

INFLUÊNCIA DO CaCl_2 SOBRE A QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO ABACAXI CV. PÉROLA¹

Ana Carla Marques PINHEIRO², Eduardo Valério de Barros VILAS BOAS^{2,*},

Luciana Costa LIMA²

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência do cloreto de cálcio (CaCl_2) sobre a qualidade pós-colheita de abacaxis cv. Pérola, armazenados sob condições simuladas de transporte marítimo (21 dias a $12 \pm 1^\circ\text{C}$) e comercialização (8 dias a temperatura ambiente, $21 \pm 1^\circ\text{C}$). O experimento foi conduzido utilizando-se parcelas constituídas de 6 frutos, obedecendo um delineamento experimental inteiramente casualizado e constituindo um fatorial 4×6 , com 3 repetições, tendo-se quatro níveis de cloreto de cálcio (0, 1, 2 e 3%) e seis épocas de análise (0, 21, 23, 25, 27 e 29 dias de armazenamento). Observou-se que a imersão em solução de cloreto de cálcio a 3% promoveu diminuição no índice de escurecimento interno, na área afetada e na intensidade do escurecimento interno, além de determinar uma maior perda de massa e diminuição aparente na solubilização de substâncias pectínicas. O cloreto de cálcio, independente do nível, foi efetivo na manutenção da firmeza, embora não tenha afetado significativamente as variáveis pH, acidez titulável, açúcares solúveis totais e pectina total.

Palavras-chave: *Ananas comosus*; escurecimento interno; firmeza; cloreto de cálcio; refrigeração.

SUMMARY

INFLUENCE OF CaCl_2 ON POSTHARVEST QUALITY OF CV. PÉROLA PINEAPPLE. The goal of this work was to evaluate the influence of the calcium chloride (CaCl_2) on the quality of 'Pérola' pineapples, stored under simulated conditions of sea transport (21 days at $12 \pm 1^\circ\text{C}$) and marketing (8 days at room temperature, $21 \pm 1^\circ\text{C}$). The experiment was carried out in a completely randomly design. A factorial 4×6 (4 levels of calcium chloride: 0, 1, 2 and 3% and six periods of analysis: 0, 21, 23, 25, 27 and 29 days of storage) with 3 replicates and six fruits per parcel. The immersion in solution of calcium chloride at 3% promoted decreasing apparent in internal breakdown index, affected area and intensity of internal breakdown, as well as promoted higher mass loss and decreasing in pectic substances solubilization. The calcium chloride, despite the level, was effective in maintaining the firmness, although have not affected significantly the variables, pH, titratable acidity, total soluble sugars and total pectin.

Keywords: *Ananas comosus*; internal breakdown; firmness; calcium chloride; refrigeration.

1 - INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) é um fruto composto, pertencente a família *Bromeliaceae* e tem considerável valor comercial, sendo que o seu consumo se dá em função de suas apreciáveis propriedades sensoriais e nutritivas. As principais cultivares brasileiras são a 'Smooth Cayenne' e a 'Pérola', ambas utilizadas para exportação, embora a preferência dos importadores seja para a 'Smooth Cayenne', em função de suas características externas, enquanto o mercado interno prefere a 'Pérola', por seu sabor mais doce e menos ácido.

O Brasil destaca-se como o maior produtor de abacaxi da América do Sul [4]. De acordo com a FAO [7], a produção brasileira de abacaxi, em 2002, foi de 1,469 milhões de toneladas para uma perda na pós-colheita de aproximadamente 200 mil toneladas. No Brasil, no período de 1999 a 2001 as exportações se estabilizaram em 15 mil toneladas, caíram, em 2002, para 8,66 mil toneladas e atingiu 12,1 mil toneladas em 2003 [4]. A expansão da

produção brasileira de abacaxi e o seu potencial de exportação, considerando-se o incremento na exportação de frutos frescos, mostram a necessidade e o interesse de estudos visando a preservação deste fruto, para que o mesmo possa competir com aqueles produzidos pelos demais países exportadores.

Qualidade é a palavra-chave no mercado externo de frutas, embora ainda seja pouco entendida no mercado brasileiro, razão pela qual seu índice de exportação seja tão baixo. A qualidade de um fruto reúne seus atributos sensoriais, valor nutritivo e a segurança alimentar que ele oferece [5].

O escurecimento interno, um distúrbio fisiológico causado pelo transporte a baixas temperaturas, constitui um dos fatores que afeta a exportação deste fruto. Uma técnica bastante efetiva e que tem sido utilizada para controlar desordens fisiológicas e retardar o processo de senescência, é a aplicação de produtos à base de cálcio na fase pré e pós-colheita. O aumento dos níveis de cálcio no fruto proporciona uma maior resistência na parede celular, dificultando a ação de enzimas pectínicas, promovendo uma maior integridade às células, com conseqüente controle de desordens fisiológicas e aumento da vida útil dos frutos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da aplicação do cloreto de cálcio (CaCl_2) sobre a qualidade pós-colheita de abacaxis 'Pérola' armazenados sob condições simuladas de transporte marítimo (21 dias a $12 \pm 1^\circ\text{C}$) e comercialização (8 dias a temperatura ambiente $21 \pm 1^\circ\text{C}$).

