



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

**EFEITOS DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO SOBRE A QUALIDADE PÓS-COLHEITA
DO REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) DURANTE O ARMAZENAMENTO.**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Rafaela dos Santos Souza

Brasília-DF

Julho/2014

Universidade de Brasília - Unb

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV

Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento.

Rafaela dos Santos Souza

Matrícula: 09/0129652

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro

Projeto final de Estágio Supervisionado, submetido à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA:

Professora Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro, CPF: 059.119.796-08

Universidade de Brasília - UnB

Orientadora

Engenheira Agrônoma Dra. Luciana Moraes de Freitas, CPF: 888.250.603-78

Universidade de Brasília - UnB

Examinadora

Ms. tecnólogo em laticínios Márcio Antônio Mendonça, CPF: 830.352.496-87

Universidade de Brasília - UnB

Examinador

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUZA, R.S.

Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento / Rafaela dos Santos Souza; orientação de Fabiana Carmanini Ribeiro – Brasília, 2014. 34 p.: il.

Monografia - Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

1. Pós - colheita 2. Silício 3. Repolho

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUZA, R.S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento.** 2014. 34p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome da Autora: Rafaela dos Santos Souza

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento

Grau: 3º **Ano:** 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. A autora reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito da autora.

Rafaela dos Santos Souza

Aos meus pais, pelos exemplos de caráter, humildade, trabalho e muito amor que são em minha vida. Dedico este trabalho e o meu melhor.

AGRADECIMENTOS

Meu maior agradecimento é voltado a Deus, que com infinito amor e fidelidade, demonstra a todo o momento sua perfeição e grandeza.

Aos meus pais, meus principais motivadores, por todo o apoio, orientação e amor dedicados a mim.

À minha amada irmã Daniele por ser além de tudo, uma grande amiga desde sempre. Por todos os momentos de crescimento e descontração que tivemos como amigas e irmãs.

A todos os meus professores por compartilharem seus tão preciosos conhecimentos para a formação de profissionais e cidadãos.

À minha orientadora Fabiana, pelo grande valor da ajuda prestada, dedicação, transmissão de conhecimento, amizade e apoio total nessa tão importante etapa.

À minhas amigas de longa data Juliana Soares, Bárbara Brito, Márcia Regina, Ana Isabel Abreu, Daniela Santiago e Thais Farias por tudo o que vivemos como grandes amigas.

Aos membros da banca examinadora, Márcio e Luciana pela contribuição nessa etapa tão importante.

Aos meus grandes amigos do curso de Agronomia, em especial, Jéssica Gonçalves, Isabella Coelho, Marcelo Capbodevila, Thiago dos Santos, Mariana Guedes, Mateus do Carmo e Fernanda Maria por compartilharem comigo momentos essenciais tanto para desenvolvimento profissional quanto para crescimento pessoal.

A toda a minha família pela motivação e bons momentos.

A todos os amigos e colegas que mesmo sem saberem, contribuíram grandemente para que esse sonho, enfim se realize.

Muito obrigada a todos!

SOUZA, R.S. **Efeitos da aplicação de silício sobre a qualidade pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) durante o armazenamento.** 2014. 34p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 2014.

RESUMO

O repolho (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) destaca-se entre as hortaliças, por ser de relevante importância alimentar, social e econômica. O uso do Silício na agricultura, apesar de ainda ser pouco relatado em estudos, apresenta bons resultados, indicando tendência a uma maior utilização desse elemento para melhoria de aspectos produtivos e de pós-colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação foliar com silício nas características de pós-colheita do repolho durante o armazenamento. O trabalho foi realizado entre os dias 4 de novembro de 2013 e 20 de novembro de 2013, sendo avaliados dois tratamentos em cabeças de repolho armazenadas em condição ambiente: tratamento 1) testemunha, sem aplicação de Silício; tratamento 2) cabeças de repolho provindas de plantas adubadas com Silício via foliar. Foram avaliadas características de pós-colheita em cinco tempos (0, 4, 8, 12 e 16 dias), sendo as características: 1) Sólidos solúveis totais, 2) Acidez titulável total, 3) Teor de Vitamina C, 4) pH, 5) Cor, e 6) Perda de matéria fresca. Usou-se Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado e foram ajustadas curvas de regressão para cada variável, em função do período de armazenamento. Os resultados obtidos indicam melhorias na qualidade pós-colheita de cabeças de repolho provindas de plantas adubadas com Silício via foliar, justificando a utilização do silício e a realização de estudos posteriores.

Palavras-chave: Repolho, silício, pós-colheita.

ABSTRACT

The cabbage (*Brassica oleracea* var. *Capitata* L.) stands out among the greenery, to be materially food, social and economic importance. The use of silicon in agriculture, although still little reported in studies, shows good results, indicating a greater tendency to use this element for improving productive aspects and post-harvest. The objective of this study was to evaluate the effects of foliar fertilization with silicon in characteristics of post-harvest cabbage during storage. The study was held between November 4, 2013 and November 20, 2013, two treatments being evaluated in cabbage heads stored at ambient condition: treatment 1) control, without the application of Silicon; treatment 2) heads stemmed plants fertilized with foliar Silicon cabbage. Postharvest characteristics were assessed in five times (0, 4, 8, 12 and 16 days), with the following characteristics: 1) Soluble solids, 2) titratable acidity, 3) Content of Vitamin C, 4) pH, 5) Color, and 6) Loss of fresh weight. It used Entirely Randomized Experimental Design and Regression curves were fitted for each variable, depending on the storage period. The results indicate improvements in postharvest quality of heads stemmed plants fertilized with foliar Silicon cabbage, this justifies further study.

Keywords: Cabbage, silicon, postharvest.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO GERAL	1
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3.1.	A cultura do repolho.....	2
3.1.1.	Caracterização, Classificação botânica e origem	2
3.1.2.	Importância econômica e nutricional da cultura	3
3.2.	Cultivo e colheita de repolho.....	4
3.2.1.	Tipo de solo.....	4
3.2.2.	Espaçamento:.....	4
3.2.3.	Nutrição e adubação	5
3.2.4.	Irrigação.....	6
3.2.5.	Fatores climáticos.....	6
3.2.6.	Pragas do repolho	7
3.2.7.	Colheita.....	7
3.2.8.	Pós-colheita de repolho:.....	7
3.3.	Silício (Si):.....	9
3.3.1.	Utilização do silício na agricultura:.....	9
3.3.2.	Silício na pós colheita	10
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1.	Caracterização de área experimental	12
4.2.	Material analisado	12
4.3.	Delineamento experimental e tratamentos	13
4.4.	Avaliação das características de pós-colheita.....	13

4.5.	Sólidos solúveis.....	14
4.6.	Acidez titulável	14
4.7.	Teor de Vitamina C	14
4.8.	pH.....	14
4.9.	Cor.....	15
4.10.	Perda de matéria fresca:.....	15
4.11.	Análise estatística:	15
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1.	Temperatura e Umidade Relativa ambiente.....	16
5.2.	Sólidos Solúveis Totais.....	16
5.3.	Acidez titulável total	18
5.4.	Vitamina C.....	20
5.5.	pH	21
5.6.	Cor	22
5.6.1.	Índice L.....	22
5.6.2.	Índice A	23
5.6.3.	Índice B	25
5.7.	Perda de matéria fresca.....	26
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cabeças de repolho envolvidas em filme plástico e armazenadas em condição ambiente	11
Figura 2 – Valores de temperatura e umidade relativa do ar ambiente registrados durante o período de armazenamento (04 de novembro de 2013 a 20 de novembro de 2013)	15
Figura 3 – Sólidos solúveis totais (°BRIX) das amostras em relação ao período de armazenamento.....	16
Figura 4 – Acidez titulável total (g 100g ⁻¹ de solução) das amostras em relação ao período de armazenamento	18
Figura 5 – Teor de vitamina C (mg 100g ⁻¹) nas amostras em relação ao período de armazenamento	19
Figura 6 – pH das amostras em relação ao período de armazenamento	20
Figura 7 – Índice L de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento	22
Figura 8 – Índice A de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento	23
Figura 9 – Índice B de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento	24
Figura 10 – Perda de matéria fresca (%) das amostras em relação ao tempo de armazenamento	26

1. INTRODUÇÃO

O valor nutricional dos vegetais como fonte vital de minerais, vitaminas, fibras alimentares, boa quantidade de carboidratos, proteínas e energia é conhecido mundialmente. O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) é uma hortaliça que se destaca como fonte de vitamina C e também fornece vitaminas B1, B2, E e K, além de sais minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio, enxofre e ferro. Está incluído entre as principais hortaliças (CARNEIRO, 1981), o que se deve ao valor nutricional, à versatilidade do consumo *in natura* e de processamento industrial e, às propriedades terapêuticas, que fazem do repolho um alimento popular, barato e de grande importância social, econômica e alimentar (SILVA JUNIOR, 1991).

Os elementos minerais podem influenciar no complexo nutricional e estrutural das plantas, devido aos efeitos que exercem sobre os processos bioquímicos, e ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados (FERREIRA *et al.*, 2006).

Diversos trabalhos têm comprovado os benefícios do Silício tanto para o desenvolvimento produtivo em campo quanto após a colheita (FREITAS, 2010; PEREIRA *et al.*, 2008). Atualmente, é reconhecida a importância do aprofundamento de estudos sobre Si na biologia da planta devido à sua função em conferir efeitos metabólicos positivos sobre a fisiologia da planta. Estudos indicam a sua capacidade de aumentar o tempo de conservação pós-colheita e melhora da qualidade de hortaliças (OLIVEIRA, 2011; MARODIN, 2011).

Na literatura consultada, não foram encontrados resultados de pesquisa relatando a ação benéfica da aplicação de silício em repolho na pós-colheita, evidenciando a importância desse estudo por se tratar de uma hortaliça de relevante importância social, econômica, e nutricional.

2. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo, avaliar a influência da adubação foliar com silício nas características de pós-colheita do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) durante o armazenamento.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a influência da adubação foliar com silício nas características:

- Sólidos solúveis totais
- Acidez titulável
- Teor de vitamina C
- pH
- Cor
- Perda de matéria fresca

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. A cultura do repolho

3.1.1. Caracterização, Classificação botânica e origem

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) integra a família das Brássicas, sendo considerado o representante mais importante dessa família devido, principalmente à sua ampla aclimatização e distribuição nas variadas regiões do mundo, ao baixo custo, e por ser de fácil produção, além da excelente composição nutritiva, versatilidade de consumo e inúmeras propriedades terapêuticas (SILVA JÚNIOR, 1987).

É uma planta herbácea, apresentando folhas cerosas e arredondadas que se sobrepõem, fechando-se em forma de cabeça compacta. As folhas podem ser de coloração verde ou roxa, lisas ou crespas e são voltadas para o centro da planta. Possui caule curto e sistema radicular que chega a atingir profundidades superiores a 1,5m, mas a maior parte das raízes se concentra nos primeiros 20 cm do solo. Apresenta raízes adventícias na base do caule, favorecendo a rápida recuperação após o transplante (GASPARY, 1991; FILGUEIRA, 2003).

Taxonomicamente existem duas espécies de repolho: o repolho liso (*B. oleracea* L. var. *capitata* L.), de maior expressão comercial no Brasil, e o repolho crespo (*B. oleracea* L. var. *sabauda* Martens). Os repolhos são classificados segundo a forma da cabeça em achatada (forma comercial predominante no Brasil), pontuda, redonda, oval e elíptica e

quanto à cor, com as cabeças podendo ser verdes (brancas) ou roxas (TIVELLI & PURQUERIO, 2009; FILGUEIRA, 2000).

O repolho tem como região de origem a Costa Norte Mediterrânea, Ásia Menor e Costa Ocidental Européia. Em sua forma selvagem, o repolho era utilizado pelos egípcios, sendo que o seu uso generalizou-se com as invasões arianas entre 2000 e 2500 antes de Cristo. Era considerado uma fina iguaria pelos gregos e romanos, cultivado em suas diversas formas. Acredita-se que o repolho tenha sido introduzido na Europa pelos celtas no século IX. Na América, o repolho foi trazido pelos conquistadores europeus por volta do século XV (TIVELLI & PURQUERIO, 2009).

Em função das necessidades dos produtores e da demanda dos consumidores, atualmente encontra-se disponível no mercado uma grande diversidade de cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas e que atendem aos diversos interesses do público alvo. (BATISTA, 2011).

3.1.2. Importância econômica e nutricional da cultura

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) é planta herbácea, bienal e muito consumida no Brasil, tendo grande presença na dieta alimentar das famílias. Dentre as hortaliças o repolho constitui-se em alimento de excelente qualidade, apresentando teores apreciáveis de β -caroteno, cálcio e de vitamina C (FERREIRA *et al.*, 2002). Também fornece vitaminas B1, B2, E e K, além de sais minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio, enxofre e ferro.

Está incluído entre as principais hortaliças (CARNEIRO, 1981), o que se deve ao valor nutricional, à versatilidade do consumo *in natura* e de processamento industrial e, às propriedades terapêuticas, que fazem do repolho um alimento popular, barato e de grande importância social, econômica e alimentar (SILVA JUNIOR, 1991).

A cultura do repolho, como qualquer outra hortaliça, apresenta caráter social devido ao número de empregos gerados em consequência da exigência de mão-de-obra desde a semeadura até a comercialização. Estima-se que cada hectare plantado com hortaliças possa gerar, em média, entre 3 a 6 empregos diretos e um número idêntico de indiretos (MELO & VILELA, 2007).

No Brasil, em 2011, estima-se que a produção de alface e de repolho tenha somado 2,59 milhões de toneladas, em área de 123.580 hectares. O repolho participou com 1,313 milhão de toneladas e a alface, com 1,276 milhão de toneladas (CARVALHO *et al.*, 2013).

Em 2012, as 23 principais Centrais de Abastecimento Brasileiras (CEASAS) comercializaram 522 mil toneladas de hortaliças do subgrupo folha, flor e haste. No total elas geraram receita de aproximadamente R\$ 2 bilhões, conforme dados do Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiros (PROHORT), da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). O repolho situou-se na posição de hortaliça mais vendida (240 mil toneladas) (CARVALHO *et al.*, 2013).

3.2. Cultivo e colheita de repolho

3.2.1. Tipo de solo

O solo mais apropriado para o cultivo do repolho é aquele de textura média, solto, profundo e rico em matéria orgânica. Solos argilosos são preferidos pela cultura. Áreas arenosas são menos favoráveis ao repolho pela baixa retenção de umidade (FILGUEIRA, 2000). A área de cultivo deve ser bem ensolarada, próximo a uma fonte de água limpa, contínua, situada em local que não tenha sido cultivado antes com outras brássicas, como couve, couve-flor e o próprio repolho (EMBRAPA, 2002).

3.2.2. Espaçamento:

No que se refere ao espaçamento, o uso adequado de uma população de plantas por área é essencial não só para prevenir a redução no desenvolvimento, como também a tolerância dos produtos às condições pós-colheita de manuseio e armazenamento. De maneira geral, os plantios mais adensados tendem a proporcionar maiores produções por área, ainda que individualmente os frutos alcancem pesos médios menores (REINHARDT & CUNHA, 2000).

Para o repolho, os espaçamentos mais recomendados e/ou utilizados, variam de 70-80 cm entre linhas e de 30- 50 cm entre plantas (PACHECO, 1996; RIBEIRO *et al.*, 1999; FILGUEIRA, 2000; LÉDO *et al.*, 2000). O ajuste de espaçamento faz-se necessário

para cada cultivar para se evitar que a área foliar, importante no fornecimento de fotoassimilados, seja afetada de forma a prejudicar a produtividade (CASTRO *et al.*, 1987; FERREIRA *et al.*, 2002). Além disso, a utilização de espaçamento adequado proporciona produção de “cabeças” mais compactas, de menor massa média (1,0 a 1,5 kg), mais exigidas pelo mercado consumidor brasileiro (SILVA JÚNIOR, 1987; SILVA JÚNIOR *et al.*, 1988; LÉDO *et al.*, 2000).

3.2.3. Nutrição e adubação

As brássicas têm grande capacidade de extração de nutrientes do solo e apresentam grande conversão em pouco tempo e, para fornecer nutrientes em quantidades adequadas e equilibradas é necessário, entre outros fatores, conhecer as exigências nutricionais de cada variedade botânica (KIMOTO, 1993).

O repolho é considerado uma planta exigente em nutrientes e retira do solo grandes quantidades de minerais, sendo os macronutrientes potássio e nitrogênio retirados em maiores quantidades. O nutriente que mais favorece a formação da cabeça, precocidade na colheita e a produtividade é o fósforo (FILGUEIRA, 2003).

O nitrogênio é considerado o nutriente mais importante para o aumento do rendimento de cabeças de repolho (VLCEK & POLACH, 1977; SAMUELSEN & PETERSEN, 1977), sobretudo quando o fornecimento é feito nos períodos em que há maior desenvolvimento vegetativo (HARA & SONODA, 1979; KNAVEL & HERRON, 1981).

O repolho inclui-se entre as culturas que respondem à adubação orgânica (LLOYD & MCCOLLUM, 1940; OMORI & SUGIMOTO, 1978), podendo esta substituir os adubos minerais, com resultados satisfatórios, principalmente em estações secas e/ou solos arenosos (WATTS & WATTS, 1945). No entanto, os maiores rendimento de cabeças de repolhos, normalmente são obtidos através da combinação de adubos orgânicos e minerais (CAMARGO, 1950; SZAFRANEK & KOTE-IOWA, 1969), seja pela conjugação de benefícios às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, seja pela suplementação de nutrientes entre os adubos.

3.2.4. Irrigação

Pouco se sabe acerca do efeito da irrigação sobre comportamento dos frutos e hortaliças em pós-colheita. De modo geral, o estresse hídrico na planta pode ter efeito nocivo na aparência externa e suculência dos tecidos maduros, podendo reduzir o peso fresco bem como o valor do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Imtiyaz *et al.* (2000), avaliando o rendimento produtivo e o retorno econômico de algumas hortaliças em diferentes níveis de irrigação em relação à evaporação do tanque Classe A, observaram que o rendimento comercial do repolho, em cabeças.m² e a massa das cabeças foram influenciados pelos níveis de irrigação. Os melhores rendimentos, 96,7 e 97,9 Mg.ha⁻¹, foram obtidos com irrigação de 80% da evaporação. Constataram também que a irrigação com 100% de reposição da água evaporada reduziu a eficiência do uso da água, pois aumentou consideravelmente o volume aplicado sem melhoria significativa no rendimento comercial.

O repolho é muito exigente em água. Para se atingir níveis de umidade satisfatórios para a cultura, a EMBRATER/EMBRAPA (1981), propõe a aplicação diária de 3 a 4mm de água (3 a 4 litros/m²) nos primeiros 20 dias após o transplante. Após esse período, as irrigações devem aumentar para até 5mm de água. A escassez de água durante o período de formação da cabeça causa antecipação da formação de cabeças, que ficam pequenas e sem valor comercial. Rachaduras de cabeças podem ocorrer se houver grandes flutuações na disponibilidade de água do solo (EMBRAPA, 2002).

3.2.5. Fatores climáticos

Para uma grande parte de frutos e hortaliças, o aumento da temperatura pode reduzir o crescimento da planta, e/ou antecipar a colheita. Valores extremos de temperatura podem contribuir para a incidência de diversos tipos de desordens fisiológicas, podendo assim reduzir a sua vida útil de prateleira (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Originalmente o repolho é uma hortaliça de clima temperado, independente do fotoperíodo, sendo a temperatura o fator limitante para o desenvolvimento da planta (SILVA JÚNIOR, 1987; FILGUEIRA, 2008). Contudo, ao longo do tempo, foram obtidas cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando conseqüentemente os períodos

de plantio e de colheita. Assim, pela escolha criteriosa da cultivar, a época de plantio estende-se ao longo do ano (FILGUEIRA, 2008).

