenados a 30°C, 0°C e 15°C, respectivamente. O

metabolismo de crescimento foi devido principalmente ao enraizamento e ocorreu durante o período final do armazenamento.

2.3. Qualidade pós-colheita

2.3.1. Utilização de anti-brotantes

A brotação pode ser inibida antes da colheita pela aplicação de vários reguladores do crescimento, principalmente a hidrazida maleica (ISENBERG e ANG, 1963). A irradiação pós-colheita com baixas doses de raios gama também retarda e até previne a brotação, mas pode levar à morte o ponto de crescimento dos brotos e uma consequente descoloração do local. Desta forma, a irradiação não é um método permitido para controle do crescimento de brotos (RYALL e LIPTON, 1972).

O efeito da hidrazida maleica é para inibir mitoses nas regiões meristemáticas (GREULACH e ATCHISON, 1950; PENDERGRASS, 1969; MASTERS et al., 1984;) ainda que sob baixas temperaturas todas as reações sejam retardadas no interior do bulbo. A utilização de alta temperatura, embora bem documentada e muitíssimo usada em algumas regiões, não é bem entendida. SALAMA et al. (1990) aplicaram hidrazida maleica em bulbos de cebola duas semanas antes da colheita e obtiveram queda na porcentagem de brotação e enraizamento durante a estocagem a 0, 15 e 30°C.

2.3.2. Avaliação dos parâmetros de qualidade

Segundo HAWTHORN (1967) há muita confusão quanto ao significado da palavra qualidade, quando aplicada a alimentos. Para o autor, a qualidade refere-se a atributos do alimento, que o tornam agradável para quem o consome. Num sentido mais amplo envolve fatores como cor, sabor, textura, além de valor nutricional, ausência de microrganismos e substâncias indesejáveis.

KRAMER et al. (1966) dizem que atributos de qualidade sensoriais podem ser classificados de acordo com os sentidos humanos pelos quais são percebidos: visão, tato, gosto e cheiro. A complexa percepção que resulta da interação desses sentidos é usada para medir a qualidade do alimento em programas de qualidade, onde se buscam avaliações

como predileção do consumidor, diferenças e preferências entre as amostras, seleção do melhor processo e determinação do grau ou nível de qualidade do produto.

Os níveis de substratos adequados (primeiramente carboidratos, mas também podem ser incluídos os ácidos orgânicos) são essenciais para a estocagem de algumas colheitas (SALAMA et al., 1990). Em cebolas, os níveis de frutose na colheita foram sugeridos como um indicador de estocagem em potencial (RUTHERFORD e WHITTLE, 1982). GORIN e BORCSOK (1980) consideraram o teor de açúcares totais como um índice medidor de qualidade. Porém PENDERGRASS (1969) observou que a hidrazida maleica preveniu a brotação a 4^0 C mas não houve efeito sobre os níveis de carboidratos e ácidos orgânicos. Em batatas e couve foi relatado que houve diferenças nos níveis de ácido málico e cítrico em resposta ao tempo e temperaturas de estocagem (HICKS et al., 1981; SHEKHAR e IRITANI, 1979). Segundo SALAMA et al. (1990) o período de estocagem comercial para cebolas está terminado quando da iniciação do crescimento de raízes e alongamento de brotos.

MÜLLER (1986) fez avaliações qualitativas de bulbos de cebolas, da variedade Baia Periforme, durante o armazenamento. Foram elas: perda de peso total, perda de peso fresco, percentual de bulbos deteriorados, percentual de bulbos brotados, percentual de bulbos enraizados e retenção de películas externas. A perda de peso total incluiu as perdas de peso fresco e as perdas em virtude da deterioração e da brotação, em relação ao peso inicial. A perda de peso fresco correspondeu às diferenças de peso entre cada avaliação, excluídas as perdas em virtude da deterioração e da brotação. Foi considerado um bulbo brotado e/ou enraizado, todo aquele que apresentava a emergência do broto apical e/ou raiz a partir de 5mm de comprimento. Nos bulbos deteriorados, brotados e enraizados foi verificada a freqüência de bulbos múltiplos e simples. Para a retenção de películas externas, atribuíram-se notas de 1 a 10, de acordo com uma escala que variava de menos de 10% a até mais de 90% dos bulbos apresentando películas secas íntegras. Essas avaliações permitiram ao autor verificar que a maturidade de colheita não teve grande influência nas perdas pós-colheita quando esta foi realizada precocemente, e teve influência na colheita mais tardia.

WALDER et al. (1994) avaliaram a qualidade de bulbos de cebola irradiados por análises físicas e sensoriais, realizadas após 1, 30, 60, 120, 150 e 180 dias de

armazenamento. A porcentagem de perda de peso foi realizada mensalmente por retirada de amostra ao acaso dos lotes de cebolas e dividindo seus pesos pelo peso inicial. As perdas por brotamento externo e podridões foram avaliadas em porcentagem, classificando todos os bulbos contidos em cada amostra. A aparência geral foi avaliada por 40 provadores, não treinados, incluindo pesquisadores, técnicos, comerciantes e donas de casa. Foi utilizada uma escala de 1 a 5 para a avaliação destes tributos. A avaliação sensorial interna foi feita levando-se em consideração os parâmetros de aparência interna, odor e brilho com escalas de 1 a 7. Esses parâmetros foram analisados por 20 provadores não treinados. O brotamento interno foi avaliado nos mesmos bulbos utilizados para avaliação sensorial. A porcentagem de cebolas comercializáveis foi calculada a partir da diferença entre o total de cebolas armazenadas e as cebolas podres e brotadas. Os autores concluíram que a irradiação foi benéfica e prolongou o período de conservação da cebola, propiciando maior disponibilidade do produto no mercado, durante todo o ano, principalmente na entressafra, atenuando o pico dos preços.

BRUNETTO et al. (1994) avaliaram a qualidade e a conservação em câmara fria em bulbos de cebola doce 'Granex 33', colhidos a diferentes estádios de maturidade e tratados sob diferentes sistemas de cura. As avaliações feitas foram a perda de peso antes e depois do tratamento de cura e durante o armazenamento na câmara. Os autores puderam concluir que a cura com ar forçado é bem mais rápida que a cura em galpão, ocorrendo menor perda de peso e que durante a armazenagem em câmara fria, a perda de peso foi maior para o produto curado com ar forçado em túnel californiano. Além disso, os resultados permitiram indicar o período de colheita que proporciou maior rendimento comercial.

SARGENT et al. (1991) avaliaram a qualidade e frescor de bulbos de cebola de dias curtos, das variedades 'Granex 33' e 'Texas Grano 1015Y', colhidas em 5 diferentes épocas e cultivadas em distintas localidades da Flórida, através do peso inicial do bulbo e taxa de respiração, incidência de brotação, podridão e perda de peso cumulativa. Os autores concluíram que para ambos os cultivares, a maturidade de colheita teve efeito significativo sobre os efeitos de qualidade pós-colheita avaliados, exceto para a avaliação de firmeza, em que os bulbos de ambos os cultivares e de todos os tempos de colheita permaneceram muito firmes durante o período em estudo.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Matéria prima

A matéria prima utilizada nesta pesquisa foi a cebola (*Allium cepa L.*) produzida no Estado de São Paulo no ano de 1997. A seleção das variedades teve por objetivo a identificação de uma de ciclo longo e outra de ciclo curto para serem investigadas neste trabalho. O processo de seleção também procurou respeitar a importância econômica de tais variedades no Estado de São Paulo, buscando escolher aquelas com produção mais expressiva. O procedimento utilizado foi mediante consultas a cooperativas de produtores, órgãos de extensão, indústrias e profissionais que atuam nesta área. Os resultados apontaram para duas variedades: a Granex 90 de ciclo curto e a Crioula, de ciclo mais longo que as cebolas claras.

A cebola da variedade Granex 90 foi produzida no município de Divinolândia, próximo a São José do Rio Pardo (SP). O plantio foi realizado no mês de junho e a colheita feita na primeira quinzena de outubro. Segundo informações do engenheiro agrônomo da Casa da Agricultura local, foi usada a seguinte adubação na cultura: 1800kg/ha da fórmula 4-14-8 no plantio e duas coberturas com 800kg/ha de nitrocálcio, uma 20 dias após o plantio e a outra no início da bulbificação. O controle de pragas, mato e doenças foi realizado segundo as práticas comuns da região. Durante o ciclo da cultura foram feitas irrigações a cada quatro a sete dias usando de 20 a 25mm de água..

A cebola da variedade Crioula foi produzida no município de Piedade (SP). O plantio foi realizado no mês de agosto e a colheita feita na primeira quinzena de dezembro. A adubação foi a seguinte: 1200kg/ha da fórmula 5-15-10 no plantio e duas coberturas com

800kg/ha de nitrocálcio cada. O controle de pragas, mato e doenças foi realizado segundo as práticas comuns da região. Foram feitas irrigações semanais durante o ciclo da cultura.

Ambas as variedades foram colhidas quando a cultura apresentava-se com aproximadamente 100% de estalo natural. O estalo é caracterizado pelo murchamento do pseudo-caule e tombamento da folhagem. O destopamento foi feito no próprio campo à altura aproximada de 4cm da base do colo do bulbo. Posteriormente, os bulbos, no total de seis sacos com capacidade de 40 a 50 kg , foram levados para o laboratório de Secagem da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, onde se realizou a montagem experimental.

3.2. Preparo das amostras

3.2.1. Limpeza, seleção e classificação

No dia seguinte à colheita, os bulbos foram limpos a seco, utilizando-se uma flanela para a remoção da sujeira aderida e o excesso de películas externas. Foram eliminados os bulbos brotados, deteriorados, descascados, manchados ou com algum dano mecânico. Posteriormente, fez-se a seleção quanto ao tamanho, segundo as normas do Ministério da Agricultura e Secretaria Nacional do Abastecimento (Portaria n° 99 de 22 de Abril de 1982). Também foi feito um novo corte do pseudo-caule, deixando aproximadamente 2cm da base do mesmo. Trabalhou-se com cebolas de uma mesma classe, no sentido de conferir maior uniformidade ao produto. Para a variedade Granex 90, trabalhou-se com a classe 3, tamanho médio, cujo diâmetro varia entre 60 e 80mm e para a variedade Crioula, trabalhou-se com a classe 2, tamanho pequeno, com diâmetro variando entre 40 e 60mm. Os bulbos da variedade Crioula têm menor desenvolvimento final, justificando a utilização de diferentes classes para as duas variedades.

3.2.2. Formação dos lotes/amostras

O planejamento experimental foi realizado segundo um delineamento em parcelas subdivididas ("split-plot") (MONTGOMERY, 1991).

Após a seleção, limpeza e classificação, os bulbos de cada uma das variedades foram separados em sete grandes parcelas, de acordo com o tipo de tratamento a que seriam

submetidos, adotando-se um número de três repetições para o controle e tratamento à 55°C. Apenas uma repetição foi feita para o tratamento de aeração, devido à disponibilidade de uma única célula para a realização da operação. Diante da expectativa de diferentes períodos de armazenagem para as duas variedades, o número de bulbos por parcela foi diferente. Assim, cada parcela de Granex 90 ficou constituída de 122 bulbos e as da Crioula de 214 bulbos.

Após os respectivos tratamentos, cada parcela foi novamente dividida, desta feita para a constituição dos lotes que seriam submetidos à armazenagem e avaliações periódicas. O número de lotes foi planejado de acordo com o número previsto de períodos de avaliação. Foi também realizado um planejamento para o estabelecimento do número de bulbos por lote, de acordo com as análises que seriam realizadas, a possibilidade de reutilização do mesmo bulbo em diferentes análises e o número de repetições. Assim cada lote ficou constituído de 10 bulbos para a variedade Granex 90 e de 16 bulbos para a variedade Crioula.

Posteriormente cada lote foi embalado em sacos de polietileno conforme recomendado pelo Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, os quais foram sorteados ao acaso, numerados e submetidos à armazenagem em condições ambientais. O número de cada saco, isto é, de cada lote, indicava a ordem das análises ao longo do período total de armazenagem.

Foram também constituídos lotes permanentes para o acompanhamento do peso e do diâmetro do pescoço, com identificação dos bulbos.

3.3. Equipamento

O equipamento utilizado para os tratamentos com aeração e temperatura de 55°C consistiu de uma célula cilíndrica em aço com 0,30m de diâmetro e 0,80m de altura, com fundo falso formado por chapa perfurada e contendo um plenum na parte inferior para melhor distribuição do ar entre os bulbos.

Um ventilador com motor de indução trifásico Mod. 63 – 0,16cv, trabalhando em regime de sucção e um conjunto de resistências elétricas foram responsáveis pelo aquecimento do ar para o tratamento a 55°C.

O controle da vazão de ar foi realizado por uma válvula borboleta localizada no duto que conduz o ar até o plenum e o registro deste parâmetro foi baseado em dados de velocidade lida com um anemômetro, à saída da célula.

A temperatura foi controlada por um termostato, tendo um sensor de temperatura instalado no plenum. As leituras de temperatura foram feitas em três pontos: plenum, meio e superfície da célula. Um medidor digital de temperatura forneceu as leituras no meio e superfície da célula com o uso de termopares nestes pontos.

As Figuras 1 e 2 ilustram o equipamento utilizado.

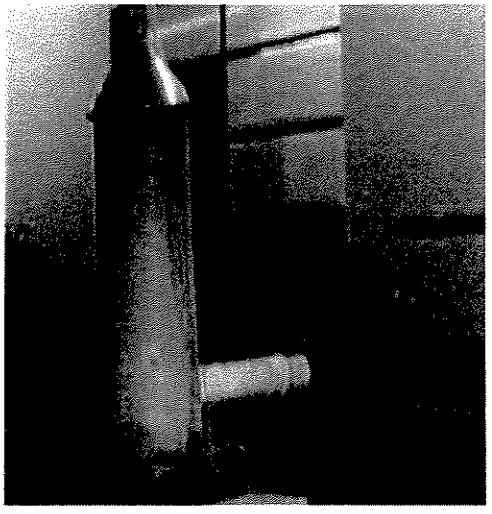


Figura 1 – Vista da célula, duto e ventilador.

Figura 2 – Célula, termostato e medidor de temperatura.

3.4. Tratamento dos bulbos

3.4.1. Tratamento a 55°C

A parcela de cebolas selecionada foi colocada na célula cilíndrica com o equipamento já funcionando e em regime. O ar aquecido a 55°C era então distribuído na célula, com vazão em torno de 2,80m^3/min (MÜLLER, 1986). A duração do tratamento foi de 2 horas, de acordo com testes preliminares realizados anteriormente à montagem do experimento. Foram realizadas três repetições. Posteriormente as cebolas foram retiradas da célula e resfriadas naturalmente em condições ambientais. Em seguida, fez-se a divisão em lotes, acondicionamento nos sacos de polietileno, sorteio, numeração e armazenagem em condições ambientais.

3.4.2. Aeração com ar ambiente

O equipamento e o procedimento foram os mesmos utilizados para o tratamento a 55°C, porém mantendo-se o conjunto de resistências elétricas desligadas.