¹ Recebido para publicação em 13/06/2002. Aceito para publicação em 31/01/2005 (000908).

² Departamento de Ciências de Alimentos – Universidade Federal de Lavras – UFLA. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

* A quem a correspondência deve ser enviada.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Material

Os abacaxis da cv. Pérola, cultivados utilizando-se tratamentos culturais tradicionais para a cultura, foram colhidos em lavoura de Gurupi – TO no estágio de maturação 2, região basal do fruto amarela, porém sem atingir duas fileiras de olhos [10]. Os frutos foram, em seguida, transportados sob temperatura ambiente, por aproximadamente 24 horas, para o Laboratório de Bioquímica de Frutos da Universidade Federal de Lavras, onde receberam os tratamentos pós-colheita sob a forma de imersão nas soluções contendo CaCl₂ (0, 1, 2, 3%), por 30 minutos a 30°C. Após este tratamento, os frutos foram armazenados por 21 dias sob refrigeração (12+1°C e 80+5% UR), com posterior exposição à temperatura ambiente (21+1°C, por 8 dias).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado e os tratamentos constituídos de acordo com um fatorial 4 X 6, com três repetições, sendo que os fatores estudados foram os quatro níveis de cálcio (0, 1, 2, 3% de CaCl₂) e seis datas de análise (após aplicação de CaCl₂, antes da refrigeração (0 dia) e após o período de refrigeração ou seja, após 21^o, 23^o, 25^o, 27^o e 29^o dias de armazenamento). A parcela experimental foi formada por 6 frutos.

2.2 – Métodos

As análises realizadas foram as seguintes:

- Índice de escurecimento interno (IE) – Dividiu-se o número de frutos afetados na parcela pelo número total de frutos nela contidos e multiplicou-se por 100.
- Área afetada – Para se avaliar a área afetada, utilizou-se o seguinte método: os frutos foram descascados e cortados longitudinalmente, sendo o contorno da mancha, proveniente do escurecimento interno da polpa, copiado em folhas transparentes, com auxílio de caneta apropriada. Essas folhas foram fotocopiadas e a porcentagem de área afetada e a área total de cada fruto foram recortadas e pesadas em balança analítica AND, HR – 200, Japão, com precisão de 0,0001 gramas, calculando-se, a seguir, a porcentagem de polpa que apresentou a injúria [8].
- Intensidade do escurecimento interno – Foi determinada por escala de notas de 1 a 4, sendo: 1 – Leve (coloração amarelo escuro), 2 – Médio (coloração marrom claro), 3 – Forte (Coloração marrom), 4 – Muito forte (coloração marrom escuro)
- Perda de massa – Foi avaliada, pesando-se cada unidade em balança semi-analítica, Mettler, modelo PC 2.000, Zurich, Suíça, com precisão de 0,01 gramas. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da unidade e aquele obtido a cada intervalo de tempo da amostragem.

- pH – determinado por potenciometria, utilizando-se aparelho Digimed modelo DMpH-2, após filtragem do homogenato em gaze.
- Acidez titulável – medida por titulação do homogenato filtrado em gaze com NaOH a 0,1M, de acordo com o INSTITUTO ADOLFO LUTZ [10], e os resultados expressos em g de ácido cítrico. 100g⁻¹ de polpa.
- Sólidos solúveis totais – medidos por refratometria, em refratômetro digital ATAGO PR-100, Japão, após filtragem do homogenato em gaze, e os resultados expressos em °Brix, segundo a AOAC [1].
- Açúcares solúveis totais – extraídos com álcool etílico a 70% e determinados pelo método da antrona [6]. Os resultados foram expressos em g de glicose. 100g⁻¹ de polpa.
- Firmeza – Foi determinada com auxílio de penetrômetro Mc-Cormick com ponta de 7,94mm de diâmetro. As medidas foram realizadas após a retirada da casca na região equatorial do fruto. Foram feitas três leituras por fruto, em lbf e os resultados foram expressos em N, considerando-se 1N = 4,4482lbf.
- Pectina total e solúvel – extraídas segundo a técnica descrita por McCREADY & McCOMB [11] e determinadas colorimetricamente segundo BITTER & MUIR [3]. Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se uma tendência de aumento no índice de escurecimento interno, na área afetada e na intensidade do escurecimento interno ao longo do período de armazenamento. Verificou-se também, um efeito do tratamento com cálcio sobre as variáveis estudadas (*Tabelas 1, 2 e 3*).