3.2.6. Pragas do repolho

Segundo Freitas (2010), dentre os insetos-praga mais comuns no repolho, citam-se os pulgões *Myzus persicae* e *Brevicoryne brassicae*; mosca branca: *Bemisia tabaci*; lagarta-rosca: *Agrotis ipsilon*; broca-da-couve: *Hellula phidilealis*; curuquerê: *Ascia monuste orseis*; lagarta-mede-palmo: *Trichoplusia ni*. A traça-das-crucíferas (*Putella xylostella*) é uma praga que merece destaque pela magnitude de prejuízos causados à cultura e à frequência com que infesta os cultivos de repolho.

3.2.7. Colheita

A colheita é um processo traumático, onde podem se produzir danos ao produto que irão influenciar diretamente as características do mesmo após a colheita, salvos raras exceções. Para evitar problemas devem ser tomados alguns cuidados, como evitar colheitas sob chuvas ou após chuvas pesadas, colher nos horários mais frescos do dia, escolher o método adequado de colheita, ponto ideal de colheita, não acondicionar os produtos diretamente no solo e não deixá-los exposto ao sol (EMBRAPA, 2010).

Recomenda-se a colheita do repolho quando as cabeças apresentam-se bem compactas, fechadas, com bom tamanho e com as folhas internas bem unidas entre si. Nesse ponto, as folhas superiores que envolvem a cabeça começam a enrolar-se para trás, expondo as folhas de baixo que apresentam cor mais clara (SILVA JÚNIOR, 1987). Cabeças colhidas antecipadamente murcham e deterioram-se facilmente, não resistindo ao transporte e ao armazenamento. Cabeças colhidas tardiamente podem apresentar folhas externas muito rígidas, que requerem desbaste extensivo para expor as folhas internas mais tenras, porém menos resistentes ao transporte (SILVA JÚNIOR, 1987).

3.2.8. Pós-colheita de repolho:

As condições durante o cultivo, assim como as práticas pós-colheita, determinam o valor nutricional, a qualidade sanitária e as características organolépticas da hortaliça, o

que por sua vez influenciam sua aceitabilidade e preferência pelo consumidor (EMBRAPA, 2010).

A cabeça deve ser firme, pesada e livre de danos causados por insetos e por manuseio inadequado (CANTWELL & SUSLOW, 2009). Em qualquer das operações após a colheita, é importante evitar todo o tipo de machucaduras, excesso de pressão e exposição excessiva ao sol e ao vento, para que não ocorram escurecimento e ressecamento das folhas e conseqüente redução da qualidade visual do produto (SILVA JÚNIOR, 1987). Danos e rachaduras das nervuras causam escurecimento e predispõem o tecido à deterioração por fungos e bactérias patogênicos (CANTWELL & SUSLOW, 2009). Cultivares precoces, mais delicadas e tenras, devem ser manipuladas com maior cuidado do que cultivares tardias (SILVA JÚNIOR, 1987).

A deterioração pós-colheita de repolho é associada ao amarelecimento das folhas, perda de massa, abscisão foliar e deterioração. Dependendo da extensão dos danos, as perdas podem ser elevadas devido à remoção intensa das folhas externas danificadas (CANTWELL & SUSLOW, 2009). Para estender a durabilidade, recomenda-se manter o repolho à baixa temperatura e sob alta umidade relativa. Para armazenamento, recomenda-se temperatura da ordem de 0°C e umidade relativa superior a 95% (CANTWELL & SUSLOW, 2009). Na ausência de refrigeração, as cabeças devem ser removidas para local fresco e sombreado, imediatamente após a colheita. O repolho não deve ser armazenado juntamente com nenhuma fruta ou hortaliça produtores de etileno, pois o acúmulo de 10 ppm de etileno na atmosfera é suficiente para causar amarelecimento e abscisão das folhas (KADER, 1985).

Sasaki (2007), afirma que a perda de água é uma das principais causas de deterioração dos produtos hortícolas. Segundo Donegá (2009), o aumento da vida pós-colheita pode ser obtido através de práticas e tecnologias antes e após a colheita, como nutrição equilibrada, manuseio adequado, armazenamento rápido após a colheita, dentre outras.

Resultados apresentados por Manolopoulou (2011), indicam que a imersão do repolho em ácido cítrico mantém a cor, a aceitação geral e qualidade organoléptica de corte de repolho fresco. Ele pode reduzir o escurecimento da superfície de corte e proteger de pontos escuros.

3.3. Silício (Si):

3.3.1. Utilização do silício na agricultura:

O silício é o segundo elemento mais abundante na crosta terrestre, 27% em massa, superado apenas pelo oxigênio (JACKSON, 1964). É encontrado apenas em formas combinadas, como a sílica e minerais silicatados. Os silicatos são sais nos quais a sílica é combinada com o oxigênio ou outros elementos como Al, Mg, Ca, Na, Fe e K em mais de 95% das rochas terrestres, meteoritos, em todas as águas, vegetais e animais (SAVANT *et al.*, 1997)

Os elementos minerais podem influenciar no complexo nutricional e estrutural das plantas, devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos, e ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados (FERREIRA *et al.*, 2006).

O silício (Si), nutriente que até então era relegado ao segundo plano por não ser considerado essencial, vem se destacando como fundamental em processos fisiológicos, bioquímicos e mesmo fitotécnicos de diversas culturas, tornando-se desta forma, o nutriente benéfico de salutar importância (MARODIN, 2011).

As principais funções atribuídas ao silício são: aumento da resistência a patógenos, alterações estruturais e metabólicas como observadas por Wang & Galletta (1998), onde a aplicação foliar de silicato de potássio proporcionou aumento no conteúdo de clorofila, crescimento de plantas e alterações dos teores de ácidos orgânico nas folhas de morangueiro.

O silício geralmente não é considerado parte do grupo de elementos essenciais para o crescimento das plantas. No entanto, o crescimento e a produtividade de muitas gramíneas como arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milho, aveia, trigo, milho, grama bermuda, têm mostrado incremento com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas, notadamente aquelas consideradas acumuladoras do elemento em seus tecidos (KORNDÖRFER & DATNOFF, 1995).

A ação benéfica do silício tem sido associada a diversos efeitos indiretos, como o aumento na eficiência da capacidade fotossintética, redução da transpiração, aumento da

resistência mecânica das células, na resistência a insetos e doenças, na redução da acumulação tóxica de Mn, Fe e Al e outros metais pesados, e aumento na absorção do P (KORNDÖRFER & DATNOFF, 1995). Pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, deixando as folhas mais eretas, com diminuição do auto-sombreamento, redução no acamamento, maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de Fe, Mn, Al e Na, diminuição na incidência de patógenos e aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

Pereira *et al.* (2008), inferiram sobre o aumento do tamanho da cabeça de repolho e conseqüentemente sobre a sua produtividade que foi aumentada através de adubações com silício. Esse aumento na taxa fotossintética das plantas contribui para aumentar a quantidade total de fotoassimilados produzidos durante a fotossíntese, culminando com o maior desenvolvimento e crescimento das partes vegetais (TAIZ & ZEIGER, 2004).

3.3.2. Silício na pós colheita

As alterações metabólicas e estruturais causadas pelo silício podem influenciar as características sensoriais dos produtos, como observado por Henrique & Cereda (1999) no morango, melhorando a vida útil pós-colheita, taxa respiratória, e a suscetibilidade ao desenvolvimento de agentes patogênicos.

Santos (2006), trabalhando com silicato de sódio como fonte de silício, observou maior produtividade e menor queima das brácteas na pós-colheita em Helicônia Golden Torch. O mesmo autor verificou que, utilizando doses de silício entre 0 e 1200 Kg ha⁻¹ com as fontes, cimento, silicato de cálcio, e silicato de sódio, é possível se ter diferenças nos aspectos produtivos e de pós-colheita.

Segundo Figueiredo *et. al.*, (2010), as concentrações de silicato de potássio aplicado via foliar na presença ou ausência de Si em fertirrigação alteram a luminosidade e coloração interna e externa dos “frutos” do morangueiro.

Adatia & Besford (1986) relataram aumento no teor de clorofila total, ou seja, *a* + *b* e atividade da enzima rubisco, necessária para a síntese de clorofila, em plantas de

pepino cultivadas em solução nutritiva com Si. A atividade da rubisco foi 50% superior em relação às plantas não fertilizadas com silício.

Oliveira (2011), concluiu que o Si aplicado semanalmente via solução nutritiva durante o cultivo da gérbera aumentou a vida pós-colheita de flores coletadas aos 210 dias após transplante de mudas.

Referências para a utilização do Si via foliar também foram relatadas, como aumento do diâmetro do capítulo e da altura de haste de Gérbera (KAMENIDOU *et al.*, 2011), aumento dos teores de açúcares totais e glicose em morango (FIGUEIREDO *et al.*, 2010), e rendimento de óleo essencial em orégano (DORDAS, 2009).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização de área experimental

O experimento foi conduzido no Laboratório de pós-colheita da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB. As cabeças foram envolvidas com filme plástico Tipo PVC e armazenadas em condição ambiente por 16 dias (04/11/2013 a 20/11/2013). Os valores de temperatura e umidade relativa do ar ambiente foram registrados diariamente, por meio de um termohigrógrafo instalado na área experimental.



Figura 1. Cabeças de repolho envolvidas em filme plástico e armazenadas em condição ambiente.

4.2. Material analisado

O repolho utilizado nas análises foi cultivado na Fazenda Agua Limpa - FAL, Campo Experimental da Universidade de Brasília – UnB.

Foi utilizada a cultivar Kenzan, com semeadura feita em bandejas de 128 células com duas sementes/célula. O transplântio das mudas foi realizado aos 25 dias após a semeadura.

A irrigação foi feita por gotejamento, quatro a cinco vezes por semana. A cada quinze dias, era realizada capina com enxada para controle de plantas daninhas. A colheita foi realizada aos 86 dias após o plantio.