A célula foi carregada com as cebolas correspondentes e submetidas à aeração com vazão em torno 2,80m^3/min, pelo período de 15 dias. O ventilador foi mantido ligado durante o dia e desligado à noite e para isto utilizou-se um temporizador ligado à chave do ventilador. Neste caso foi realizada apenas uma repetição. Foi feita a divisão em lotes,

acondicionamento nos sacos de polietileno, sorteio, numeração e armazenagem em condições ambientais.

3.4.3. Controle

As cebolas classificadas foram divididas em lotes, acondicionados nos sacos de armazenagem, sorteados, numerados e levados para armazenagem em condições ambientais. Foram utilizadas três repetições.

3.5. Armazenagem

Após os respectivos tratamentos, os lotes foram conduzidos à armazenagem em condições ambientais. O período de armazenagem dependeu do tempo em que o produto se manteve em condições de comercialização. Para fins de planejamento da quantidade de lotes necessários, foi feita uma previsão de 2 meses de armazenagem para a variedade Granex 90 e 3 meses para a variedade Crioula. As amostras foram embaladas em sacos de polietileno de 750mm de comprimento e 480mm de largura.

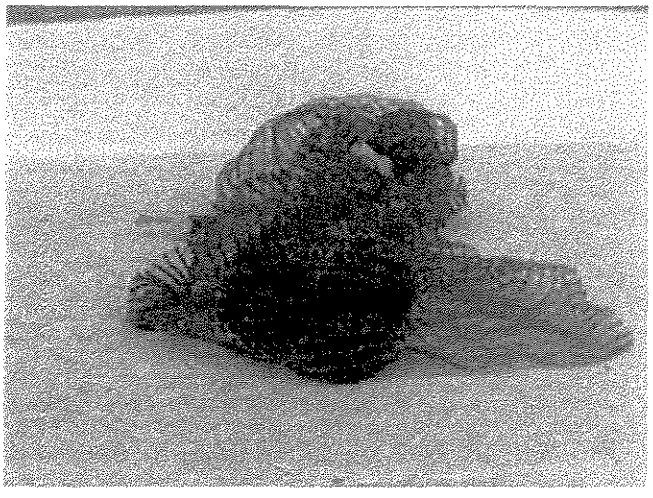


Figura 3 – Cebola armazenada em saco de polietileno.

A cebola foi avaliada através de análises físico-químicas e de aparência externa antes dos tratamentos, logo após os tratamentos e durante todo o armazenamento, em intervalos semanais. Assim, a cada período de sete dias um lote era aberto e um sorteio permitia a seleção dos bulbos de acordo com o tipo de análise.

As cebolas da variedade Granex 90 ficaram armazenadas durante o período de 20 de outubro a 22 de dezembro de 1997 e as da variedade Crioula, de 15 de dezembro de 1997 a 7 de março de 1998.

Um termohigrógrafo acompanhou a variação da temperatura e da umidade relativa ambiente durante todo o experimento. A temperatura média foi de aproximadamente 25^0C e a umidade relativa apresentou média de 65% para a variedade Granex 90 e temperatura média de cerca de 30°C e umidade relativa média de 75% para a variedade Crioula. A Figuras 4 e 5 fornecem as médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar ambiente registradas nos dois períodos de armazenagem distintos.

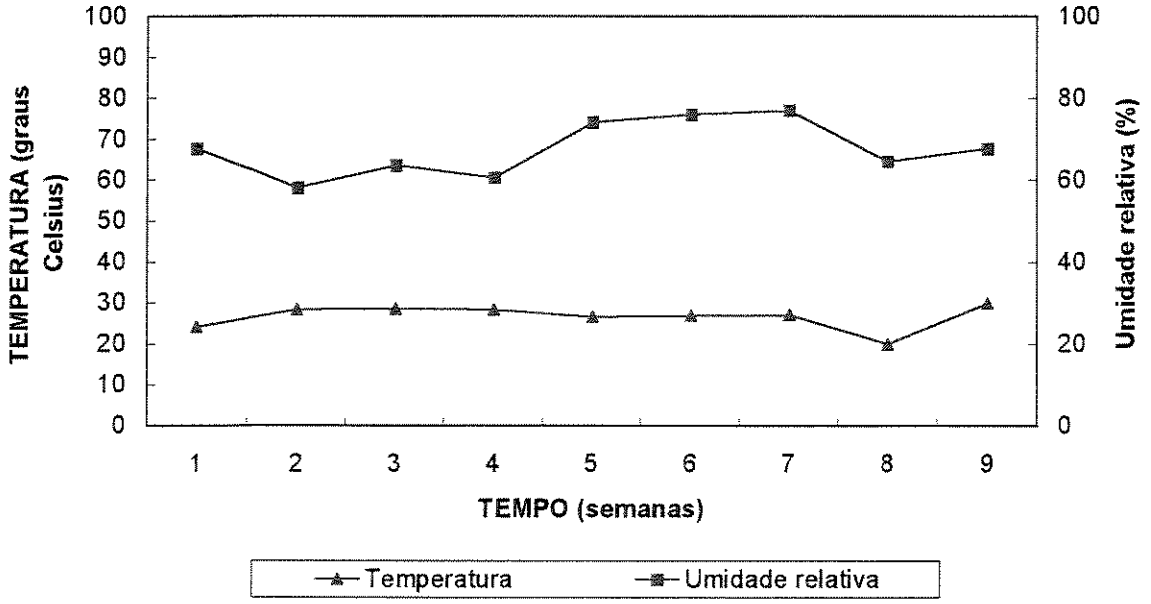


FIGURA 4 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar ambiente durante o armazenamento das cebolas da variedade Granex 90, no período de 20 de outubro a 22 de dezembro de 1997.

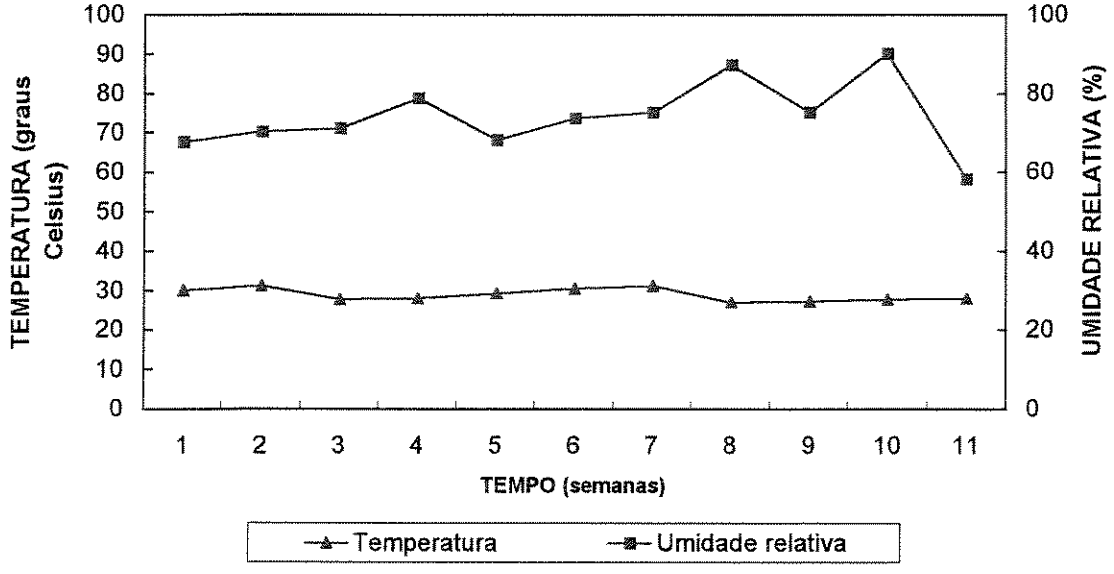


FIGURA 5 – Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar ambiente durante o armazenamento das cebolas da variedade Crioula, no período de 16 de dezembro de 1997 a 7 de março de 1998.

3.6. Análises

3.6.1. Físico-químicas

Antes e logo após os tratamentos e a cada sete dias, durante todo o período de armazenagem acompanharam-se as alterações físico-químicas nos bulbos mediante a determinação de alguns parâmetros, a saber: teores de umidade e de sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço.

Peso

O peso foi determinado em balança semi-analítica com capacidade para 3kg. Para esta análise foram formadas amostras permanentes tomando-se seis cebolas de cada uma das parcelas inicialmente constituídas. Estas cebolas eram devidamente identificadas, pesadas e acondicionadas em sacos de polietileno. Após os tratamentos e a cada sete dias acompanhou-se o peso individual destas cebolas, retornando-as a suas respectivas embalagens.

Cor

A cor foi determinada em colorímetro COLOR QUEST II – Hunter Lab. Este equipamento utiliza uma lâmpada D-65, que simula a luz do dia, com ângulo de inclinação constante de 10°. O aparelho quantifica a luz que incide sobre o produto, atribuindo valores aos parâmetros L, a e b. Sabe-se que para $\boldsymbol{L} = 0$ tem-se o preto absoluto, $\boldsymbol{L} = 100$ tem-se o branco total; valores de $\boldsymbol{a}$ positivos, tem-se a cor vermelha e valores negativos, a cor verde; valores de $\boldsymbol{b}$ positivos, tem-se a cor amarela e valores negativos, a cor azul.

Para o teste, retirou-se aleatoriamente três bulbos de cada amostra. A amostra foi envolta em filme de PVC e a leitura feita em quatro pontos do equador do bulbo, totalizando doze repetições. As Figuras 6 e 7 ilustram o equipamento utilizado e a disposição espacial de cores dos parâmetros $\boldsymbol{L}$, $\boldsymbol{a}$ e $\boldsymbol{b}$.

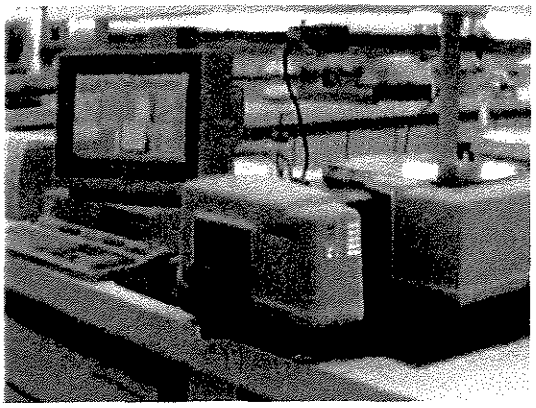


Figura 6 – Colorímetro Color Quest II.

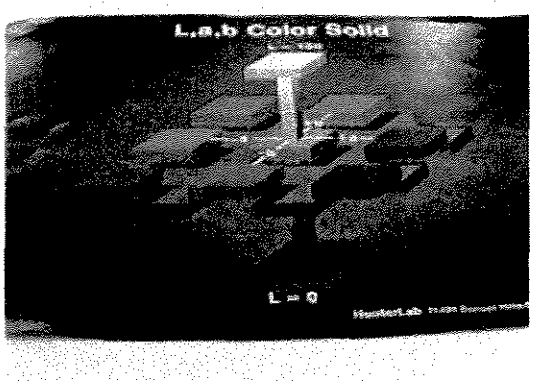


Figura 7 – Parâmetros *L*, *a* e *b*.

Firmeza analítica

A firmeza analítica foi determinada em texturômetro STABLE MICRO SYSTEMS. O texturômetro utiliza uma sonda, em cuja extremidade é acoplado um "probe", que pode ter várias formas e tamanhos, dependendo do produto testado. Após alguns testes preliminares, optou-se pelo probe convexo com diâmetro de 15mm, considerando que o consumidor apalpa a cebola no momento da sua compra. O aparelho foi calibrado com o probe à altura de 50mm do produto, velocidade de 3mm/s e força de 9,8 N atuando por 5 s (SARGENT et al., 1991). Utilizaram-se as mesmas três cebolas usadas para a determinação de cor, as quais foram cortadas ao meio no sentido longitudinal do bulbo e as determinações feitas sobre a parte equatorial de cada metade do bulbo. O equipamento forneceu a firmeza analítica em termos da força necessária para a compressão de 10% do material, com seis repetições para cada amostra. A Figura 8 ilustra o equipamento utilizado.

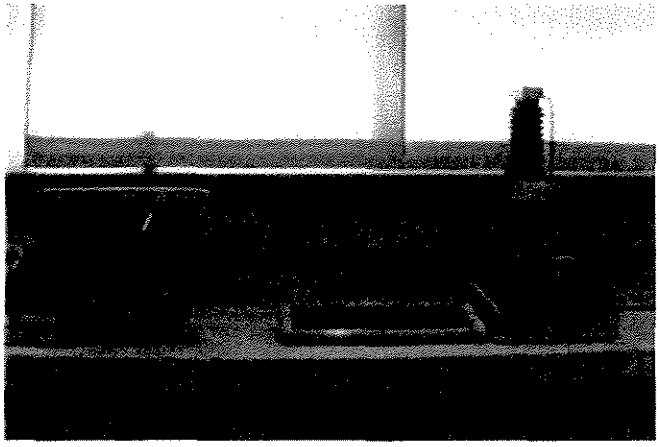


Figura 8 - Texturômetro STABLE MICRO SYSTEMS.

Sólidos solúveis

A porcentagem de sólidos solúveis expressa em graus Brix, foi determinada através de leitura em refratômetro manual tipo ATAGO N1 com escala de 0 a 32°Brix. Utilizaram-se as mesmas três cebolas usadas na determinação da textura. As cebolas foram fatiadas e maceradas em almofariz e duas gotas deste produto foram colocadas entre os prismas do refratômetro, esperou-se um minuto e fez-se a leitura (PEARSON,1973). Foram realizadas três repetições para cada amostra.

Umidade

O teor de umidade foi determinado à temperatura de 75°C por 24 horas, em estufa FANEM com circulação forçada de ar, modelo 320 SE (MÜLLER, 1986). As amostras eram constituídas de 5 g de fatias de cebolas cortadas transversalmente. As cebolas utilizadas também foram as usadas na determinação da textura. Foram feitas três repetições.

Fechamento de pescoço

O fechamento do pescoço foi avaliado medindo-se o diâmetro do pescoço, utilizando-se um paquímetro eletrônico com precisão de 0,05mm. Para esta análise foi utilizada a mesma amostra destinada à avaliação da perda de peso. As medidas foram tomadas em dois pontos, a 10mm do colo do bulbo, perpendicularmente uma à outra, e

estes pontos devidamente identificados, para que todas as medidas subsequentes, tomadas semanalmente, fossem feitas sempre no mesmo ponto e no mesmo bulbo.

3.6.2. Análise sensorial

Aparência geral / Intenção de compra

A aparência geral e intenção de compra foi avaliada por equipe de 30 provadores, não treinados e consumidores potenciais de cebolas.

A amostra para avaliação era constituída de três cebolas, identificadas por número de três algarismos e dispostas em bancada de fundo branco, conforme ilustra a Figura 9. Para cada provador era entregue um questionário solicitando sua avaliação/opinião sobre os aspectos de aparência geral e intenção de compra, após apreciação apenas visual, ou seja, sem manuseio dos bulbos. A avaliação desses atributos foi feita com uma escala de 1 a 9, iniciando com desgostei extremamente até gostei extremamente para a aparência geral e iniciando com certamente não compraria até certamente compraria para a intenção de compra. O questionário aplicado está ilustrado na Figura 11.