Os frutos tratados com CaCl₂ demonstraram, aparentemente, menor suscetibilidade ao escurecimento interno, também expresso pela área afetada e intensidade do escurecimento interno, quando comparados aos frutos do controle (*Tabelas 1, 2 e 3*). O tratamento com CaCl₂ a 3% foi o mais efetivo na minimização deste problema. Nestes frutos, o cálcio provavelmente contribuiu na manutenção da integridade da parede celular, conferindo maior resistência a esta desordem fisiológica. Estes resultados estão de acordo com GONÇALVES, CARVALHO & GONÇALVES [9] e THÉ & BOTREL [13] que trabalhando com abacaxis cv. Smooth cayenne, também observaram que os frutos tratados com cálcio apresentaram menor susceptibilidade ao escurecimento interno.

A *Figura 1* demonstra haver um aumento na perda de massa com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos. O tratamento com CaCl₂ a 3% determinou, em média, uma perda de massa superior, quando comparado com o controle e o tratamento a 1% de CaCl₂ (*Tabela 4*) (p<0,05). Acredita-se que a aplicação do CaCl₂ a 3% por

imersão, aumentou o potencial osmótico das células da parte mais externa do fruto, fazendo com que a água das células mais internas se deslocassem a superfície, sendo mais facilmente perdida para o ambiente.

TABELA 1. Médias obtidas para o índice de escurecimento (%) de abacaxis cv. Pérola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

ÍNDICE DE ESCURECIMENTO (%)				
CaCl ₂	Datas das análises			
	T2	T4	T6	T8
0%	11	22	22	28
1%	0	6	11	11
2%	0	17	17	17
3%	0	0	6	6

Obs.: T2=23 dias, T4=25 dias, T6=27 dias e T8=29 dias de armazenamento (período sob condição ambiente).

TABELA 2. Médias obtidas para área afetada (%) de abacaxis cv. Pérola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

ÁREA AFETADA (%)				
CaCl ₂	Datas das análises			
	T2	T4	T6	T8
0%	2,8	3,34	3,40	9,99
1%	0	1,1	4,36	4,36
2%	0	3,36	3,36	5,99
3%	0	0	1,28	1,5

Obs.: T2=23 dias, T4=25 dias, T6=27 dias e T8=29 dias de armazenamento (período sob condição ambiente).

TABELA 3. Médias obtidas para intensidade do escurecimento interno de abacaxis cv. Pérola tratados com a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

INTENSIDADE DO ESCURECIMENTO INTERNO				
CaCl ₂	Datas das análises			
	T2	T4	T6	T8
0%	L	L/M	L/M	M/MF
1%	-	M	L/M	L/M
2%	-	L/M	L/M	L/F
3%	-	-	L	L

Obs.: L; leve; M: médio; F: forte; MF: muito forte;
Obs.: T2=23 dias, T4=25 dias, T6=27 dias e T8=29 dias de armazenamento (período sob condição ambiente).

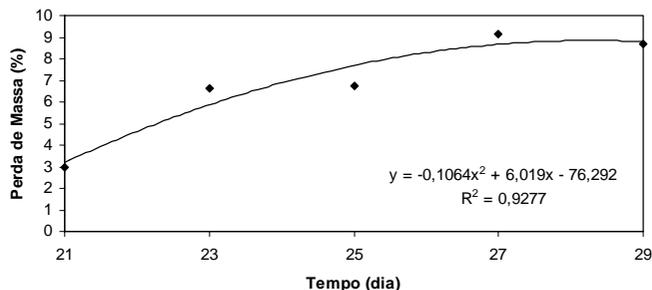


FIGURA 1. Perda de massa de abacaxis cv. Pérola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

TABELA 4. Valores médios observados para a perda de massa; pH; acidez titulável; sólidos solúveis totais; açúcares solúveis totais; firmeza; pectina total e pectina solúvel em abacaxis cv. Pérola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

VARIÁVEIS ANALISADAS	TRATAMENTO COM CaCl ₂ (%)			
	0	1	2	3
Perda de massa (%)	5,38a	5,31a	6,39ab	6,93b
PH	3,63a	3,61a	3,60a	3,65a
Acidez titulável (g ác.cítrico.100g ⁻¹ polpa)	2,17a	2,23a	2,24a	2,21a
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	12,97b	12,48a	12,72ab	12,77ab
Açúcares Solúveis Totais (g glicose.100g ⁻¹ polpa)	10,22a	9,52a	9,96a	10,17a
Firmeza (Newtons)	6,49a	7,21b	7,63b	7,62b
Pectina Solúvel (mg ác. galacturônico.100g ⁻¹ polpa)	23,41ab	23,19ab	24,02b	19,87a
Pectina Total (mg ác. galacturônico/100g ⁻¹ polpa)	91,08a	97,62a	95,66a	99,32a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Estes resultados concordam com os observados por THÉ & BOTREL [13] que, trabalharam com abacaxis cv. Smooth Cayenne e também verificaram que os frutos tratados com cálcio apresentaram uma porcentagem de perda de massa maior que os não tratados.