A fonte de silício utilizada foi o produto comercial Sifol (silicato de potássio). O Sifol[®] possui em sua composição 12% de silício (Si) e 15% de potássio (K₂O). No tratamento com silício, foi utilizada a solução de Sifol[®] (silício foliar) a 3%, ou seja, 300 ml do produto para 100 L de água, aplicado via foliar uma vez a cada sete dias.

Todas as parcelas receberam calcário dolomítico para elevar a saturação por bases para 70%, conforme recomendado por Filgueira (2003) para a cultura do repolho. Foi realizada adubação em todos os tratamentos, incluindo a testemunha (sem silício), com esterco bovino de curral curtido na proporção de 3kg/m² de acordo com a recomendação feita por Novais *et al.*, (2007) para hortaliças folhosas e com termofosfato Yoorin[®] (200g/m²). A análise de esterco bovino (base seca) revelou: P = 0,72 %; K = 1,06%; N = 1,75 %; Matéria Orgânica = 53,8 % e relação C:N = 17:1.

4.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com três repetições em esquema fatorial (2x5), correspondendo à aplicação ou não de silício foliar no campo (com Si e sem Si) e cinco tempos de armazenamento (0, 4, 8, 12 e 16 dias).

4.4. Avaliação das características de pós-colheita

Para a avaliação das características químicas de pós-colheita foram utilizadas cabeças de repolho frescas trituradas em liquidificador.

4.5. Sólidos solúveis

A determinação do teor de sólidos solúveis (Graus Brix) das amostras foi realizada por meio de leitura direta em refratômetro de bancada (em temperatura ambiente) marca Atago modelo NAR – 1T. Valores expressos em graus Brix (°BRIX).

Para realização da leitura um chumaço de algodão foi molhado com a mistura de repolho triturado e posteriormente gotas do composto foram espremidas no aparelho.

4.6. Acidez titulável

A determinação de acidez titulável foi realizada pelo método titulométrico. Foram utilizadas alíquotas de 10 gramas do repolho triturado, 100 mL de água destilada e duas gotas de fenolftaleína, sendo que esta solução foi titulada com solução padrão de NaOH 0,1 mol L⁻¹. Os valores foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g de ácido cítrico 100g⁻¹ de tecido fresco), conforme técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.7. Teor de Vitamina C

A determinação do teor de vitamina C foi realizada por meio do método titulométrico com iodato de potássio no qual foram adicionadas à alíquota de 10g do repolho triturado, 50 ml de água destilada com posterior adição de 20 ml de ácido sulfúrico a 20%, 1 ml de iodeto de potássio a 10% e 1 ml de solução de amido a 1%. Posteriormente, foi feita a titulação com iodato de potássio a 0,02M até viragem para a coloração roxa.

Os resultados foram expressos em mg de vitamina C por 100 g de amostra.

4.8. pH

Para a determinação do pH, foi preparada uma solução de 10g de repolho triturado e 50 ml de água destilada. A amostra teve seu pH medido em potenciômetro digital Digimed, modelo DM 21.

4.9. Cor

As cores das amostras de repolho foram determinadas em cabeças frescas, inteiras, em quatro pontos nas laterais e um ponto no centro.

Na determinação, por colorimetria foi utilizado o aparelho Minolta, modelo CR 300, com capacidade de leitura em diferentes sistemas de cores, o qual foi utilizado o sistema $L^*a^*b^*$ (*color space*) definido pela Commission Internationale de L'Eclairage (CIE,1931). Nesse sistema, as cores são definidas pelo brilho (L^*), que compreende valores de 0, que é a coloração preta até 100, que corresponde à cor branca, e pelas coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*), em que, valores positivos de a^* estão relacionados à cor vermelha e valores negativos de a^* , à cor verde. Valores positivos de b^* referem-se à cor amarela, e valores negativos de b^* , à cor azul.

4.10. Perda de matéria fresca:

A perda de matéria fresca foi estimada em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa das amostras do tempo zero, e aquele obtido em cada intervalo de tempo (4, 8, 12 e 16 dias). Para pesagem, usou-se balança semi-analítica de precisão.

4.11. Análise estatística:

Para os tempos de avaliação, foram ajustadas curvas de regressão para cada variável, em função do período de armazenamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Temperatura e Umidade Relativa ambiente

Os valores de Temperatura e Umidade Relativa ambiente durante o armazenamento podem ser mostrados pela Figura 2, que indica pouca variação na temperatura durante os 16 dias, sendo 24°C a temperatura mínima, e a temperatura máxima próxima dos 28°C. A Umidade Relativa apresentou maiores oscilações, com valores entre 54% e 76%.

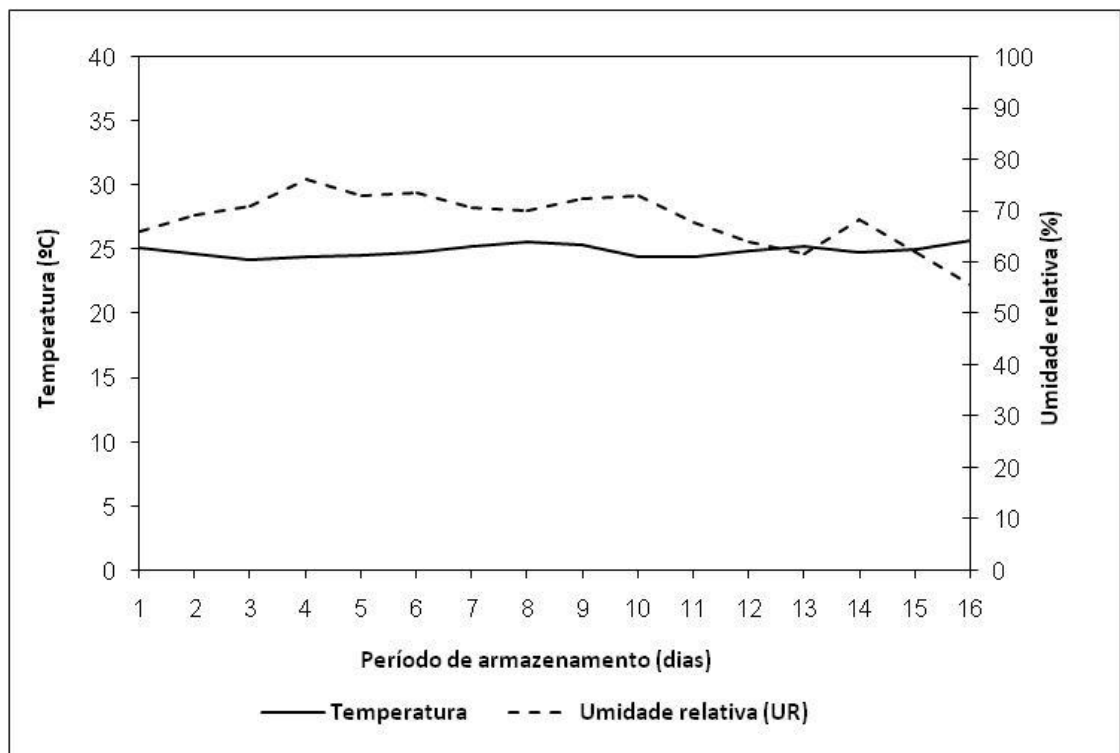


Figura 2. Valores de temperatura e umidade relativa do ar ambiente registrados durante o período de armazenamento (04 de novembro de 2013 a 20 de novembro de 2013).

5.2. Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis é uma característica de relevância para avaliação da qualidade, pois influencia diretamente no sabor do produto. A estimativa do grau Brix expressa a quantidade de açúcares e ácidos.

Os valores encontrados expressaram pouca diferença em relação aos dois tratamentos, apesar de o tratamento com Si apresentar maior teor de sólidos solúveis ao final do período de armazenamento (Figura 3).

Observa-se, de modo geral, nos primeiros quatro dias de armazenamento uma queda expressiva nos valores de sólidos solúveis totais, seguido de ligeiro aumento até os doze dias de armazenamento e depois, seguindo novamente em queda, retornando à valores próximos aos iniciais (Figura 3).

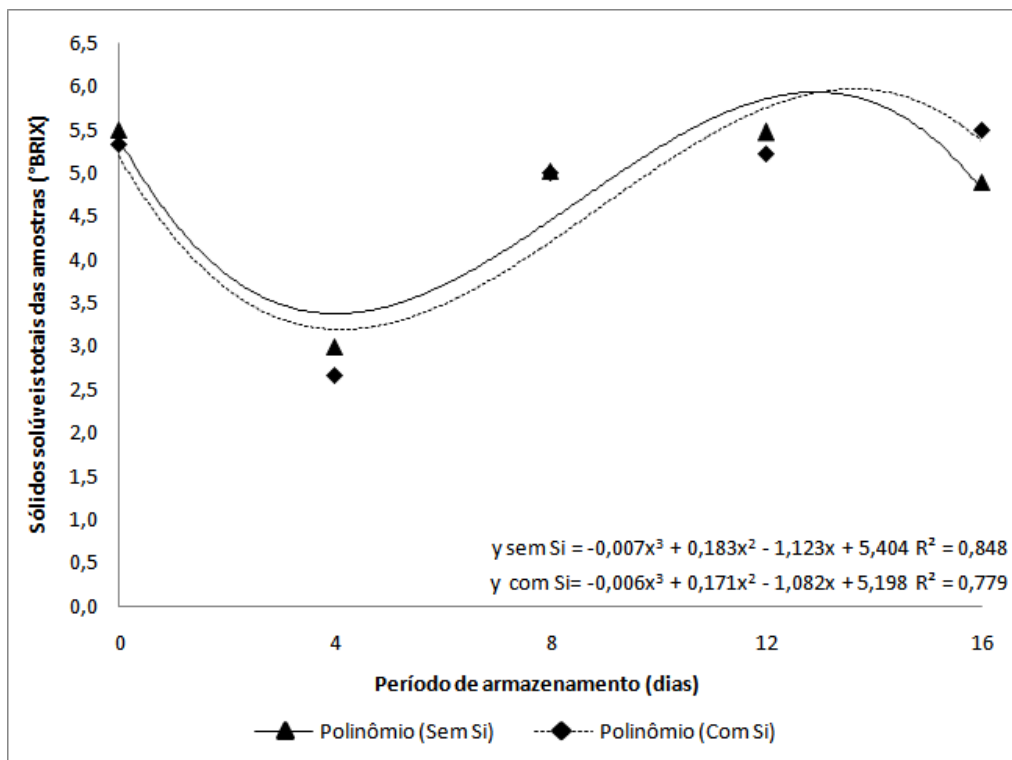


Figura 3. Sólidos solúveis totais (°BRIX) das amostras em relação ao período de armazenamento.