Firmeza sensorial

A firmeza sensorial foi avaliada por equipe de 12 provadores treinados. Este treinamento foi bastante simples, ou seja, induzindo a opinião sobre um padrão extremamente firme e outro sem nenhuma firmeza, sendo este último obtido por cozimento do bulbo. A amostra consistiu de uma cebola, disposta em bancada de fundo branco e identificada por número de três algarismos, conforme ilustra a Figura 10. A cebola era apalpada pelo provador, o qual registrava sua opinião em questionário, mediante a atribuição de uma nota, dentro de uma escala de 1 a 9, iniciando com nenhuma firmeza até extremamente firme. A Figura 12 ilustra o questionário utilizado para esta avaliação.

3.6.3. Brotação e enraizamento

Um bulbo brotado e/ou enraizado, é aquele que apresenta a emergência do broto apical e/ou raiz a partir de 5mm de comprimento (MÜLLER, 1986). Assim, foi adotado este critério para o descarte de bulbos que apresentassem brotação e/ou enraizamento.

Bulbos deteriorados foram também eliminados, depois de verificadas as causas de deterioração. Estes dados foram computados como perdas durante o armazenamento.

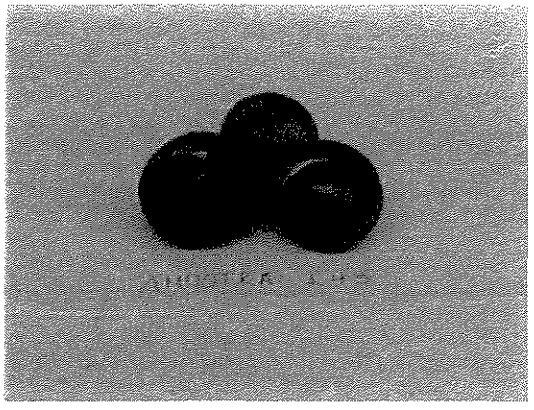


Figura 9 – Disposição de cebolas para avaliação de aparência geral.

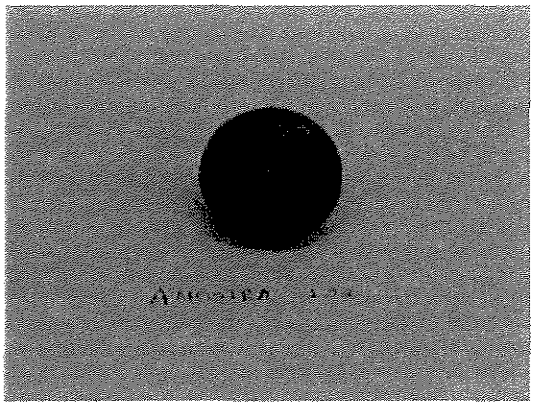


Figura 10 – Disposição de cebola para avaliação de firmeza sensorial.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DA APARÊNCIA DE CEBOLA

Nome:

1. Avalie por favor a APARÊNCIA das amostras codificadas de cebola indicando o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA das amostras utilizando a escala abaixo.

9. gostei extremamente
8. gostei muito
7. gostei moderadamente
6. gostei ligeiramente
5. nem gostei/nem desgostei
4. desgostei ligeiramante
3. desgostei moderadamente
2. desgostei muito
1. desgostei extremamente

Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor
123	____	213	____	341	____
132	____	231	____	_____	____
143	____	314	____	_____	____

2. Indique na escala abaixo, seu grau de certeza com relação a se você compraria ou não cada amostra de cebola.

9 certamente compraria
8
7 possivelmente compraria
6
5 talvez comprasse/talvez não comprasse
4
3 possivelmente não compraria
2
1 certamente não compraria

Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor

Figura 11 – Questionário utilizado para avaliação da aparência geral e intenção de compra.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DA FIRMEZA DA CEBOLA

1. Por favor, avalie com as mãos a FIRMEZA das amostras de cebola, utilizando a escala abaixo:

9 extremamente firme
8
7 bem firme
6
5 moderadamente firme
4
3 ligeiramente firme
2
1 nenhuma firmeza

Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor
123	_____	213	_____	341	_____
132	_____	231	_____	_____	_____
143	_____	314	_____	_____	_____

Figura 12 – Questionário utilizado para avaliação de firmeza sensorial.

3.7. Tratamento dos dados

3.7.1. Forma de preparo dos dados para análise teórica

O apêndice A apresenta os resultados experimentais organizados para as análises. Os apêndices A1 e A2 fornecem os valores médios de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, firmeza sensorial, parâmetros de cor ***L***, ***a*** ***b***, aparência geral e intenção de compra para as variedades Granex 90 e Crioula respectivamente. Os valores de umidade e sólidos solúveis são médias de três repetições; firmeza e firmeza sensorial são médias de 6 e 12 repetições respectivamente; os parâmetros de cor, ***L***, ***a*** e ***b*** são médias de quatro repetições e os valores de aparência geral e intenção de compra são médias de trinta notas dadas por provadores.

O apêndice A3 fornece os valores médios de peso e diâmetro de pescoço para as duas variedades trabalhadas. Os dados apresentados representam os valores médios das leituras realizadas em seis cebolas.

Nas tabelas, os tratamentos são indicados por números na coluna e apresentam a seguinte correspondência:

TRAT 1 – Controle

TRAT 2 – Tratamento a 55°C / 2 horas

TRAT 3 – Aeração por 15 dias

A coluna tempo representa os períodos (semana) de realização das análises e a coluna REP, as repetições de cada tratamento.

3.7.2. Análise dos dados

Os dados foram avaliados através de análise estatística utilizando o pacote estatístico SAS, versão 6.12 – Proc. GLM. Foram determinados: a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o coeficiente de determinação para cada variável trabalhada. Foi verificado o efeito de cada tratamento, o efeito do tempo, a interação entre o tratamento e o tempo e a comparação entre as médias em nível de 5% de significância. O comportamento das variáveis em relação ao tempo foi verificado através de análise gráfica.

Ressalta-se que foram utilizados todos os resultados para as análises a partir da semana 2 para a variedade Granex 90 e semana 3 para a variedade Crioula em virtude do

período de 15 dias para o tratamento de aeração e impossibilidade de uso dos laboratórios no período de 23/12/97 a 04/1/98.

Nas análises de diâmetro de pescoço e peso, em que as amostra eram permanentes e constituídas de 6 cebolas, foram utilizados os resultados das semanas de 2 a 8 para a variedade Granex 90 e semanas de 3 a 8 para a variedade Crioula. Para a variedade Crioula houve perdas de cebolas nas amostras permanentes, assim utilizou-se somente as amostras das semanas que continham resultados suficientes para a realização da análise estatística, no caso as semanas de 3 a 8.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variedade Granex 90

A Tabela 6 apresenta de forma simplificada a análise estatística dos resultados obtidos com a aplicação dos diferentes tratamentos a bulbos de cebola da variedade Granex 90, mediante o acompanhamento das alterações físico-químicas, representadas pelos parâmetros, teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço.

De forma geral, a análise de variância mostrou que os tratamentos não diferiram significativamente ao nível de 5% quanto ao teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço. No entanto, a variável tempo de armazenagem apresentou efeito significativo sobre os parâmetros avaliados, exceto no caso dos sólidos solúveis. Houve interação tratamento*tempo para os parâmetros teor de umidade e diâmetro de pescoço. A existência de interação está relacionada aos diferentes comportamentos entre as curvas dos tratamentos ao longo do tempo.

A Figura 13 ilustra as curvas de teor de umidade com relação ao tempo, mostrando o comportamento deste parâmetro para cada tratamento. Provavelmente, a interação tratamento*tempo é justificada após duas semanas, onde se observa maior diferença entre os tratamentos; a partir daí, o comportamento dos três tratamentos apresenta uma tendência de aumento do teor de umidade sem grandes diferenças entre os três. As curvas apresentaram efeito quadrático com o tempo e o teor de umidade variou numa faixa com valores mínimos e máximos de 90,55% a 91,86% para o controle; de 90,78% a 91,88% para o tratamento térmico a 55°C e entre 90,13% e 92,21% para a aeração com ar ambiente.

Tabela 6 –Teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço de cebolas da variedade Granex 90, durante o armazenamento ao ambiente depois de submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Umidade (%)	Sólidos solúveis (%)	Firmeza analítica (g)	Cor L	Cor a	Cor b	Peso (g)	Diâmetro de pescoço (mm)
Controle	91,37	8,04	6840,1	66,64	9,85	17,82	174,27	4,80
55°C/2h	91,40	8,01	6642,8	66,88	8,32	18,17	158,76	4,79
Aeração/15 dias	91,07	8,17	6724,6	66,50	10,17	18,00	163,29	4,87
CV[1]	0,37	7,49	8,11	4,73	36,73	11,42	7,36	30,21
Tratamento[2]	ns (0,4225)*	ns (0,6835)	ns (0,6763)	ns (0,5305)	ns (0,2536)	ns (0,8013)	ns (0,3267)	ns (0,9966)
Tempo[2]	s (0,0001)	ns (0,2114)	s (0,0001)	s (0,0023)	s (0,0009)	s (0,0131)	s (0,0486)	s 0,0001)
Trat*tempo[2]	s (0,0162)	ns (0,4387)	ns (0,6687)	ns (0,9311)	ns (0,5866)	ns (0,7393)	ns (1,0000)	s (0,0476)

[1] Coeficiente de variação.
[2] Significância do teste F, sendo s - significativo e ns - não significativo;
( )* - Pr > F

Ainda com relação a faixa de variação, pode-se observar que entre os tratamentos empregados o que menos alterou o teor de umidade foi o tratamento térmico a 55°C por 2 horas

O tempo não foi significativo para o parâmetro sólidos solúveis, mas significativo para o teor de umidade, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro de pescoço.

A firmeza analítica apresentou um efeito linear com o tempo. A Figura 14 ilustra a curva ajustada para este parâmetro e expressa que a firmeza analítica apresenta uma queda ao longo do período de 2 meses de armazenagem. No entanto, cabe ressaltar que SARGENT et al. (1991) realizaram trabalho com bulbos de cebola das variedades Granex 90 e Texas grano 1015Y e estes permaneceram sem alteração da sua firmeza analítica por período de 4 semanas de armazenagem. Provavelmente esta diferença de resultados possa estar relacionada às condições ambientais sob as quais o produto ficou armazendo.

Os parâmetros *L* e *a* de cor, apresentaram efeito linear com o tempo, sendo que o parâmetro *L* apresentou uma curva descendente enquanto o parâmetro *a* apresentou aumento ao longo do tempo.

O parâmetro de cor *b* teve efeito ao longo do tempo, porém não foi possível precisar a tendência da curva. Ressalta-se que a análise de variância realizada pelo SAS apresenta como resultado apenas a tendência da curva que expressa o comportamento do parâmetro. No entanto, essa análise realiza testes apenas para tendências lineares e quadráticas. As Figuras 15 e 16 ilustram a curva ajustada dos parâmetros *L* e *a* de cor e a Figura 17 mostra o comportamento do parâmetro *b* da cor com relação ao tempo, revelando um pequeno decréscimo ao longo do período de armazenagem.

Os resultados obtidos para os parâmetros *L*, *a* e *b* d,a cor sugerem que os bulbos de cebola da variedade Granex 90 utilizados no presente trabalho possuem a cor entre vermelha (valores de *a* positivos) e amarela (valores de *b* positivos) e que o tom escuro se intensificou durante o período de armazenamento, representado pela curva descendente do parâmetro *L* com o tempo, visto que a diminuição nos valores de *L*, implica no escurecimento da cor.

A Figura 18 ilustra a curva ajustada para os dados de variação do peso e expressa que o parâmetro apresenta diminuição ao longo do período de armazenagem. A variedade Granex 90 perdeu em média 2,82% de seu peso após 1 mês de armazenagem para todos os

tratamentos, e esta perda de peso aumentou com o tempo de armazenamento, tendo atingido 5,63 % em 7 semanas de armazenagem.

A Figura 19 ilustra as curvas de diâmetro do pescoço com relação ao tempo para os três tratamentos, representando o comportamento deste parâmetro. Observa-se através das curvas que em todos os casos, houve diminuição do diâmetro do pescoço ao longo do tempo. Ainda com relação a Figura 19, provavelmente a interação tratamento*tempo é justificada no comportamento oscilatório do tratamento de aeração e apesar do comportamento diferente entre os tratamentos, o diâmetro final ficou numa faixa de valores bastante próximos.

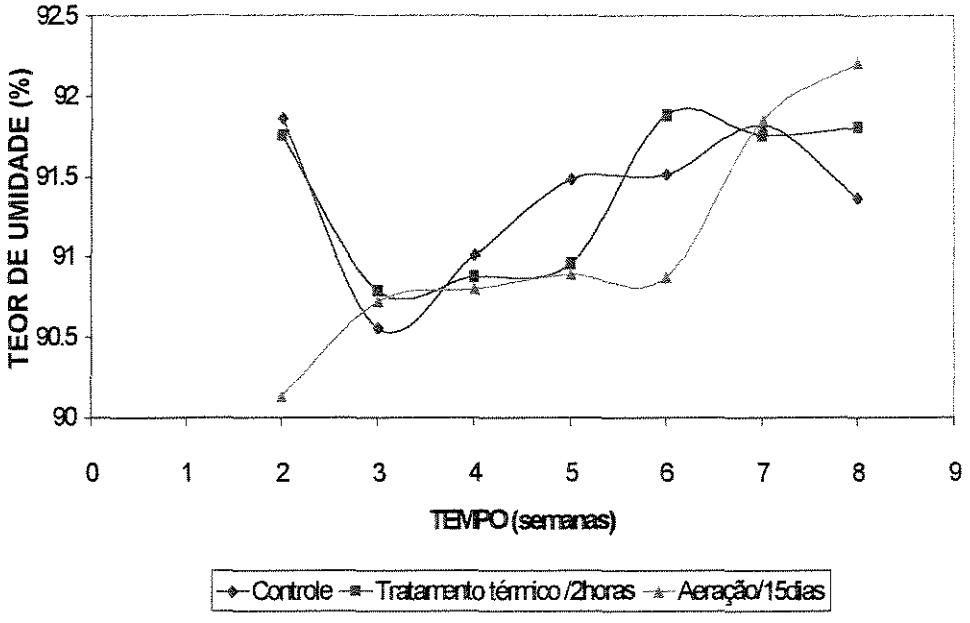


FIGURA 13 – Teor de umidade em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Granex 90