Segundo Rinaldi (2005), a redução dos sólidos solúveis pode ter sido influenciada pelo aumento da taxa respiratória do produto, utilizando as reservas existentes nas células, e o aumento ocorrido até o 12º dia de armazenamento (Figura 3), possivelmente devido a reações bioquímicas na parede celular, ou à possível perda de massa ao longo da armazenagem e conseqüente aumento na concentração dos ácidos.

Segundo Kader, 1992, o repolho é uma hortaliça com taxa respiratória moderada após a colheita. Dessa forma, são observadas modificações consideráveis nos teores de açúcares, os quais aumentam após a colheita e durante o armazenamento por curtos períodos. Após o armazenamento prolongado, todos os açúcares decrescem (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

5.3. Acidez titulável total

No gráfico da Figura 4, verifica-se que ocorreram oscilações nos valores de acidez titulável total para os tratamentos durante o armazenamento. Na testemunha sem Si, observa-se uma redução na acidez até o 4º dia de armazenamento, com posterior aumento no 8º dia, e novamente, redução até o final do período de armazenamento. Já no tratamento com Si, as oscilações foram menores, apesar do comportamento de quedas e elevações ter sido semelhante.

Esse comportamento de redução da acidez corresponde ao que acontece geralmente com produtos vegetais colhidos, como exemplo alface e pimentão (BENEDETTI, 2002; DAREZZO, 2004), com exceção para algumas frutas de caroço, como pêssegos, ameixas e nectarinas, que apresentam aumento na acidez após a colheita, correlacionando-se com a geração de radicais ácidos na parede celular (BEM-ARIE, 1986).

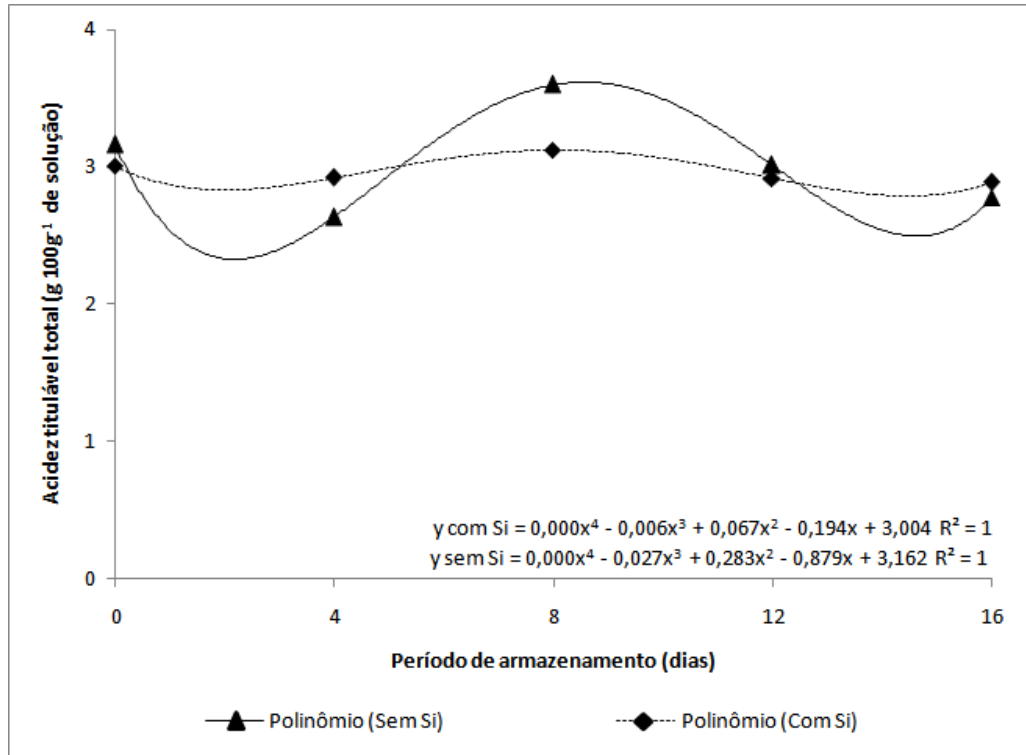


Figura 4. Acidez titulável total ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ de solução) das amostras em relação ao período de armazenamento.

A diminuição da acidez em produtos vegetais pode ser justificada pelo consumo do próprio vegetal, na tentativa de se manter em seu estado inicial. Kays (1991), afirma que durante o armazenamento a concentração total de ácidos orgânicos tende a diminuir, sendo que as mudanças pós-colheita variam com a espécie de ácido em questão, tipo de tecido, manejo e condições de armazenamento, cultivar, ano de produção e diversos outros parâmetros.

De acordo com Senter *et al.* (1991), o aumento na acidez de produtos armazenados por curtos períodos pode ser explicado pela geração de radicais (ácidos galacturônicos) a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, em especial, as pectinas.

A acidez em produtos hortícolas é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos, etc (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O pH e a acidez são fatores de extrema importância quando se analisa o nível de aceitação de um produto pelo consumidor, pois frutos excessivamente ácidos são rejeitados pelo consumidor (BORGUINI, 2002).

5.4. Vitamina C

O gráfico da Figura 5 mostra que o teor de Vitamina C apresentou oscilação ao longo do tempo de armazenamento em ambos os tratamentos, que tiveram valores semelhantes. Apresentaram teores finais de vitamina C, após 16 dias de armazenamento, bem próximos aos determinados no início do armazenamento. Houve maior diferença nos teores de vitamina C entre os tratamentos aos 8 dias de armazenamento, sendo que, o repolho tratado com Si apresentou maiores valores nesse período.

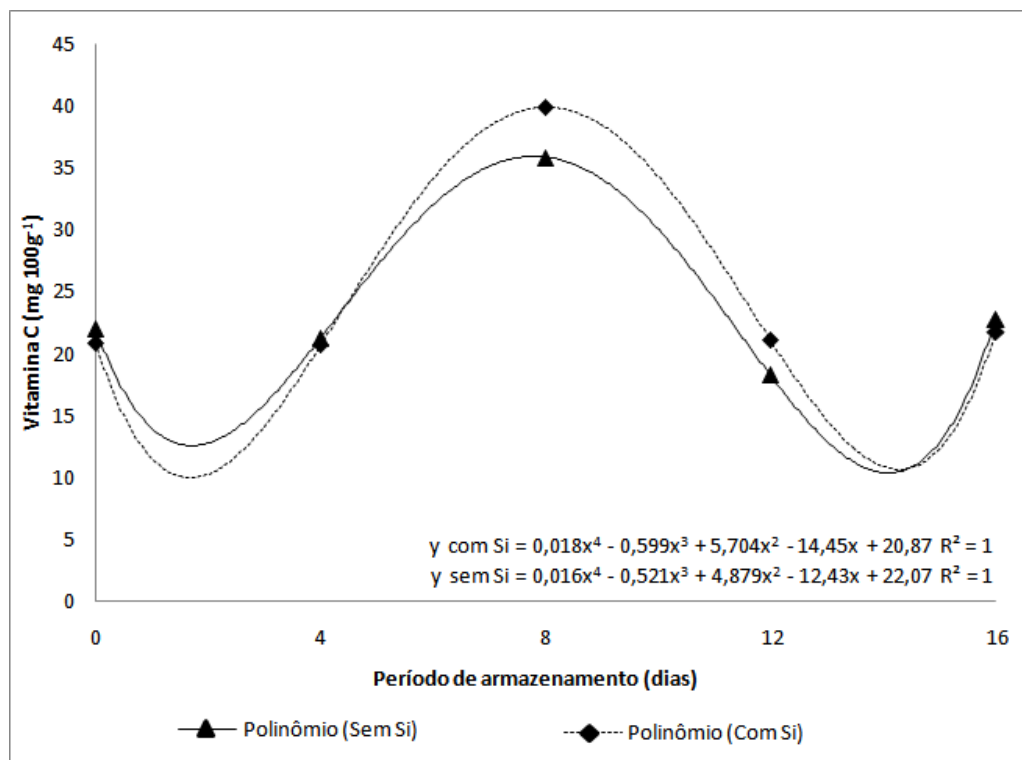


Figura 5. Teor de vitamina C (mg 100g⁻¹) nas amostras em relação ao período de armazenamento.

Klieber & Franklin (1999), ao estudarem o conteúdo de ácido ascórbico em repolho Chinês minimamente processado, concluíram que durante 11 dias de armazenamento a

4°C houve diminuição significativa no teor de vitamina C. Segundo Klein (1987), a redução de vitamina C está diretamente relacionada com o aumento da taxa respiratória, da evolução do etileno e com a descompartimentação celular, além dos fatores ambientais e genéticos, tais como calor, luz, O₂, pH, espécie e variedade cultivada.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), Hortaliças e frutas naturalmente possuem altos teores de vitamina C. O teor de ácido ascórbico pode ser utilizado como um índice de avaliação da qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento.

5.5. pH

Em relação ao pH das amostras, as suplementadas com silício apresentaram aumento diretamente proporcional ao tempo de armazenamento. Já as amostras sem silício apresentaram oscilação nos valores de pH em relação ao tempo de armazenamento, não sendo possível estabelecer a ocorrência de aumento ou diminuição, sendo que, após 16 dias de armazenamento o pH das amostras sem silício apresentaram valor bem próximo ao inicial (Figura 6). Segundo a classificação de Chitarra & Chitarra (1990), este produto é não ácido.

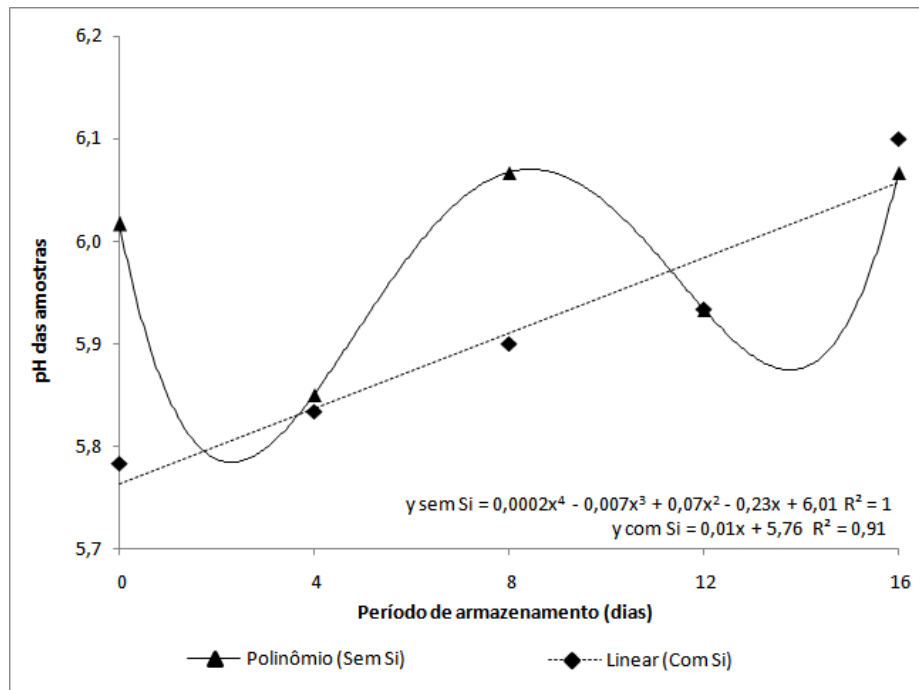


Figura 6. pH das amostras em relação ao período de armazenamento.

A tendência de aumento de pH observada no tratamento com Si, pode ser explicada segundo Kader (1986) pela resposta do tecido ao neutralizar a acidez gerada pelo CO₂ ou ao aumento da população de microrganismos (MARTH, 1998). Quanto a última afirmação, nada se pode concluir, pois não foram realizadas análises microbiológicas no produto estudado.

5.6. Cor

A avaliação da cor do produto é de suma importância, pois trata-se do atributo mais atrativo e notado pelo consumidor, apesar de, na maioria dos casos não influenciar no valor nutritivo. Além disso, as mudanças na coloração do produto mostram a ocorrência e intensidade de processos degradativos na pós-colheita (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

5.6.1. Índice L

Verifica-se, no gráfico da Figura 7 que no tempo 0, tanto o repolho tratado com aplicação de Si quanto a testemunha apresentaram valores de brilho (L*) próximos. Aos 4 dias de armazenamento, a testemunha sofreu maior redução do brilho em relação ao repolho tratado com silício, indicando maior escurecimento. Já aos 8 dias de armazenamento, as amostras apresentaram escurecimento mais expressivo, sendo que, após esse período, o brilho aumentou gradativamente. Ao final do experimento, os valores de L* estavam maiores em relação ao tempo inicial, e o repolho tratado com Si apresentou os maiores valores de L* ao final do período de armazenamento, indicando menor escurecimento.

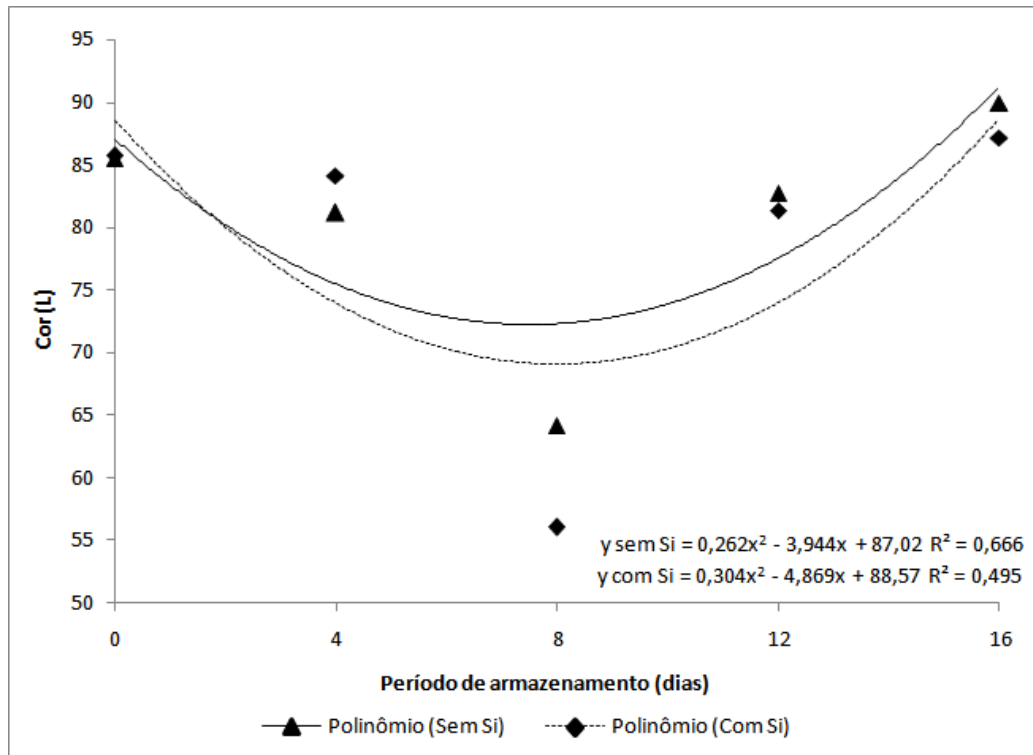


Figura 7. Índice L de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento.

Figueiredo *et al.* (2010), estudou o comportamento dos componentes de coloração do morango, e em relação à luminosidade, houve redução de forma linear do índice L da coloração externa, tornando os “frutos” mais escuros com o aumento das concentrações de silicato de potássio pulverizadas na ausência de silício na fertirrigação.

5.6.2. Índice A

Observa-se, na Figura 8, um aumento linear do índice a^* ao longo do armazenamento, para ambos os tratamentos. No início do armazenamento (tempo 0) a testemunha apresentou o menor valor, indicando cor verde mais intensa. Entretanto, ao longo do armazenamento, foi observado aumento no índice a^* , indicando forte redução na intensidade da cor verde.

Nos repolhos tratados com Si, o comportamento foi semelhante, porém, a redução na intensidade do verde ao final do armazenamento foi menor, o que indica que ao final do

experimento o repolho tratado com Si apresentou coloração verde mais intensa. Apesar de apresentarem diferença entre os tratamentos, essas diferenças foram sutis, o que mostra a necessidade de estudos posteriores com tipos de aplicação e doses diferentes de silício.

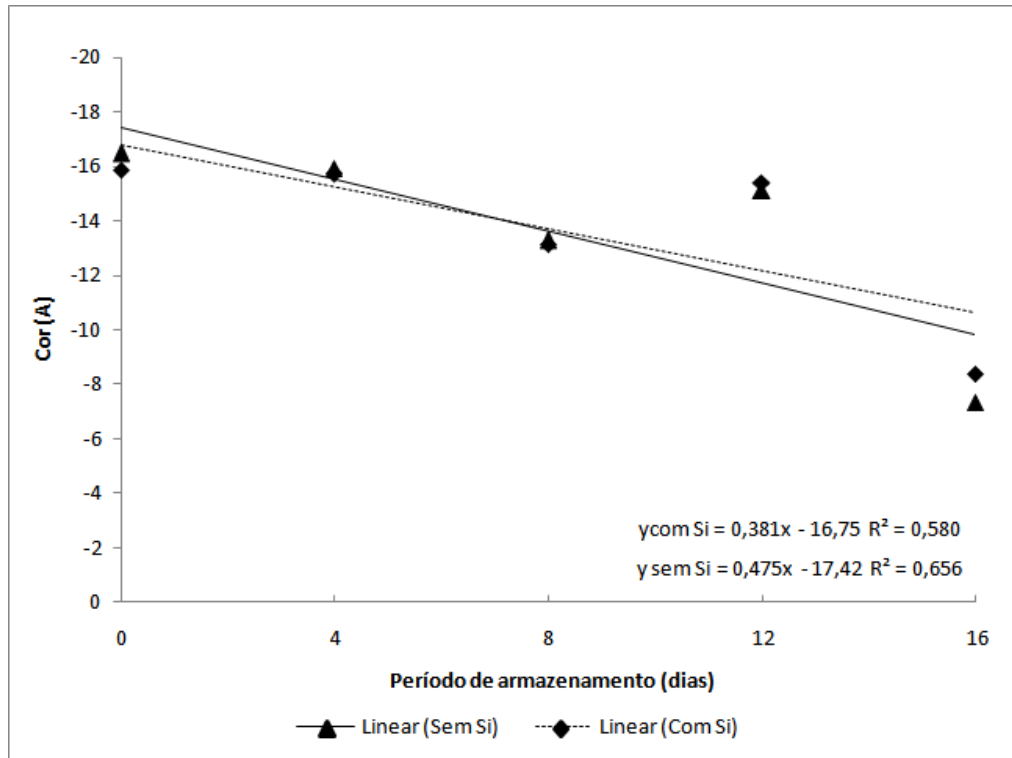


Figura 8. Índice A de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a perda de cor verde, deve-se à decomposição estrutural da clorofila, em decorrência de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Entre eles, podem ser citadas as mudanças no pH causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos; a ativação da enzima clorofilase e a presença de sistemas oxidantes.