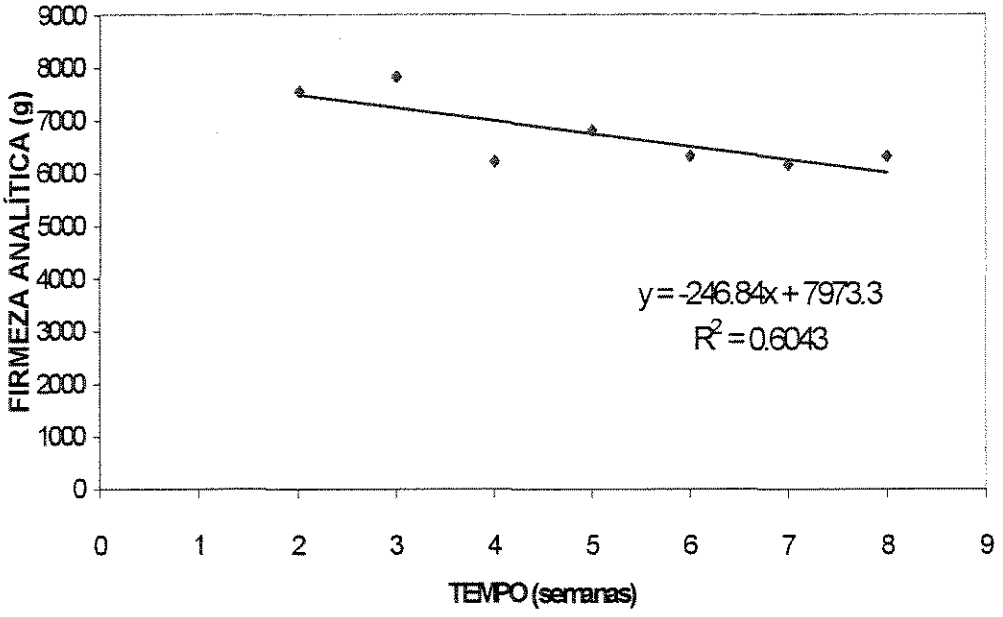


Figura 14 –Firmeza analítica dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

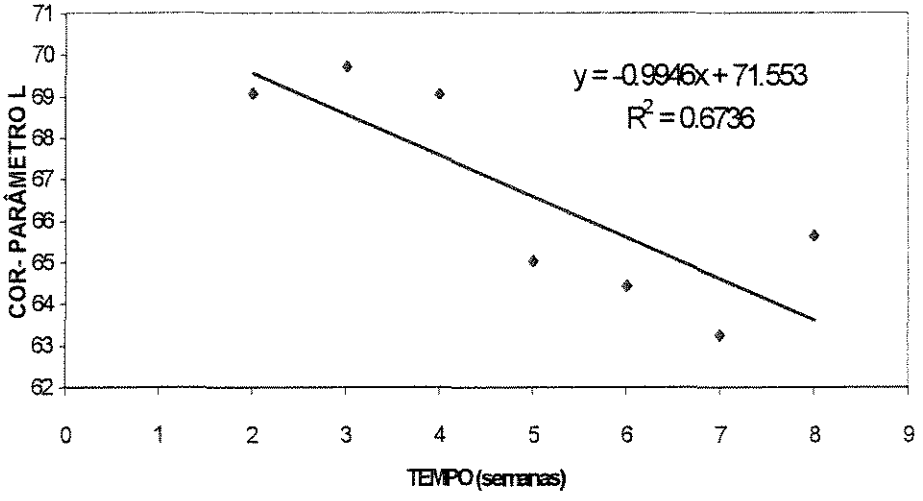


Figura 15 – Cor (*L*) dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

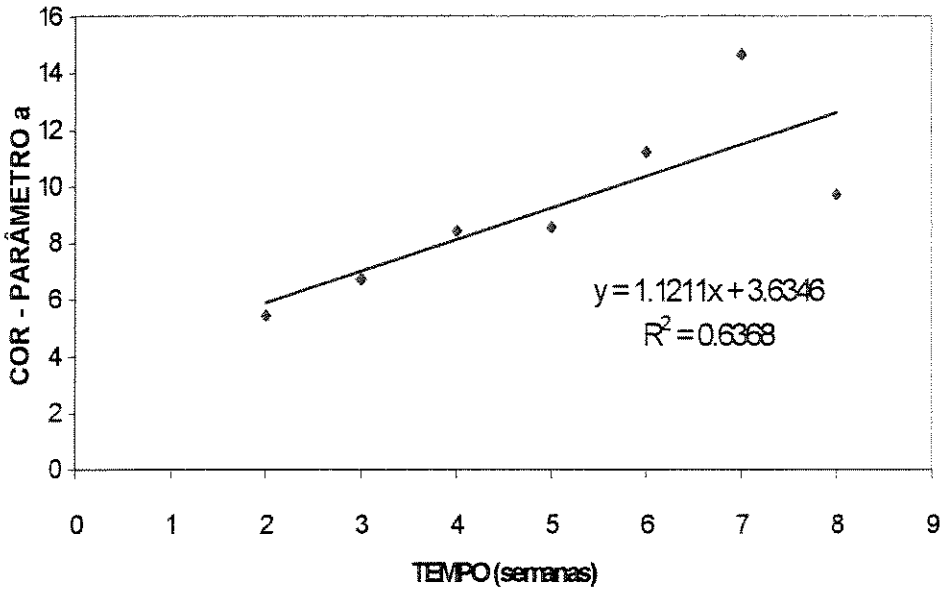


Figura 16 – Cor (*a*) dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

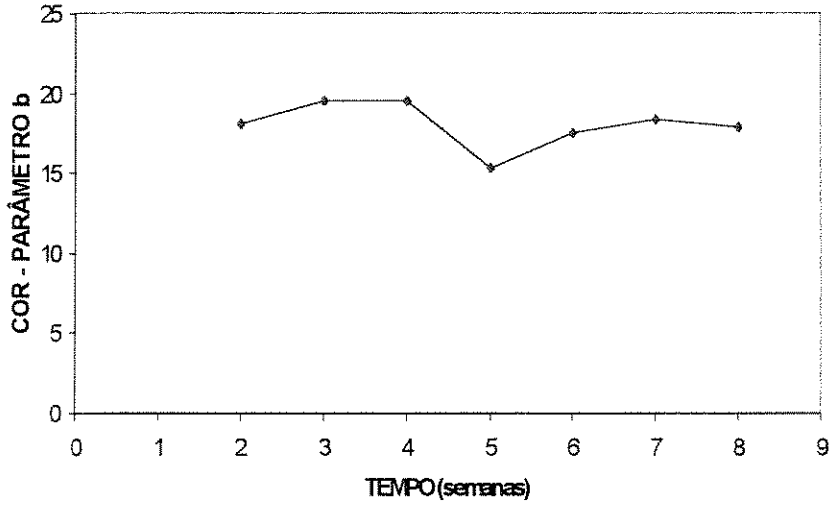


Figura 17 – Cor (*b*) dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

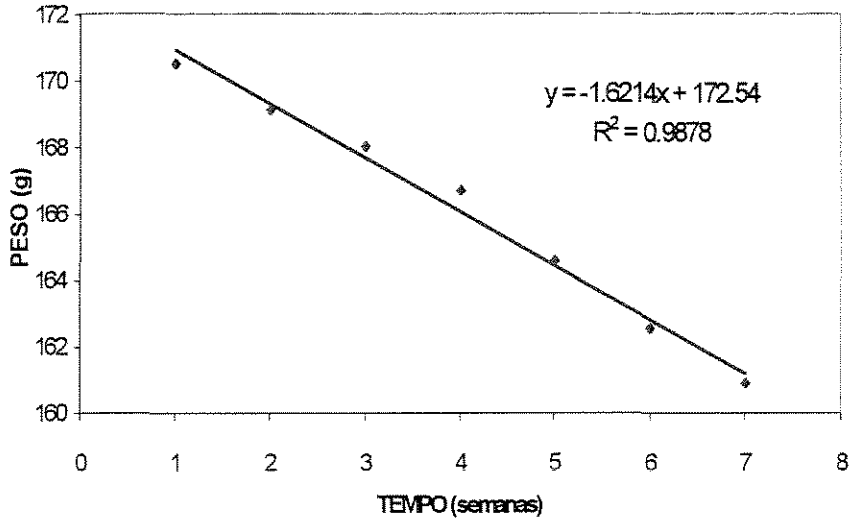


Figura 18 – Evolução do peso dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

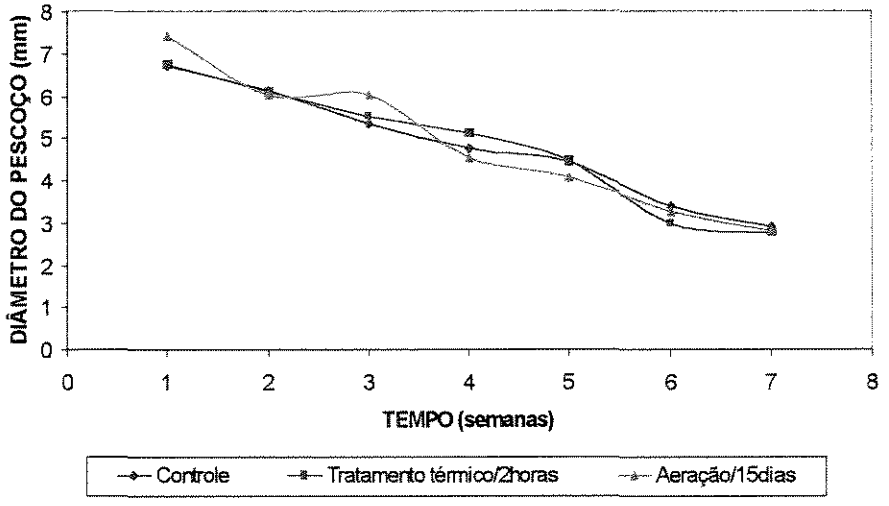


Figura 19 – Evolução do diâmetro de pescoço em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Granex 90

A Tabela 7 apresenta, de forma simplificada, os resultados da análise estatística de diferentes tratamentos em bulbos de cebola da variedade Granex 90, mediante o acompanhamento das alterações de aparência externa, representadas pelos parâmetros aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial.

Tabela 7 – Aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial de cebolas da variedade Granex 90 durante o armazenamento ao ambiente após submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Aparência geral	Intenção de compra	Firmeza sensorial
Controle	6,67	6,70	6,78
55°C/2h	6,34	6,20	6,53
Aeração/15dias	6,26	6,16	7,09
CV[1]	13,63	16,98	14,28
Tratamento[2]	ns (0,6176)*	ns (0,5932)	ns (0,3790)
Tempo[2]	s (0,0044)	s (0,0309)	ns (0,4980)
Trat*tempo[2]	ns (0,9923)	ns (0,9937)	ns (0,3883)

[1] Coeficiente de variação.
[2] Significância do teste F; s - significativo e ns - não significativo;
( )* - Pr > F

A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos nível de 5% de significância para os parâmetros aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial.

O tempo teve efeito linear e significativo na aparência geral e na intenção de compra. Em ambos os casos, observou-se um decréscimo dos valores desses indicadores ao longo do tempo. No caso da intenção de compra, pode-se observar a mesma tendência de comportamento ao longo do tempo que o parâmetro aparência geral, confirmando a confiabilidade dos testes. Note-se, inclusive, que as notas atribuídas pelos provadores cai, numa faixa de valores bastante próxima. A Figuras 20 e 21 ilustram as curvas ajustadas para estes parâmetros.

O tempo de armazenamento não teve efeito significativo para a firmeza sensorial. Esperava-se que os dados fossem coerentes com os resultados da firmeza medida no texturômetro, que sofreram queda ao longo do período de armazenagem. Este fato pode ser atribuído a problemas metodológicos com o texturômetro, visto que trabalhou-se com um produto não uniforme, cujo corpo é formado pela sobreposição de várias camadas que podem estar mais acomodadas ou não umas sobre as outras, levando a possíveis erros de leitura no aparelho. Outra hipótese provável na avaliação da firmeza sensorial refere-se à equipe de provadores, a qual não permaneceu constante durante o experimento. Trata-se de equipe treinada e a substituição de parte de seus membros pode levar a erros de avaliação.

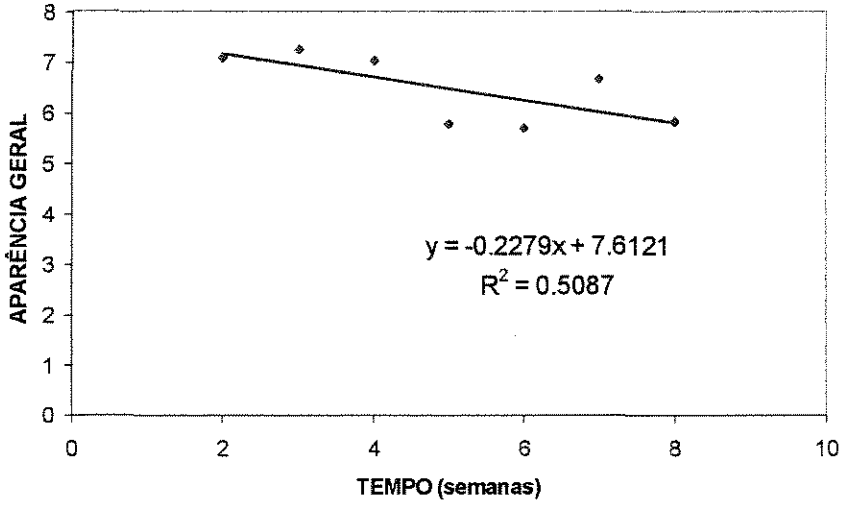


FIGURA 20 – Aparência geral dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

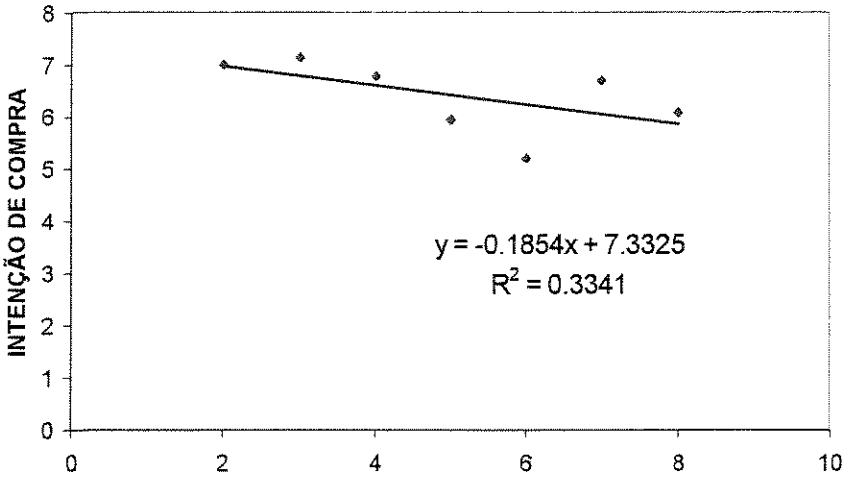


FIGURA 21 – Intenção de compra dos bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante período de armazenamento

4.2. Variedade Crioula

Os resultados da análise de variância para a variedade Crioula estão apresentados na Tabela 8. Comparando os resultados da Tabela 8 com os da Tabela 6, pode-se observar a grande similaridade de comportamento dos bulbos das duas variedades de cebola, quanto aos parâmetros avaliados. Assim, pode-se afirmar que também para a variedade Crioula, os diferentes tipos de tratamento não apresentaram efeito significativo, em nível de 5% de significância, sobre o teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor do bulbos, peso e diâmetro de pescoço.

A variável tempo, desta feita, mostrou efeito significativo em quase todos os parâmetros acompanhados, excetuando-se o parâmetro *L* da cor, que expressa o escurecimento dos bulbos (Tabela 8). Houve interação tratamento*tempo apenas para o parâmetro peso.

É importante ressaltar que o período de armazenagem da variedade Granex 90 foi de 8 semanas, enquanto que o da Crioula foi de 12 semanas. Observe-se ainda que as condições ambientais são distintas nos dois períodos de armazenagem (Figuras 3 e 4).

Nos casos, onde se observou efeito significativo do tempo sobre os parâmetros, a análise pode ser aprofundada no sentido de se investigar o comportamento dos respectivos parâmetros ao longo do tempo. A Figura 22 ilustra o comportamento do teor de umidade em função do tempo. Note-se que apesar do comportamento quadrático, pode-se observar uma tendência de queda do teor de umidade ao longo do período de armazenagem, diferente do comportamento observado nos bulbos de cebola da Granex 90. Este comportamento, ou seja, o apresentado pelos bulbos 'Crioula', parece ser mais coerente com o esperado. Os valores de teor de umidade variaram numa faixa máxima e mínima entre 91,07% e 89,32% e estão de acordo com aqueles reportados por GARCIA et al. (1977), que apresentaram o teor de umidade para cebola recém-colhida e curada variando de 88% a 92%, e por Tastald e Lorenzoni apud MINAMI et al. (1981) que apresentaram valores variando de 85% a 92% para 4 cultivares de cebolas provenientes de diferentes regiões.

Tabela 8 – Teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso e diâmetro do pescoço de cebolas da variedade Crioula, durante o armazenamento ao ambiente depois de submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Umidade (%)	Sólidos solúveis (%)	Firmeza Analítica (g)	Cor L	Cor a	Cor b	Peso (g)	Diâmetro de pescoço (mm)
Controle	90,53	8,93	6424,1	60,22	12,91	15,56	98,44	10,57
55°C/2h	90,43	8,70	6858,2	60,08	11,32	16,44	92,08	10,00
Aeração/15 dias	89,62	8,49	6694,2	58,47	10,35	16,34	99,38	9,14
CV[1]	0,45	8,96	10,38	4,43	16,90	7,31	8,52	11,11
Tratamento[2]	ns (0,1105)*	ns (0,3248)	ns (0,2185)	ns (0,7078)	ns (0,3021)	ns (0,7292)	ns (0,6954)	ns (0,5460)
Tempo[2]	s (0,0001)	s (0,0241)	s (0,0001)	ns (0,0820)	s (0,0001)	s (0,0001)	s (0,0001)	s (0,0001)
Trat*tempo[2]	ns (0,5073)	ns (0,8255)	ns (0,8593)	ns (0,6863)	ns (0,4628)	ns (0,1179)	s (0,0198)	ns (0,2301)

[1] Coeficiente de variação.
[2] Significância do teste F, sendo s - significativo e ns - não significativo;
( )* - Pr > F

Os resultados de sólidos solúveis apresentaram um comportamento quadrático com relação ao tempo, porém com tendência de aumento e variaram numa faixa entre o mínimo de 8,33% e um máximo de 9,64%. A Figura 23 ilustra o comportamento deste parâmetro em função do tempo.

Os resultados de firmeza analítica e parâmetros *a* e *b* de cor apresentaram um efeito linear com o tempo. As Figuras 24, 25 e 26 ilustram as curvas ajustadas para estes parâmetros.

A Figura 24 ilustra a curva ajustada para a firmeza analítica e expressa que a firmeza analítica apresenta uma queda ao longo de um período de 3 meses de armazenagem.

As Figuras 25 e 26 ilustram as curvas ajustadas para os parâmetros *a* e *b* da cor e expressam que *a* e *b* apresentam um aumento ao longo do tempo de armazenagem. Sabe-se que valores de *a* positivos, tem-se a cor vermelha e valores de *b* positivos tem-se a cor amarela. Assim, observando-se conjuntamente as Figuras 25 e 26 pode-se afirmar que durante a armazenagem a cebola da variedade Crioula sofre uma intensificação da cor laranja já que o parâmetro *L* (que indica escurecimento) ficou em torno de 59,91. Na página seguinte apresenta-se a Tabela 9 com a finalidade de comparação dos resultados gerais das duas variedades em termos de cor.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 9, é possível fazer algumas comparações entre as duas variedades em termos da cor. Os valores menores de *L* para a variedade Crioula vêm confirmar a sua cor mais escura em relação a variedade Granex 90. Os valores maiores do parâmetro *a* para a variedade Crioula sugerem uma maior intensidade da cor vermelha para as películas externas e os valores maiores do parâmetro *b* para a variedade Granex 90 sugerem uma maior intensidade da cor amarela para a variedade Granex 90 e ainda que estas cores se intensificaram durante o armazenamento, baseado na faixa de variação dos valores do parâmetro *L*.

Tabela 9 – Média geral e faixa de variação dos parâmetros *L*, *a* e *b* da cor

	Variedade Granex	Variedade Crioula
L	66,58	59,91
Faixa de variação	69,05 – 65,62	60,96 – 57,46
a	9,24	11,13
Faixa de variação	5,43 – 9,69	6,75 – 12,55
b	18,00	16,46
Faixa de variação	18,05 – 17,86	14,37 – 15,62

A Figura 27 ilustra as curvas de peso com relação ao tempo para os três tratamentos, mostrando o comportamento deste parâmetro. As perdas de peso após 1 mês de armazenamento foram 6,96, 7,91 e 6,36 % para os tratamentos de controle, aquecimento a 55° e aeração com ar ambiente, respectivamente. A variedade Crioula perdeu mais peso que a Granex 90 (2,82 %) num período de 1 mês de armazenagem. Provavelmente este resultado pode ser atribuído ao fato de que as cebolas da variedade Crioula apresentavam dimensões menores do que as da variedade Granex 90, o que proporciona maiores relações entre a área superficial e o volume dos corpos e portanto, maiores taxas de respiração dos bulbos.

A Figura 28 ilustra a curva ajustada de diâmetro do pescoço e expressa que este parâmetro também diminui ao longo do período de armazenamento para as cebolas 'Crioula'. Estes resultados estão de acordo com aqueles observados para a variedade Granex 90, em que ocorreu diminuição do diâmetro do pescoço durante o armazenamento, ou seja, ocorreu fechamento do pescoço ao longo do período de armazenamento para ambos os cultivares.

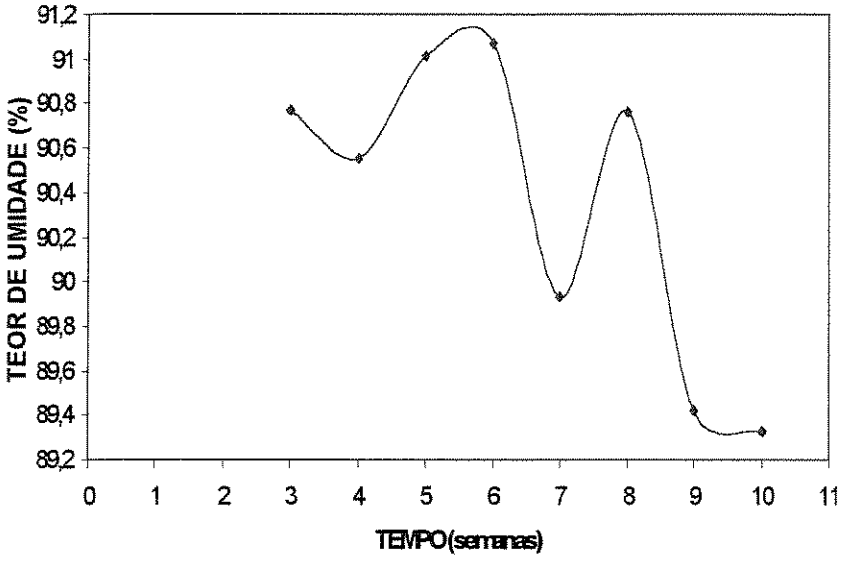


Figura 22 – Teor de umidade dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

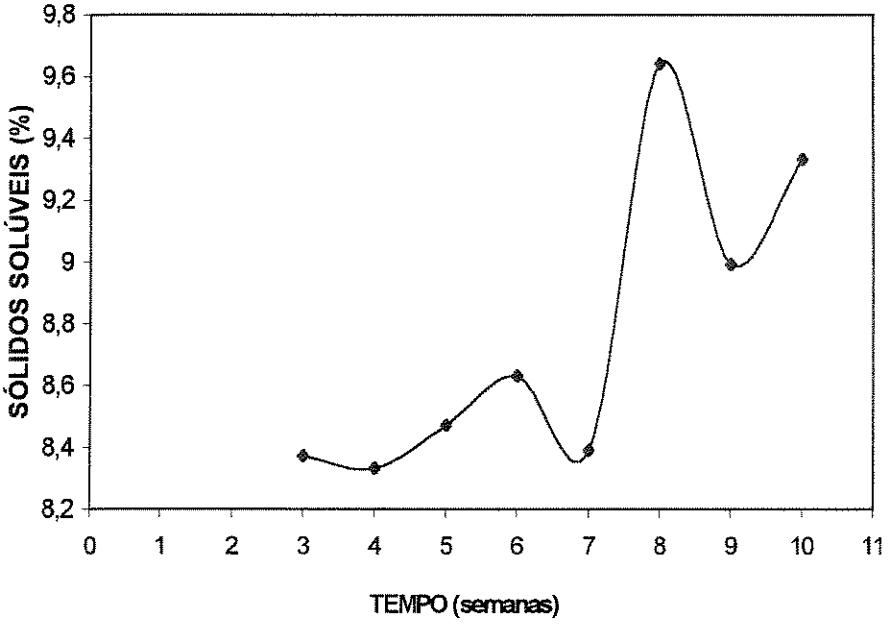


Figura 23 – Sólidos solúveis dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

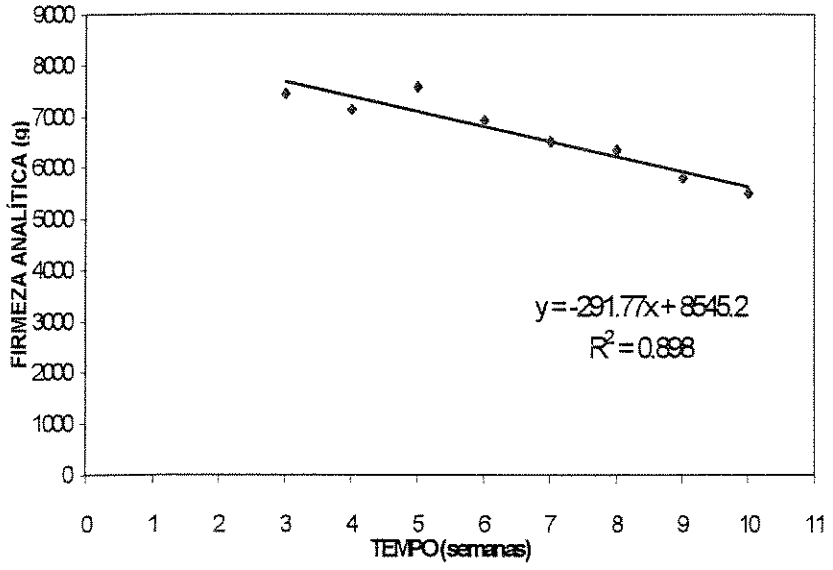


Figura 24 – Firmeza analítica dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

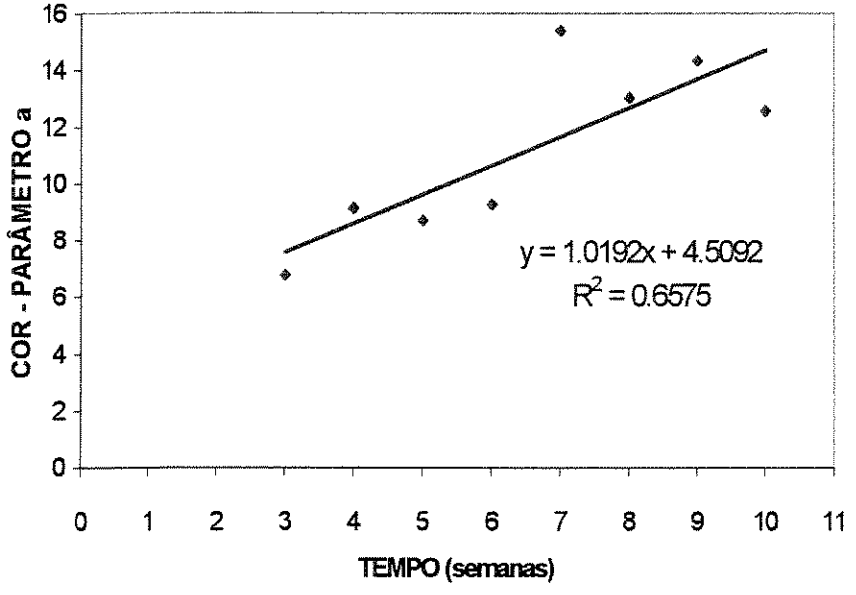


Figura 25 – Cor (*a*) dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

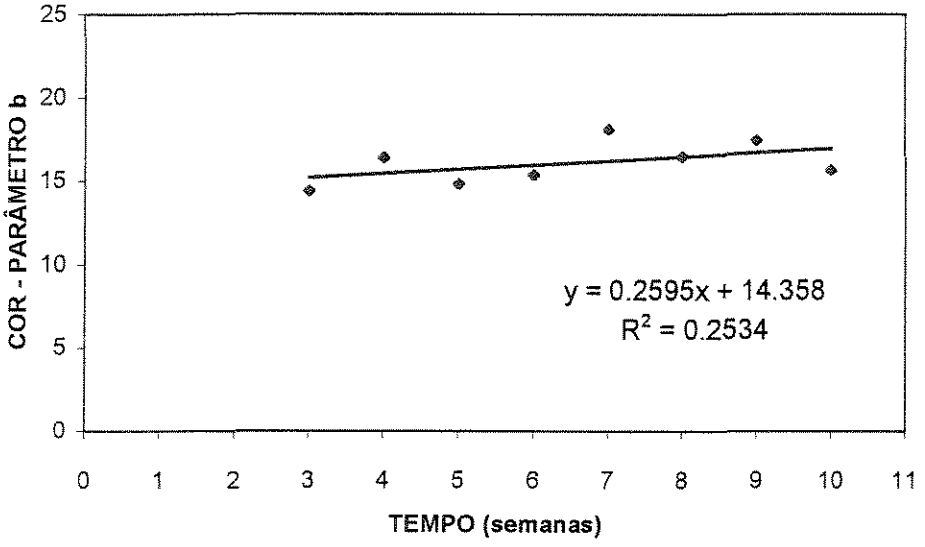


Figura 26 – Cor (*b*) dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

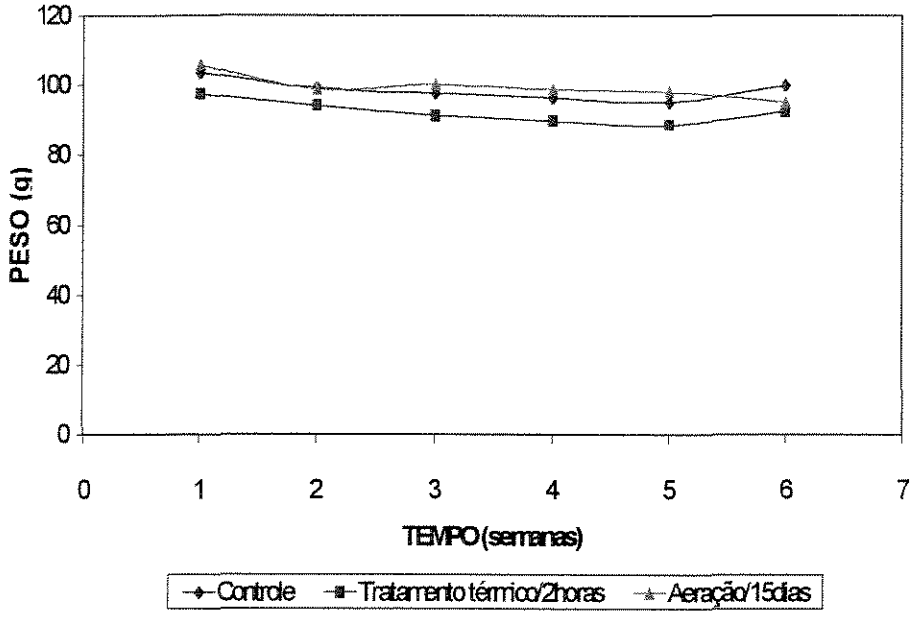


Figura 27 – Evolução do Peso em função do tempo de diferentes tratamentos durante o período de armazenamento da cebola Crioula