5.6.3. Índice B

Em relação ao índice B, a testemunha e o tratamento com Si também apresentaram comportamentos semelhantes, sofrendo diminuição linear ao longo do armazenamento, indicando diminuição da intensidade da cor amarela (Figura 9).

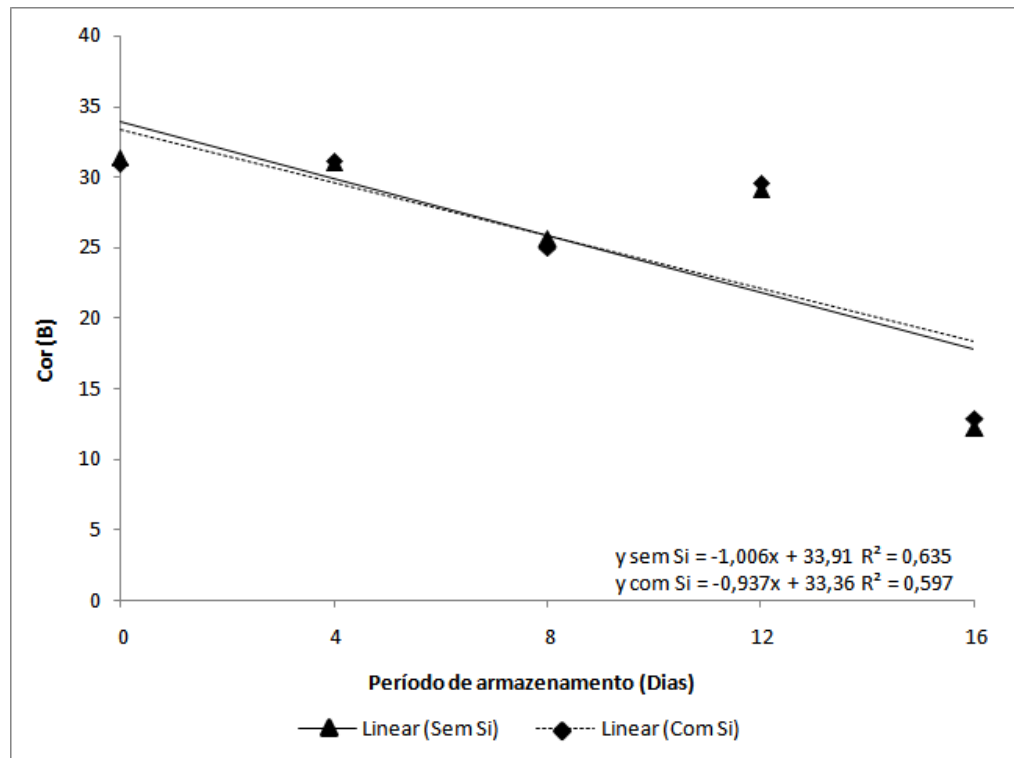


Figura 9. Índice B de coloração externa das amostras em relação ao período de armazenamento.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a expressão da coloração é influenciada por fatores físicos, tais como as ceras e epicuticulares, pêlos epidérmicos, forma e orientação das células da epiderme e da subepiderme do produto. A coloração aparente do produto nem sempre reflete os teores de pigmento do mesmo, e em alguns casos, pode haver dados conflitantes entre as medições da coloração e da composição de pigmentos do produto.

5.7. Perda de matéria fresca

Observa-se na Figura 10, perda de matéria fresca ao longo do período de armazenamento, demonstrando perda quantitativa na pós-colheita, o que é esperado devido ao processo de respiração do repolho, que consome as reservas acumuladas no órgão vegetal.

As perdas de massa associadas com as perdas transpiratórias de água podem ser de substancial importância econômica na comercialização, na qual são usualmente referidas como murchamento. Perdas de ordem 3% a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, mas alguns produtos são ainda comercializáveis com 10% de perda de umidade (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Vegetais folhosos são particularmente vulneráveis à perda de água rápida (KAYS, 1991). A perda de peso máxima aceitável de repolho é de 7% (KAYS, 1991 ; KANG *et al.* , 2002). No presente estudo, a perda de peso foi inferior a 7% em ambos os tratamentos (Figura 10).

Observa-se na figura 10 que o repolho tratado com Si apresentou menor perda de matéria fresca em relação ao não tratado (sem silício). Esse resultado demonstra um efeito positivo da aplicação, talvez por consequência de melhor absorção de nutrientes e/ou melhor balanço hídrico, que podem ser favoráveis à qualidade durante a pós-colheita. Em outros estudos, também foi observada maior massa fresca em hastes de mini rosas tratadas com silício via foliar e fertirrigação (HWANG *et al.*, 2005), maior massa seca em girassol (GUNES *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009), e maior massa fresca e seca em rosas (EHRET *et al.*, 2005).

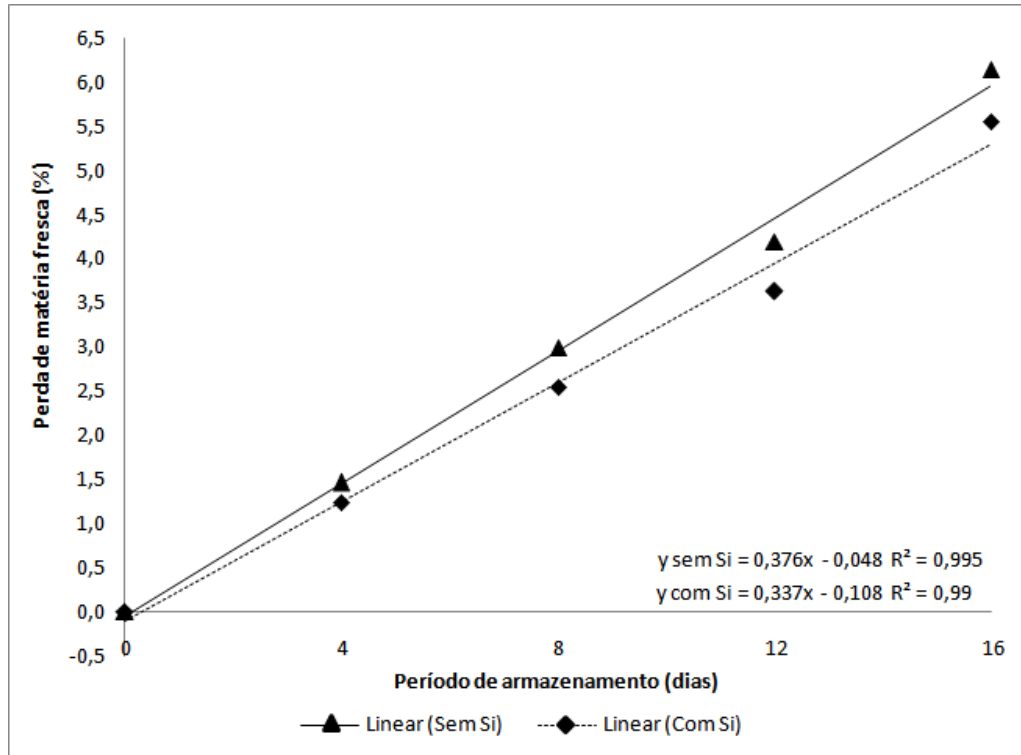


Figura 10. Perda de matéria fresca (%) das amostras em relação ao tempo de armazenamento.

A menor perda de massa fresca observada nas amostras com silício (Figura 10) pode estar diretamente relacionada com a menor perda de água, observada com a suplementação com silício. O que reforça a afirmação do papel do silício na tolerância das plantas ao stress hídrico (FARIA, 2000).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que a tendência da produção de hortaliças é a de buscar produtos com melhor qualidade tanto de produção quanto de pós-colheita com o uso mínimo de defensivos agrícolas. Tem-se observado que melhorias no manejo nutricional da planta trazem inúmeros benefícios, inclusive essa redução no uso de agroquímicos.

O uso de Silício na pós-colheita de hortaliças ainda é um tema pouco estudado, principalmente no repolho. No trabalho em questão, foram observadas diferenças entre os tratamentos, sendo que o repolho tratado com Silício apresentou melhor desempenho no final do período de armazenamento, de modo que ao final do experimento, obteve maiores médias dos valores de graus Brix, maior pH, menor acidez titulável total, menor escurecimento, menor perda na cor verde, e menor perda de matéria fresca. Apesar das diferenças entre os tratamentos, as mesmas foram sutis, o que mostra a necessidade de estudos posteriores com tipos de aplicação e doses diferentes de Silício.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADATIA, M.H.; BESFORD, R.T. The effects of silicon in cucumber plants grown in recirculation nutrient solution. **Annals of Botany**, London, v.58, n.3, p.343-351, 1986.
- BATISTA, F.C. **Interação tritrófica de cultivares de repolho, traça-das-crucíferas e do parasitóide *oomyzus sokolowskii***. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Pernambuco, 2011.
- BEM-ARIE, R.; BAZAK, H.; BLUMENFELD, A. Gibberellin delays harvest and prolongs life of persimmon fruits. **Acta Horticulturae** , Wageningen, v.179, p.807-814, 1986.
- BENEDETTI, B.C.; GOLINELI, C. C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Avaliação de pimentão minimamente processado em rodela e tiras, armazenado nas temperaturas de 5 e 10°C. In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre, RS. **Anais** , v.1, p.1241-1245, 2002.
- BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e opinião do consumidor**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ - USP, Piracicaba, 2002.
- CAMARGO, L. S. Adubação do repolho. Pt. 1 : Experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 10, p. 69-77, 1950.
- CANTWELL, M.; SUSLOW, T. Cabbages (round and chinese types): Recommendations for maintaining postharvest quality. Davis: Postharvest Technology Research and Information Center. 2009. Disponível em: < <http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/Cabbage/> >. Acesso em: 23 mar. 2014.
- CARNEIRO, I. F.; **Competição entre a cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) e a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultivo misto e em diferentes densidades de população**. 1981. 69 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ – USP, Piracicaba, 1981.
- CARVALHO, C. *et al.* **Anuário brasileiro de hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013. 88 p.
- CARVALHO, M.P; ZANÃO JUNIOR, L. A. ; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.
- CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. 249 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE, (Vienna, Austria). **Proceedings of the eight session**. Cambridge, Inglaterra: Bureau Central de la Commission Internationale de L'Eclairage, 1931. 326 p.