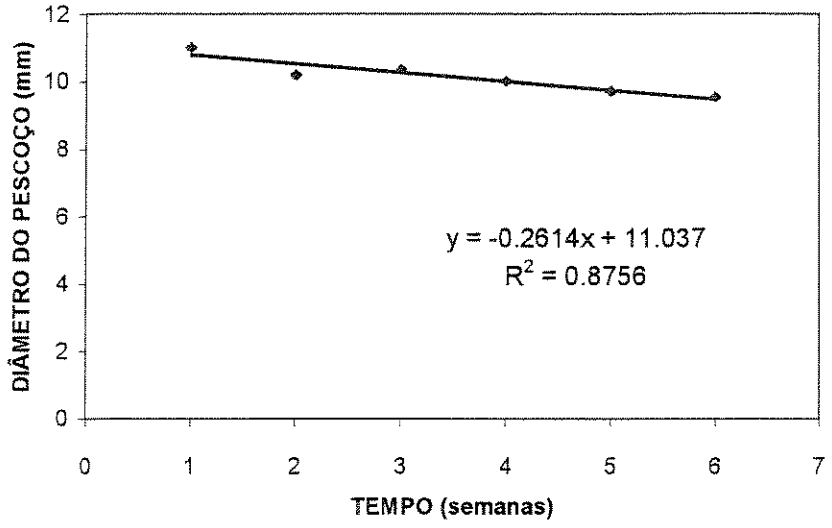


Figura 28 – Diâmetro de pescoço dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

A Tabela 10 apresenta, de forma simplificada, os resultados da análise estatística de diferentes tratamentos em bulbos de cebola da variedade Crioula, mediante acompanhamento de alterações de aparência externa, representadas pelos parâmetros aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial.

Tabela 10 – Aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial de cebolas da variedade Crioula durante o armazenamento ao ambiente após submetidas a diferentes tratamentos.

Tratamento	Aparência geral	Intenção de compra	Firmeza sensorial
Controle	6,56	6,50	6,12
55°C/2h	6,34	6,35	6,65
Aeração/15 dias	6,20	6,04	6,96
CV[1]	14,08	14,31	14,48
Tratamento[2]	ns (0,7585)*	ns (0,3839)	s (0,0320)
Tempo[2]	s (0,0007)	s (0,0017)	s (0,0001)
Trat*tempo[2]	ns (0,7793)	ns (0,8081)	ns (0,7661)

[1] Coeficiente de variação.
[2] Significância do teste F,sendo s - significativo e ns - não significativo;
( )* - Pr > F

A análise de variância mostrou que houve diferença significativa entre os tratamentos em nível de 5% de significância apenas para o parâmetro firmeza sensorial e que não houve diferença significativa para os parâmetros de aparência geral e intenção de compra. Não houve interação tratamento*tempo para todos estes parâmetros. No entanto a variável tempo de armazenagem mostrou efeito significativo em todos os parâmetros avaliados, ou seja, os referidos parâmetros sofrem alteração de acordo com o tempo de armazenagem.

O tempo foi significativo para a aparência geral e intenção de compra com efeito linear sobre estes parâmetros. As Figuras 29 e 30 ilustram a curva ajustada para aparência geral e intenção de compra e expressam o decréscimo dos valores desses indicadores ao

longo do tempo. Note-se que o mesmo comportamento foi observado para as cebolas da variedade Granex 90.

A Figura 31 ilustra as curvas de firmeza sensorial com relação ao tempo para os três tratamentos, mostrando o comportamento deste parâmetro. As curvas para a firmeza sensorial apresentam comportamento oscilatório, porém, observa-se que no final do armazenamento, a firmeza sensorial apresenta diminuição em relação aos valores iniciais para todos os tratamentos empregados. Estes dados já eram esperados e estão coerentes com os resultados da firmeza medida no texturômetro.

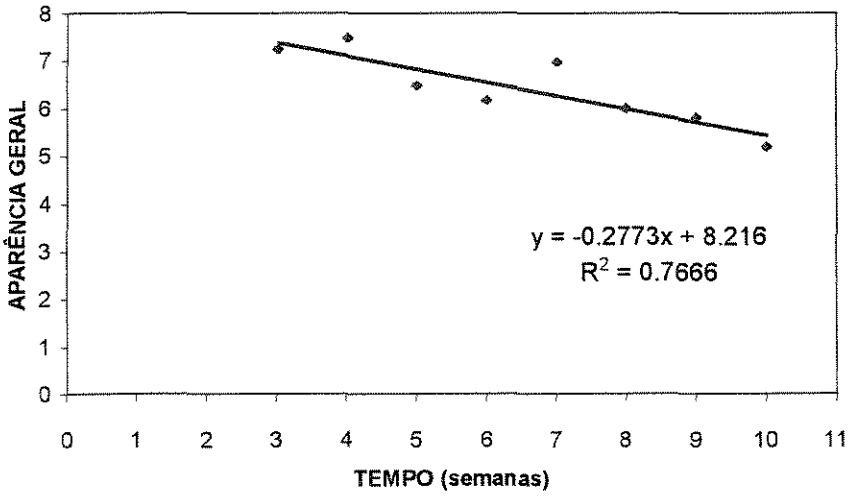


Figura 29 – Aparência geral dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

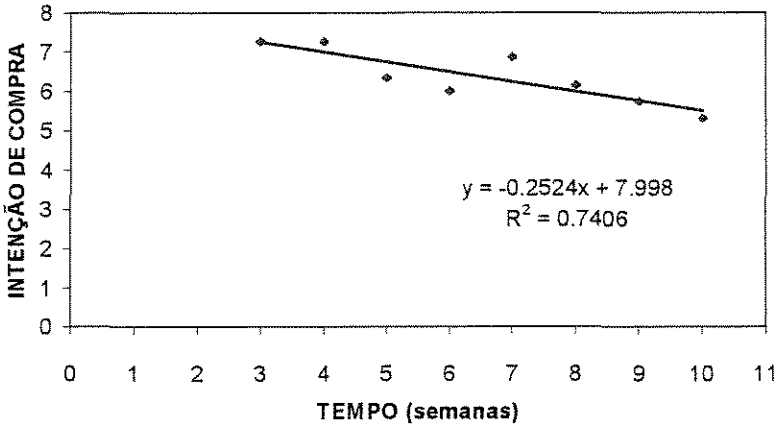


Figura 30 – Curva ajustada de Intenção de compra dos bulbos de cebola da variedade Crioula durante período de armazenamento

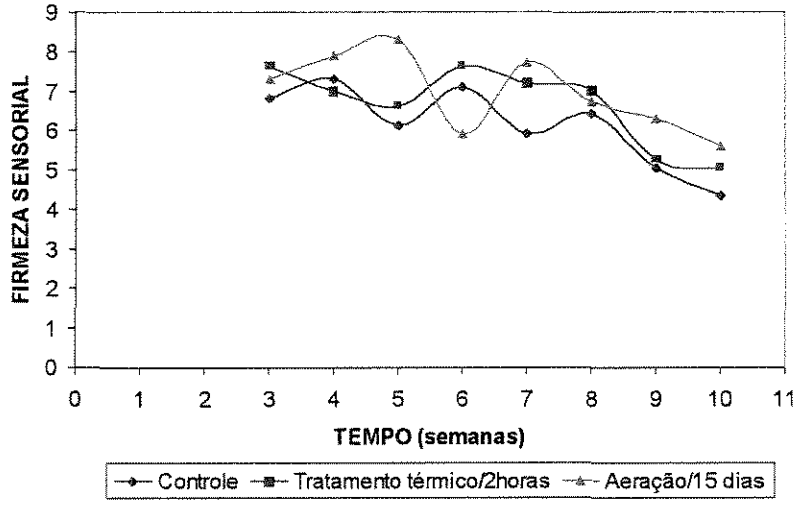


Figura 31 – Firmeza sensorial em função do tempo de diferentes tratamentos durante período de armazenamento da cebola Crioula

4.3. PERDAS

A Tabela 11 fornece os resultados de perdas médias em porcentagem nas amostras de bulbos de cebola da variedade Granex 90 durante o período de armazenagem. O Controle se manteve sem perdas pelo período de 3 semanas; a cebola tratada a 55°C se manteve por 6 semanas sem apresentar perdas e a cebola aerada se manteve por 7 semanas. Observa-se ainda que independente do tratamento utilizado, a partir de 8 semanas de armazenamento a perda do produto foi bastante rápida.

Tabela 11 – Porcentagem de perdas em amostras de bulbos de cebola da variedade Granex 90 ao longo do período de armazenamento

Semana	Perdas (%)		
	Controle	Trat/55°C/2 h	Aeração/15dias
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	4	0	0
5	4	0	0
6	7	0	0
7	7	16	0
8	11	17	11
9	100	100	100

A Tabela 12 fornece as perdas médias em porcentagem nas amostras de bulbos de cebola da variedade Crioula durante o período de armazenamento. As amostras do Controle e tratadas com aquecimento se mantiveram sem perdas por período de 7 semanas e as amostras aeradas por 8 semanas. A partir de 8 semanas as perdas foram gradativas, sendo mais acentuadas nas amostras do controle, as quais foram totalmente descartadas ao final de 13

semanas de armazenamento. A perda total das amostras tratadas com aquecimento e as tratadas com aeração também foi bastante rápida após 3 meses de armazenamento.

Tabela 12 – Porcentagem de perdas em amostras de cebola da variedade Crioula ao longo do período de armazenamento

Semana	Perdas (%)		
	Controle	Trat/55°C/2 h	Aeração/15dias
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	10	8	0
9	30	27	15
10	50	28	25
11	64	31	36
12	100	40	64
13	-	100	100

Embora os resultados da análise estatística em termos dos parâmetros avaliados reportados nos ítens 4.1 e 4.2 não permitissem identificar qualquer efeito do tratamento sobre a conservação da cebola, a análise de perdas quanti-qualitativas apresentada nas Tabelas 11 e 12 possibilitam alguns comentários. No caso da cebola Granex 90, observa-se nitidamente a superioridade dos tratamentos realizados sobre o controle em termos das perdas constatadas. No caso da cebola Crioula é sutil esse efeito, mostrando uma pequena vantagem para o tratamento de aeração. Também fica evidente a melhor aptidão à armazenagem apresentada pela cebola Crioula, quando se analisa apenas os resultados das

amostras do controle e observa-se que a Granex 90 resiste apenas 3 semanas sem apresentar perdas, enquanto a Crioula chega a resistir o dobro do período. Ressalta-se que não foi realizada análise estatística para os resultados de perdas, em virtude destes dados serem insuficientes para este tipo de análise.

As perdas decorrentes de brotamento e enraizamento foram nulas para ambas as variedades durante todo o período de armazenamento. Pode-se afirmar que a podridão foi responsável pelas perdas durante o armazenamento e que a incidência de podridão ocorreu sobre o corpo do bulbo. Provavelmente estes resultados se justificam nas conclusões de SMITTLE e MAW (1988), segundo os quais, a incidência de podridão na estocagem de cebolas da variedade Granex 33 aumenta com a maturidade da colheita sendo mínima quando realizada com 6% de estalo.

V. CONCLUSÕES

✓ Os tratamentos pós-colheita (aeração por 15 dias e tratamento térmico a 55°C por duas horas) aplicados a bulbos de cebola 'Granex 90' e 'Crioula' não apresentaram efeitos positivos na conservação dos mesmos, quando avaliados mediante o acompanhamento das alterações dos parâmetros teor de umidade, sólidos solúveis, firmeza analítica, cor, peso, diâmetro de pescoço, aparência geral, intenção de compra e firmeza sensorial.

✓ O tempo de armazenagem apresentou efeito significativo sobre o teor de umidade, firmeza analítica, cor , peso, aparência geral, intenção de compra e diâmetro do pescoço avaliados em bulbos de cebola da variedade Granex 90. Para a variedade Crioula, além desses parâmetros, inclui-se o teor de sólidos solúveis que apresentou tendência de aumento durante o tempo de armazenagem.

✓ A firmeza analítica apresentou tendência de decréscimo durante um período de armazenagem de 2 meses para a variedade Granex 90 e de 3 meses para a variedade Crioula.

✓ A variedade Granex 90 apresentou perda de peso de cerca de 2,82 % após 1 mês de armazenagem e de cerca de 5,63 % em 7 semanas de armazenagem, enquanto que a variedade Crioula apresentou perdas entre 6,36 % e 7,91% em iguais períodos, dependendo do tratamento aplicado.

✓ As avaliações sensoriais de aparência geral e intenção de compra de cebolas das variedades Granex 90 e Crioula apresentaram decréscimo ao longo do tempo, indicando que o tempo de armazenagem contribui para a depreciação da qualidade dos bulbos em termos de aparência.

✓ A cor dos bulbos modifica-se durante o período de armazenagem e a cor vermelha intensifica-se com o tempo para a variedade Crioula, enquanto que a cor amarela intensifica-se na variedade Granex 90.

✓ Os resultados de firmeza sensorial estão coerentes com os resultados da firmeza analítica para a variedade Crioula e sugerem que a firmeza dos bulbos diminui com o período de armazenagem.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APELAND, J. Effects of scale quality on physiological process in onion. **Acta Horticulturae**, v. 9, p. 54-60, 1971.

BACON, J. S. D. The water-soluble carbohidrates of the onion, Allium cepa L. **Biochemistry Journal**, v. 67, p. 5-6, 1957.

BENNETT, E. A note on the presence of piruvic acid in Ebenezer onions. **Plant Physiology**, v.20, p. 461-463, 1945.

BINKLEY, A. M., LORENZ, O. A. The effect of fertilizer treatments on onions bulb characters. **Proceedings American Society Horticulturae Science**, Ithaca, v. 37, p. 717-719, 1937.

BRUNETTO, I., GUELVENZU R., CARBALLO, S. Momentos de Cosecha y Sistemas de Curado en Cebolla Dulce Granex 33. **INIA**, Las Brujas, p. 51 – 55, 1994.

BUFFINGTON, D.E., GUSTASHAW JR, J.C. Salability of onions as influenced by vaccun and storage in three different environments. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 88, p. 254-259, 1975.

BUFFINGTON, D.E., SASTRY, S.K., BURGIS, D.S. Artificial curing and storage of Florida onions. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 782-788, 1981.

CAMARGO FILHO, W. P. **Produção e comercialização de cebola no Brasil**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1983. 84p.

CAMARGO FILHO, W. P. et al. Evolução da produção e comportamento do mercado de cebola no Brasil, 1971-90. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 40, p. 27-50, 1993.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. A produção e os preços de hortaliças no Mercosul. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 26, n. 12, p. 43-55, 1996.

CARVALHO, V.D. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. **Informações Agropecuárias**. São Paulo, v. 6, n. 62, p. 71-78, 1980.

FERREIRA, M. D. Chegou o tempo da segmentação. **Revista Agrianual**. São Paulo, v. 5, p. 190-195, 1996.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 1997.

GARCIA, J. L., BLEINROTH, E. W., YOKOMIZO, Y., SHIROSE, I. Comportamento de variedades de cebola de maior comercialização no Brasil quanto ao armazenamento. **Coletânea do ITAL**. Campinas, v.3, p. 27-53, 1977.

GORIN, N., BORCSOK, S. Chemical composition of stored onions, cultivar Hidro, as a criterion of freshness. **Lebensmittel Wissenchaft & Technologie**, v. 13, n. 3, p. 164-166, 1980.

GREULACH, V. A., ATCHISON E. Inhibition of growth and cell division in onion roots by maleic hidrazide. **Bulletin Torrey Botanical Club**, v. 77, p. 262-267, 1950.

GULL, D. D. Artificially curing Florida onions. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, v. 73: p. 153 –156, 1960.

HALL, D. W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: AVI Publ., 1980. 381p.

HANDEBURG, R.E., WATADA, A. E., WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. U. S. Department Agricultural Handbook, 1986. 66p.

HARROW, K. M., HARRIS, S. Artificial curing of onions for control of neck rot (Botryts allii Munn). **New Zealand Journal Agricultural**, v. 12, p. 592-604, 1969.

HAYSLIP, N.C., GULL, D.D., GUSMAN, V.L., SHUMAKER, J.R., SONODA, R.M. Bulb onion production in Florida. **Florida Agricultural Experiment Station Bulletin**, 1987. 238p.

HAWTHORN, J. **The Organization of quality control in the food industry**. 4ª edição. Londres: Academic Press Inc., v. 1, n. 1, 1967.

HICKS, J. R., LUDFORD, P.M. Effects of low ethylene levels on storage of cabbage. **Acta Horticulturae**, v. 116, p. 65-73.

HOYLE, B. J. Onion curing a composition of storage losses from artificial, field, and non-cured onions. **Proceedings American Society Horticultural Science**, v. 52, p. 407-414, 1948.

ISENBERG, F. M., ANG, J. K. Northen-grower onions: curing, storing and inhibiting sprouting. **Cornell Experiment Bulletin**, p. 116-131, 1963.

ISENBERG, F. M. R. Controlled atmosphere storage of vegetables. **Horticulturae Reviews**, v. 1, p. 337-394, 1979.

JAMIESON, M.F.S. **Secado y almacenamento de cebolas**. Montevideo, Uruguai, Cooperativa Agropecuária de Sociedades de Fomento Rural/Oficina Regional de la FAO para a América Latina, 1980. 21p.

JONES, H. A., MANN, L. K. **Onions and their allies**. London: Interscience Publ. Inc., 1963. 286p.

KARMARKAR, D. V., JOSHI, B. M. Investigations on the storage of onions. **The Indian Journal of Agricultural Science**, v.11, p. 82-94, 1941.

KIMURA, S. **Contribuição à pesquisa da secagem e armazenamento de cebolas com utilização de energia solar**. Relatório Final de Estágio. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. 43p.

KRAMER, A., TWIGG, B. A., **Fundamentals of quality control for the food industry**. Westport: The AVI Publishing Company, Inc., v. 1, p. 2-10, 1966.

MACHADO, P. L. **Armazenamento de bulbos de cebola**. In: II SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, Brasília, DF: Companhia Brasileira de Armazenamento, 1977. 260p.

MASCARENHAS, M. H. T. Origem e botânica da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 15-20, 1980.

MASTERS, J. F., HICKS, J.R., ISENBERG, F.M.R. Effect of maleic hydrazide on the cellular structure of the shoot apex of onion. **Acta Horticulturae**, v. 157, p. 251-255, 1984.

MATOS, A. T. **Simulação matemática do processo de aeração de bulbos de cebola (*Allium cepa L.*)**. Viçosa, Dissertação (Mestrado), UFV, 1986. 71p.

MINAMI, K., ANDRADE, M.O. LIMA, U.A. **CEBOLA** – Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo: ESALQ-USP, 1981. 70p.

MONTGOMERY, D.C. **Design and Analysis of Experiments**. New York: John Wiley, 1991. 649p.

MÜLLER, S. R. **Influência do estádio de maturidade e da cura artificial na fisiologia pós-colheita da cebola *(Allium cepa L.)* "Baía Periforme"**. Viçosa, Dissertação (Mestrado), UFV, 1986. 80p.

PALILOV, N. A. The biological bases of onion storage. **Acta Horticulturae**, v.20, p. 53-63, 1971.

PANTÁSTICO, E. R. **Post-harvest physiology, handling, and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Wesport: AVI Publ. Co. Inc., 1975. 560 p.

PEARSON, D. The chemical analysis of foods. J. & A. Churchill, London, 6th ed., 1970.

PENDERGRASS, A. M. **Influence of maleic hidrazide on the metabolism of onion bulbs (*Allium cepa L.*) during storage**. PhD Thesis, Cornell Univ., Ithaca, N.Y. 1969.

PROCTOR, F. J., GOODLIFE, J.P., COURSEY, D.G. Post-harvest losses of vegetables and their control in the tropics. **Vegetable productivity**. London: C.R.W. Spedding/Mac Millan Pub., p. 140-72, 1981.

ROBINSON, J. E., BOWNE, K. M., BURTON, W. G. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. **Annual Applied Biology**, v.81, p. 399-408, 1975.

RUTHERFORD, P. P., WHITTLE, R. The carbohydrate composition of onions during long term cold storage. **Journal Horticultural Science**, v. 57, n. 3, p. 349- 356, 1982.

RYALL, A. L., LIPTON, J. W. **Handling, transportation and storage of fruits and vegetables**. Westport: AVI Publ. Co. Inc., v. 1, 1972. 473p.

SALAMA, A. M., HICKS, J.R., NOCK, J.F. Sugar and organic acid changes in stored onion bulbs treated with maleic hydrazide. **Horticulturae Science**, Ithaca, NY, v. 25 n. 12, p. 1625-1628, 1990.

SAMPAIO, C. A. P., SINÍCIO, R., DOMMAR, W.A.B., GAMARANO, E.J.F. **Utilização de estufas de plástico no processo de cura de bulbos de cebola**. Viçosa, MG: CENTREINAR, 1995.

SARGENT, S. A. , ZOELLNER, J.J., STOFFELLA, P.J., MAYNARD, P.J. Harvest maturity affects storage quality of fresh, short-day onions. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Florida, v. 104, p. 64-68, 1991.

SATURNINO, H. M., MEDINA, P. V. L. Armazenamento de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 71-78, 1980.

SHEKHAR, V. C., IRITANI, W.M. Changes in malic acid and citric contents during growth and storage of Solanum tuberosum L. **American Potato Journal**, v. 56, p. 87-94, 1979.

SILVA, R. I., BRAATZ, R. K. **Reconversão e reestruturação produtiva na agricultura e na agroindústria, para o MERCOSUL**. Rio de Janeiro: Mimeo-IPEA, 1993.

SMITTLE, D. A., MAW, B.W. Effects of maturity and harvest methods on storage and quality of onions. **Horticultural Science**, v.23, n. 1, p. 141-143, 1988.

STOW, J. R. Effects of humidity on losses of bulb onions (*Allium cepa L.*) sotred at high temperature. **Experimental Agriculture**, v.11, n. 1, p. 81-87, 1975.

TAKE, T., OTSUKA, H. Flavor compounds in various foods. XI. The tasty substances in onion. **Chemical Abstract**, v. 68, n. 4, 1967.

THOMPSON, A. K., BOOTH, R.H., PROCTOR, F.J. Onion storage in the tropics. **Tropical Science**, v. 14, n. 1, p. 19-34, 1972.

TOLEDO, J., SHEMAN, M., HUBER, D.J. Some effects of cultivar, bulb size and preharvest treatments on storage characteristics of North Florida onions. **Proceedings Florida State Horticultural Society**, v. 97: p. 106-108, 1984.

TUCKER, W. G., DREW, R. L. K. Post-harvest studies on Autunn-drilled bulb onions; the effect of harvest date, conditioning treatments and field drying on skin quality and on storage performance. **Journal Horticultural Science**, Willesbourne, v. 57, n. 3, p. 339-48, 1982.

VAN DEN BERG, L., LENTZ, C. P. Effect of relative humidity, temperature and lenght of storage on decay and quality of potatoes and onions. **Journal Food Science**, v. 38, p. 81-83, 1973.

VOLKIND, I. L., ROSLOV, N. N., MUKHANOV, P.A. **Modern potato and vegetables storage**. New Delhi: Amr. Publ. Co. Pvt. Ltda., 1983. 188 p.

WALDER, J. M. M., CURZIO, O. A., DOMARCO, R.E., CROCI, C.A., SPOSTO, M.H.F., BLUMER, L. **Avaliação da qualidade da cebola argentina irradiada, transportada e armazenda no Brasil**. Piracicaba, SP: CENA, 1994.

WARD, C. M. The influence of temperature on weight loss from stored onion bulbs due to desiccation, respiration and sprouting. **Annual Applied Biology**, v. 83, p. 149-155, 1976.

WERNER, R. A., SEBEN, J.C. **Cura e armazenamento de cebola**. Florianópolis: ACAREST, 1983. 71p.

YAMAGUSHI, M.; PRAT, H. K., MORRIS, L. L. Effect of storage temperatures on keeping quality and composition of onion bulbs and on subsequent darkening of dehydrated flakes. **Proceedings American Society Horticultural Science**, v. 69, p. 1421-1426, 1957.

YOKOMIZO, Y. Composição química de diferentes variedades de *cebolas (Allium cepa L.)* e sua caracterização. **Coletânea do ITAL**, v. 8, p. 501-518, 1977.

Apêndice A – Resultados experimentais

Apeêndice A1 – Valores médios de umidade, sólidos solúveis, firmeza, firmeza sensorial, parâmetros de cor **L**, **a** e **b**, aparência geral e intenção de compra para a variedade Granex 90.

CEBOLA GRANEX90

TRAT	TEMPO	REP	UMIDADE	BRIX	FIRMEZA	FIR.SENS	COR **L**	COR a	COR b	APAR.	COMPRA
1	0	1	89,33	10,5	8172,212	6,8	62,84	7,98	16,22	7,3	7,3
1	0	2	89,19	10	8262,06	6,8	60,63	11,3	16,51	7,3	7,3
1	0	3	89,36	10	8775,83	6,8	72,36	0,97	18,68	7,3	7,3
1	1	1	89,05	10,3	6840,725	6,6	65,93	4,81	16,63	6,7	6,8
1	1	2	90,28	8,7	6301,024	5,8	70,33	3,55	18,53	6,6	6,7
1	1	3	90,96	8,3	7513,176	6,8	67,85	6,69	18,1	5,7	6
1	2	1	92,24	7,3	7481,836	7,7	67,86	6,75	17,9	7,1	7,2
1	2	2	91,76	7,7	7424,037	8,2	68,73	5,97	16,84	7,1	7
1	2	3	91,59	8,2	6724,539	6,4	71,45	4,68	18,54	7,3	7,4
1	3	1	90,62	8	9079,027	6,3	67,41	4,69	19,13	6,9	7,3
1	3	2	90,19	8	7094,069	6,7	70,3	8,5	16,19	7,3	7,3
1	3	3	90,84	7,3	8134,919	7,6	73,2	7,47	21,89	7,5	7,4
1	4	1	91,04	9	6789,65	6,9	71,9	9,06	23,78	7,4	7,3
1	4	2	90,86	8	6074,583	7,9	70,26	9,62	20,05	6,9	7,1

1	4	3	91,13	7,5	6786,05	7,2	67,96	5,36	18,19	7,5	7,3
1	5	1	91,48	8	6717,121	7,6	67,79	6,86	17,07	6,9	7,6
1	5	2	91,55	7,8	7001,602	5,3	59,79	14,82	14,82	4,3	4,4
1	5	3	91,42	7,2	6755,178	5,6	64,68	10,36	14,63	6,7	6,7
1	6	1	91,95	8,5	6843,692	7,1	61,05	11,18	14,84	7,7	7,4
1	6	2	91,39	9	6649,004	6	64,79	10,48	16,49	4,7	4,1
1	6	3	91,19	8,3	5879,919	8,1	62,76	16,23	19,14	5,5	4,9
1	7	1	92,19	6,7	6321,354	5,2	61,69	15,1	17,76	6,6	6,2
1	7	2	91,63	8,5	6185,79	7	65,12	16,28	17,23	6,9	7,1
1	7	3	91,64	8,3	6482,588	5,2	63,98	14,28	18,84	7,7	7,9
1	8	1	92,18	8,7	6419,299	7,9	61,32	13,83	16,79	6,1	7
1	8	2	90,71	8,3	6535,996	6,8	64,72	13,81	16,96	6,4	6,8
1	8	3	91,19	8,5	6262,233	5,6	72,6	1,57	17,18	5,6	5,2
2	0	1	89,32	9,3	7125,277	6,9	66,88	1,83	16,44	7,2	7,3
2	0	2	89,76	8,3	7207,471	7,7	72,65	6,14	17,77	6,3	6,2
2	0	3	89,64	9,3	7998,207	7,3	67,21	7,28	18,4	7,8	7,9
2	1	1	91,05	7,3	8131,431	6,3	74,56	1,69	18,97	7,4	7,8
2	1	2	91,72	7,3	7352,395	8,2	74,73	0,47	19,66	7,3	7,6
2	1	3	91,12	7,3	6496,066	7,6	70,48	4,82	18,44	6,8	7
2	2	1	91,29	9	7891,405	6,9	69,14	4,5	22,41	7	6,8
2	2	2	92,15	8,3	7817,357	6,3	67,21	5,14	16,63	7	6,8