DAREZZO, H.M. **Determinação de composição gasosa e sistemas de embalagens adequadas para conservação de alface americana 'Lorca' minimamente processada**. 2004. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas, 2004.

DONEGA, M. A. **Relação Ca:K e aplicação de silício na solução nutritiva para o cultivo hidropônico de coentro**. 2009. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, ESALQ – USP, Piracicaba, 2009.

DORDAS, C. Foliar application of calcium and magnesium improves growth, yield and essential oil yield of orégano (*Origanum vulgare ssp hirtum*). **Industrial Crops and Products**, Thessaloniki, v. 29, p. 599-608, 2009.

EHRET, D.L.; MENZIES, J.G.; HELMER, T. Production and quality of greenhouse roses in recirculating nutrient systems. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.106, n.1, p.103-113, 2005.

EMBRAPA. **Diagnóstico do manuseio pós-colheita de Couve-flor e Repolho em uma cooperativa de produtores de hortaliças em Planaltina - DF**. Brasília, DF, 2010. 46 p.

EMBRAPA. **O cultivo do repolho em Roraima**: Circular técnica 07. Boa vista, RR, 2002. 17 p.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of América**, California, v. 91, p. 11-17, 1994.

FARIA, R.J. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 47f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2000.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**. v.24, p.141-145, 2006.

FERREIRA, W.R. ; RANAL M.A. ; FILGUEIRA F. A. R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve da malásia. **Horticultura Brasileira** v. 20, p. 635-640, 2002.

FIGUEIREDO, F.C.; BOTREL, P.P.; TEIXERA, C.P.; PETRAZZINI, L.L.; LOCARNO M.; CARVALHO, J.G. de. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-

químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.5, p.1306-1311, 2010.

FILGUEIRA F. A. R. Novo manual de olericultura: **Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 421p., 2008

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

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, p.275-294, 2000.

FREITAS, L.M. **Efeito de diferentes doses de Nitrogênio, Potássio e Silício na incidência da traça-das-crucíferas em repolho**. 2010. 75f. Dissertação (Mestrado ao programa de Pós-Graduação em Agronomia), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, UnB, 2010.

GASPARY, M. **Manual do horticultor: como instalar uma horta verdadeiramente produtiva**. 6ª edição. Porto alegre: RIGEL, p. 88-90, 1991.

GUNES, A.; PILBEAN, D.J.; INAL, A.; COBAN, S. Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.39, n.13-14, p.1885-1903, 2008.

HARA, T. & SONODA, Y. The role of macronutrients of cabbage-head formation. Growth performance of a cabbage plant, potassium nutrition in the plant. **Soil Science & Plant Nutrition**, v. 25, p.103-111, 1979.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M.P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria x Ananassa* Duch) cv IAC Campinas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2,1999.

HWANG, S.J.; PARK, H; JEONG, B.R. Effects of potassium silicate on the growth of miniature rose 'Pinocchio' grown on rockwool and its cut flower quality. **Journal of Japan Society of Horticultural Science**, Tokyo, v. 74, n. 3, p. 242-247, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4ª ed. São Paulo, 1º Ed. digital, 1002 p., 2008.

IMTIYAZ M; MGADLA P. N. ; MANASE S. K. ; CHENDO K. ; MOTHABI, E. O. Yield and economic return of vegetable crops under variable irrigation. **Irrigation Science**, Botswana, v. 19, p. 87-93, 2000.

JACKSON, M.L. Chemical composition of soils. In: BEAR, S.E. (ed.). **Chemistry of the soil**. 2.ed. New York: Reinhold, p.71- 141, 1964.

KADER, A.A. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 54-57, 1985.

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

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 5th ed. Berkeley: University of California, 1992.

KAMENIDOU, S.; CAVINS T.J.; MAREK S. M. Correlation between tissue and substrate silicon concentration of greenhouse produced ornamental sunflowers. **Journal of Plant Nutrition**, v.34, p. 217-223, 2011.

KANG, H. M.; PARK, K. W.; SALTVEIT, M. E. Elevated Growing Temperatures during the Day Improve the Post-harvest Chilling Tolerance of Greenhouse - Grown Cucumber. **Postharvest Biology and Technology**, California, v. 24, p. 49-57, 2002.

KAYS, S. J. **Postharvest Physiology of Perishable Plant Products**, AVI Publisher, New York, p. 356-357, 1991.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: FERREIRA M.E.; CASTELLANE P.D.; CRUZ M.P.C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS. 480p., 1993.

KLEIN, B.P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality** , v. 10, p. 179-193, 1987.

KLIEBER, A. & FRANKLIN, B. Ascorbic acid content of minimally processed chinese cabbage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 81, p. 201-205, 1999.

KNAVEL, D.E. & HERRON, H. W. Influence of tillage system, plant, spacing, and nitrogen on head weight, yield, and nutrient concentration of spring cabbage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, p. 540-45, 1981.

KORNDÖRFER, G.H. ; DATNOFF L.E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana de açúcar e do arroz. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, v. 70, p. 1-5, 1995.

LÉDO, F.J.S.; SOUZA, J.A.; SILVA, M.R. Avaliação de cultivares e híbridos de repolho no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.138-140, 2000.

LLOYD. J.M. & McCOLLUM, J.P. **Fertilizing onion sets, sweet corn, cabbage, and, cucumbers in a four-year rotation**. Urbana, Illinois State Agricultural Station, 1940.

MANOLOPOULOU E., VARZAKAS, T. Effect of Storage Conditions on the Sensory Quality, Colour and Texture of Fresh-Cut Minimally Processed Cabbage with the Addition of Ascorbic Acid, Citric Acid and Calcium Chloride. **Food and nutrition Sciences**, v.2 p.956-963, 2011.

MARODIN, J. C. **Produtividade, qualidade físico-química e conservação pós-colheita de frutos de tomateiro em função de fontes e doses de silício**. 2011. 64f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Centro – Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, 2011.

MARSCHNER H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTH, E.H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. **Food Technology** , v. 52, p. 57-62, 1998.

MELO P.C.T. ; VILELA N. J. 2007. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia 13. Produtiva de Hortaliças/ MAPA. Brasília. 11p. Disponível em: < <http://www.abhorticultura.com.br/Biblioteca/Default.asp?id=6208> >. Acesso em: 28 mai. 2014.

NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

OLIVEIRA, S. F. **Influência do cálcio e do silício via fertirrigação na produção e qualidade de flores cortadas de gébera**. 2011. 62f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, ESALQ – USP, Piracicaba, 2011.

OMORI, S. & SUGIMOTO, M. Studies on the use of large quantities of cattle and chicken manure for horticultural crops. IV. The effects of fresh manure applied year after year on growing vegetables and the maximum amount tolerated. **Bulletin of the Kanagawa Horticultural Experiment Station**, Kanagawa, v. 25, p. 59-68, 1978.

PACHECO, D.D. **Índices de disponibilidade de nitrogênio, teores de nitrato e de vitamina C, composição mineral e produção de repolho em resposta a doses de nitrogênio, de composto orgânico e de molibdênio**. 1996. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 1996.

PEREIRA A.J.; PEREIRA W.R.; SOUZA R.J.; CARVALHO J.G.; GIARDINI B.P. Produção de repolho submetido a diferentes doses de silício via foliar. In: Congresso brasileiro de olericultura, 48. **Anais...** Maringá. ABH, 2008.

REINHARDT, D. M.; SOUZA, F. L. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi: Produção e Aspectos Técnicos**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). — Brasília: Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. 35 p.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 480-486, 2005.

SAMUELSEN, R.T. & PETERSEN, N. K. Experiment with N, P and K on white cabbage in Pasvikdalen. **Forskning og forsok**, v.28, p. 97-109, 1977.

SANTOS, J. M. **Comportamento da heliconia Golden Torch (*Heliconia psittacorum* *spathorcircinada*) submetida a fontes e doses de silício**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, UFAL, Rio Largo, 2006.

SASAKI, F.F. **Noções básicas de pós-colheita, hortaliças minimamente processadas**. Piracicaba: ESALQ, 2007. 32 p.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable reice production. **Advances in agronomy**, New York, v. 58, p. 151 – 199, 1997.

SENER, S.D.; CHAPMAN, G.W.; FORBUS, W.R.; PAYNE, J.A. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, n. 56, p. 989-991, 1991.

SILVA JUNIOR A. A. Efeitos da adubação mineral e orgânica em repolho. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, n. 4, p. 53-56, 1991.

SILVA JÚNIOR, A.A.; MIURA, L.; YOKOYAMA, S. Repolho: novas cultivares de verão. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.1, n.3, p.47-49, 1988.

SILVA JÚNIOR, A.M. Repolho: **fitologia, fitotecnia, tecnologia alimentar e mercadologia**. Florianópolis: EMPASC, 295p. 1987.

SZAFRANEK, R.C. & KOTEROWA, D. Effect of farmyard manure and commercial fertilizer on yields and quality of autumn cabbage grown under field conditions. **Zeszyty Naukowe Wyzszej Szkoły Rolniczej w Olsztynie**, Wplynelo, v. 25, p.861-871, 1969.

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

TIVELI, S.W.; PUQUERIO, L.F.V. **Produção de repolho**. Instituto Agronômico de Campinas. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/news/Default.asp?id=4198> Acesso em: 15 mar. 2014.

VLCEK, F. & POLAK, J. Effect of the principal plant nutrients on cabbage yields and quality. **Sbornik Uvtiz Zahrad.**, v.4, p. 153-60, 1977.

WANG, S.Y.; GALLETTA, G.J. Foliar application and potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. **Journal Plant Nutrition**, London, v.21, p.157-167, 1998.

WATTS, R.L. & WATTS, G.S. **The Vegetables growing business**. Orange Judd, Publishing, New York, 1954.