2	2	3	91,82	8	7704,098	7,3	72,25	3,13	17,15	7,3	7,3
2	3	1	91,36	7	7651,908	4	66,74	5,46	17,43	6,5	6,2
2	3	2	90,3	8	6230,172	6,9	67,05	6,26	17,32	7	6,4
2	3	3	90,69	7,7	8282,257	7,5	73,4	7,06	22,47	7,9	7,9
2	4	1	91,26	7,2	5578,85	6,2	71,63	8,15	20,56	6,9	6,4
2	4	2	90,64	7,8	6025,783	7	68,12	12,4	20,32	7,2	6,5
2	4	3	90,7	7,2	6194,467	6,6	64,43	9,49	16,95	6,2	5,4
2	5	1	91,18	7,7	6916,999	6,4	65,84	7,53	15,45	6,5	6,8
2	5	2	90,99	8	7199,436	5,5	68,5	5,62	15,36	4,5	4,3
2	5	3	90,71	8,7	6296,304	7,8	63,83	6,43	14,58	6	6,2
2	6	1	91,76	8,2	5175,831	5,7	67,67	2,87	16,91	7,7	8,2
2	6	2	91,75	8,5	6120,175	5,4	68,68	4,85	15,49	4,4	3,5
2	6	3	92,13	6,3	6920,877	5,6	63,12	15,65	19,36	4,6	3,8
2	7	1	91,95	8,5	5837,502	7,6	62,18	15,9	18,92	7,1	7,4
2	7	2	91,87	8,3	6286,848	6,3	60,59	16,34	20,65	4,9	4,9
2	7	3	91,42	8,3	6483,786	6,7	65,26	11,95	17,08	6,7	6,8
2	8	1	91,59	8,5	5418,457	6,8	64,82	9,41	18,13	6,3	6,8
2	8	2	92,21	8,3	6732,021	7,3	64,71	10,79	18,05	6,1	5,9
2	8	3	91,59	8,8	6733,908	7,3	69,39	5,78	20,38	5,4	5,9
3	2	1	90,13	8,7	7752,54	7,3	66,7	7,85	16,86	6,8	6,6
3	3	1	90,72	8	8328,374	7,8	69,81	7,64	21,96	7,6	7,4

3	4	1	90,8	7,7	5967,183	8,3	68,94	4,9	16,94	7,2	7,4
3	5	1	90,89	7,7	6798,496	7,7	64,74	8,25	14,84	5,6	5,6
3	6	1	90,87	7,8	6616,242	5,8	62,81	17,16	20,06	5,2	4,5
3	7	1	91,85	8,8	5507,942	7	63,77	12,71	17,78	6,7	6,6
3	8	1	92,21	8,5	6101,134	5,7	61,76	12,67	17,56	4,7	5

Apêndice A2 – Valores médios de umidade, sólidos solúveis, firmeza, firmeza sensorial, parâmetros de cor **L**, **a** e **b**, aparência geral e intenção de compra para a variedade Crioula Paulista.

CEBOLA CRIOULA PAULISTA

TRAT	TEMPO	REP	UMIDADE	BRIX	FIRMEZA	FIR.SENS	COR L	COR a	COR b	APAR.	COMP
1	0	1	90,51	8	5771,431	6,4	59,35	7,25	14,06	5,7	5,8
1	0	2	89,74	8,5	5676,584	6,4	60,64	8,82	14,24	5,7	5,8
1	0	3	88,12	10	6237,816	6,4	81,33	1,8	26,55	5,7	5,8
1	3	1	90,58	9	7341,415	6,7	62,09	6,24	15,33	7,3	7,5
1	3	2	90,89	8	7273,365	6,3	62,58	9,41	12,45	7,7	7,4
1	3	3	91,33	8,3	7934,707	7,5	61,27	3,69	13,63	7,3	7,5
1	4	1	90,97	9,3	7475,108	7,2	62,69	9,09	17,06	7,4	7,3
1	4	2	90,4	8	7329,406	7,6	62,03	10,36	16,47	7,9	7,7
1	4	3	91,42	8,5	6707,823	7,1	67,86	5,08	17,66	7,5	7,5
1	5	1	91,1	8,3	7709,217	7,9	60,51	9,07	13,53	7,9	7,5
1	5	2	90,74	7,8	7757,591	5	60,38	7,07	12,37	5,5	5,6
1	5	3	91,71	8,2	6676,951	5,5	59,39	9,5	16,6	7,7	7,9
1	6	1	91,58	8,7	7502,439	7	59,53	11,28	14,08	7,7	7,5
1	6	2	90,58	9	7071,66	6	55,3	10,89	12,83	5,6	5,5
1	6	3	91,49	9,3	5968,36	8,2	63,56	9,02	18,3	5,5	5
1	7	1	89,95	9,3	6809,463	5	58,45	16,57	17,96	6,9	6,1

1	7	2	90,52	8,7	6108,446	7,6	57,33	14,81	15,57	7,3	7
1	7	3	90,46	9	5474,597	5	63,89	14,81	17,63	7,9	7,7
1	8	1	91,41	10,3	6412,408	6,8	59,67	14,62	17,65	6,6	6,9
1	8	2	90,75	10	6458,651	6,6	58,09	13,62	14,06	6,6	6,9
1	8	3	91,09	8,6	5376,423	5,8	64,55	14,36	16,79	6,1	5,5
1	9	1	88,8	8,5	6082,833	5	56,93	13,32	14,18	7	6
1	9	2	89,59	10	4104,966	5	56,81	12,79	14,26	6	6
1	9	3	90	8,3	5490,898	5	64,19	13,74	17,7	4	5
1	10	1	89,04	10,2	4752,144	4	55,08	14,91	17,26	5	5
1	10	2	88,65	9,3	4533,472	5	55,89	12,94	13,74	5	6
1	10	3	89,55	9,8	5826,875	4	57,23	14,48	16,32	4	4
2	0	1	88,28	10,3	6778,962	6,4	64,71	4,55	17,9	6,2	6,2
2	0	2	90,14	9,8	6701,443	5,5	69,41	9,78	20,56	5,6	5,5
2	0	3	88,25	9,7	7087,172	4,9	63,87	12,94	17,74	4,8	4,1
2	3	1	90,58	7,7	7608,928	7,8	61,46	6,03	13,39	6,5	6,4
2	3	2	90,89	8	6837,355	7,3	57,82	9,36	14,06	7	6,5
2	3	3	91,33	9,3	8204,388	7,6	61,05	2,55	15,67	7,7	7,9
2	4	1	90,92	7,8	7366,546	6,4	61,29	9,42	15,87	7,8	6,8
2	4	2	89,93	7,7	7254,088	7,7	57,48	11,32	14,14	7,6	7
2	4	3	90,28	9	7087,484	7	61,62	8,7	17,01	6,5	7,7
2	5	1	91,1	8,3	7881,862	6,7	56,94	11,85	15,15	6,5	6,1

2	5	2	90,74	8,5	8257,74	5,4	56,7	9,78	14,27	5,5	5,7
2	5	3	91,71	10,2	7022,654	7,8	62,52	3,18	17,17	6,5	6,3
2	6	1	91,42	8,7	6307,376	7,6	57,05	7,96	13,74	7,5	8,2
2	6	2	91,04	9	6683,278	7,5	61,03	10,33	16,57	5,4	6,8
2	6	3	91,39	7,7	7480,561	7,6	62,7	3,25	17,64	5,9	4,3
2	7	1	89,24	8,1	6843,232	7,9	63,15	13,6	18,1	7,4	7,4
2	7	2	90,13	8,3	7311,499	6,9	57,21	15,89	18,57	5,4	5,9
2	7	3	90,07	7,7	6612,673	6,8	58,24	14,74	20,21	7,7	7,4
2	8	1	90,11	10	6237,573	6,2	65,3	11,56	15,82	6,5	6,5
2	8	2	91,37	7,7	6519,656	8	59,84	10,96	17,69	6	6
2	8	3	90,52	10,7	6758,967	6,9	62,36	12,48	17,31	5,5	6,2
2	9	1	89,26	8,5	6698,276	4	65,43	15,59	18,37	5,5	4,9
2	9	2	89,45	10	4230,214	7	58,52	16,21	17,37	4,5	5,4
2	9	3	89,94	8,3	7185,646	4,5	56,77	12,7	20,14	7,2	6,4
2	10	1	88,89	8,7	5786,972	4,6	55,08	10,74	12,45	4,4	5,4
2	10	2	89,78	10	6353,511	5,6	60,5	9,6	16,6	4,6	4,9
2	10	3	90,11	8,8	6065,654	4,9	61,9	10,7	17,15	7,1	6,2
2	11	1	86,26	9,3	3755,085	4,5	54,93	11,49	12,91	3,8	4,3
2	11	2	91,22	10	3879,655	6,3	58,14	13,29	14,97	4,4	5,4
2	11	3	88,79	11,3	4271,466	4,5	50,5	12,64	12,3	5,4	5,4
3	3	1	89,8	8,3	6963,967	7,3	60,46	9,94	16,09	7,2	7,6

3	4	1	89,91	8	6696,454	7,9	62,09	9,95	16,19	7,6	7,5
3	5	1	90	8	7694,267	8,3	59,55	10,35	14,53	5,7	5,2
3	6	1	89,98	8	7407,966	5,9	55,31	12,03	14,08	5,6	4,6
3	7	1	89,12	7,6	6299,696	7,7	56,71	17,15	18,22	6,2	6,5
3	8	1	90,04	10,2	6559,524	6,7	57,43	13,53	15,93	4,6	5
3	9	1	88,88	9,3	6775,907	6,3	59,67	15,81	19,83	6,5	6,2
3	10	1	89,24	8,5	5155,915	5,6	56,53	14,5	15,81	6,2	5,7
3	11	1	90,02	11	3937,982	5,2	57,02	14	15,4	5	5

Apêndice A3 – Valores médios de peso e diâmetro de pescoço para as variedades Granex 90 (A) e Crioula Paulista (B).

VARIED	TRAT	TEMPO	REP	PESO	D.PESC.
A	1	0	1	197,12	9,48
A	1	0	2	183,57	8,91
A	1	0	3	170,48	7,44
A	1	1	1	193,56	7,95
A	1	1	2	180,41	7,37
A	1	1	3	167,37	6,50
A	1	2	1	192,09	7,43
A	1	2	2	178,96	6,89
A	1	2	3	165,88	5,83
A	1	3	1	190,84	7,09
A	1	3	2	177,15	6,23
A	1	3	3	164,53	5,03
A	1	4	1	189,85	6,45
A	1	4	2	175,52	5,58
A	1	4	3	163,32	3,92
A	1	5	1	188,62	5,89
A	1	5	2	174,03	4,94
A	1	5	3	162,01	3,41
A	1	6	1	186,38	5,55
A	1	6	2	171,65	4,86
A	1	6	3	159,93	2,86
A	1	7	1	184,67	4,60
A	1	7	2	169,77	3,33
A	1	7	3	157,85	2,19
A	1	8	1	182,87	4,04
A	1	8	2	167,74	2,77
A	1	8	3	156,09	1,92
A	2	0	1	161,74	9,50
A	2	0	2	184,34	9,38
A	2	0	3	161,43	7,03
A	2	1	1	158,46	8,18
A	2	1	2	178,25	8,07
A	2	1	3	158,92	6,34
A	2	2	1	156,74	7,36
A	2	2	2	174,90	7,02
A	2	2	3	157,45	5,81
A	2	3	1	155,30	6,56
A	2	3	2	173,93	6,19
A	2	3	3	156,26	5,46
A	2	4	1	155,09	6,06
A	2	4	2	154,52	5,54
A	2	4	3	173,20	4,84

A	2	5	1	153,09	5,67
A	2	5	2	172,08	5,03
A	2	5	3	153,54	4,55
A	2	6	1	151,10	5,13
A	2	6	2	170,06	4,27
A	2	6	3	151,03	3,99
A	2	7	1	149,25	3,20
A	2	7	2	167,68	3,05
A	2	7	3	148,41	2,61
A	2	8	1	148,04	2,92
A	2	8	2	165,14	2,81
A	2	8	3	147,05	2,40
A	3	2	1	167,45	7,40
A	3	3	1	165,90	6,01
A	3	4	1	164,71	6,01
A	3	5	1	163,51	4,52
A	3	6	1	161,85	4,07
A	3	7	1	160,27	3,25
A	3	8	1	159,34	2,79
B	1	0	1	113,62	12,81
B	1	0	2	95,11	11,91
B	1	0	3	101,20	10,30
B	1	3	1	108,23	10,42
B	1	3	2	91,29	11,27
B	1	3	3	97,801	9,80
B	1	4	1	108,71	11,33
B	1	4	2	89,24	10,96
B	1	4	3	94,57	10,40
B	1	5	1	107,53	11,24
B	1	5	2	87,59	10,49
B	1	5	3	93,26	9,78
B	1	6	1	106,11	10,44
B	1	6	2	86,26	10,20
B	1	6	3	92,28	9,53
B	1	7	1	109,93	10,82
B	1	7	2	89,79	9,81
B	1	7	3	99,30	8,67
B	1	8	1	107,92	9,72
B	1	8	2	86,73	10,36
B	1	8	3	87,31	9,32
B	1	9	1	108,87	10,72
B	1	9	2	86,15	10,59
B	1	9	3	84,91	10,00
B	1	10	1	108,40	10,26
B	1	10	2	85,58	10,37
B	1	10	3	84,38	9,55
B	1	11	1	106,97	10,78

B	1	11	2	85,06	12,34
B	1	11	3	88,45	8,48
B	2	0	1	86,46	12,27
B	2	0	2	105,03	10,48
B	2	0	3	100,47	8,50
B	2	3	1	83,83	11,39
B	2	3	2	101,11	9,97
B	2	3	3	96,74	8,73
B	2	4	1	80,37	11,60
B	2	4	2	100,05	10,09
B	2	4	3	92,65	8,94
B	2	5	1	78,83	11,33
B	2	5	2	98,92	9,66
B	2	5	3	91,09	8,85
B	2	6	1	77,64	10,91
B	2	6	2	97,43	9,50
B	2	6	3	89,50	8,71
B	2	7	1	82,85	10,69
B	2	7	2	102,70	9,712
B	2	7	3	91,68	8,69
B	2	8	1	86,97	9,77
B	2	8	2	102,02	9,33
B	2	8	3	90,09	7,87
B	2	9	1	86,63	9,80
B	2	9	2	101,79	9,32
B	2	9	3	89,73	8,51
B	2	10	1	83,51	9,79
B	2	10	2	101,46	8,99
B	2	10	3	89,2	7,85
B	2	11	1	84,99	10,69
B	2	11	2	100,74	8,37
B	2	11	3	90,51	6,87
B	3	0	1	105,77	10,62
B	3	3	1	98,67	9,68
B	3	4	1	100,06	9,03
B	3	5	1	98,85	8,71
B	3	6	1	97,97	8,54
B	3	7	1	94,95	8,24
B	3	8	1	92,21	8,46
B	3	9	1	91,61	8,28
B	3	10	1	91,14	8,13
B	3	11	1	88,37	7,33