Não se observou interação significativa entre os tratamentos com cálcio e o tempo de armazenamento, nem tampouco do fator cálcio isoladamente, com relação às variáveis pH e acidez titulável (Tabela 4). Detectou-se uma pequena queda linear do pH (3,73-3,58) e uma tendência de aumento na acidez titulável, durante o período de refrigeração, com posterior redução ao final do armazenamento (Figura 2), o que ocorre durante a fase de senescência dos frutos e é decorrente do metabolismo de ácidos orgânicos. VILAS BOAS & LIMA [14] também observaram esta mesma oscilação na acidez titulável durante o armazenamento de abacaxis cv. Perola e cv. Smooth cayenne. Neste trabalho encontrou-se valores de pH próximos de 3,6, estando estes valores dentro da faixa relacionada na literatura que é de 3,10 a 3,85 [13]. BARTOLOMÉ, RUPÈRES & FUSTER [2] também observaram valores próximos aos citados

(3,54) trabalhando com a cv. Smooth Cayenne ao armazenarem os frutos a 8°C e 85-90% de umidade relativa.

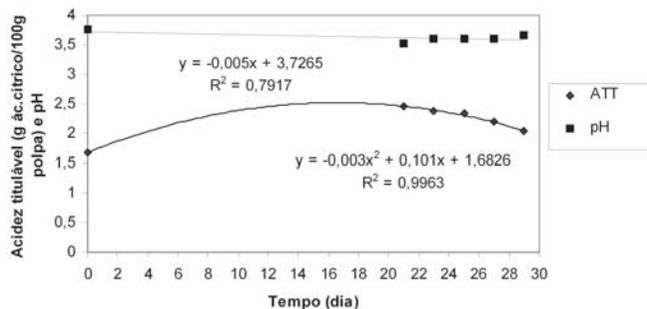


FIGURA 2. pH e acidez titulável em abacaxis cv. Pêrola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição ambiente (8 dias a 21±1°C).

O teor de sólidos solúveis totais não foi afetado pelo tempo de armazenamento porém, foi afetado significativamente ($p < 0,05$) pelo fator cálcio. Observando-se a Tabela 4, pode-se observar diferença significativa somente entre os frutos tratados com CaCl₂ a 1% e o controle.

O teor de açúcares nos frutos não foi influenciado pelo tempo, tratamento com cálcio (Tabela 3), nem tampouco pela interação entre ambos fatores ($p < 0,05$). GONÇALVES [8] também não observou diferença significativa nos teores de açúcares solúveis totais nos frutos tratados com cloreto de cálcio e não tratados.

A solubilização de substâncias pécnicas é uma tendência natural durante o amadurecimento do abacaxi, sendo que o cálcio pode contribuir para sua estabilização na parede celular, através da formação de pectatos, auxiliando na redução da solubilização das pectinas e na manutenção da firmeza do fruto [12].

Observou-se redução na firmeza juntamente com o aumento na solubilização de substâncias pécnicas durante o armazenamento dos frutos (Figura 3). O amaciamento é um evento que está intimamente associado com a degradação coordenada de polissacarídeos pécnicos e hemicelulósicos. Desta forma, podemos fazer um paralelo entre a perda de firmeza e aumento na solubilização de pectinas.

A firmeza não foi influenciada interativamente pelos fatores cálcio e tempo de armazenamento, mas o tratamento com cálcio foi efetivo na manutenção da firmeza, embora não tenham sido detectadas diferenças entre frutos tratados com os diferentes níveis ($p < 0,05$), como mostra a Tabela 4.

O tratamento com CaCl₂ a 3% determinou menor solubilização de substâncias pécnicas que o tratamento com CaCl₂ a 2% entretanto, não houve diferença entre as concentrações de CaCl₂ e o controle com relação ao teor de pectina solúvel ($p < 0,05$; Tabela 4). Os resultados observados divergem dos de GONÇALVES [8] que constatou o benéfico efeito do cálcio na contenção da solubilização pécnica em abacaxis. Desta forma, os re-

sultados de pectina solúvel observados no presente trabalho não podem ser associados ao escurecimento, como o fez GONÇALVES [8]. Segundo este autor, uma menor solubilização de substâncias pécnicas confere maior resistência ao escurecimento interno em abacaxi, por determinar maior integridade celular. VUKOMANOVIC [15] também relacionou os menores índices de escurecimento interno ao menor teor de pectinas solúveis no abacaxi.

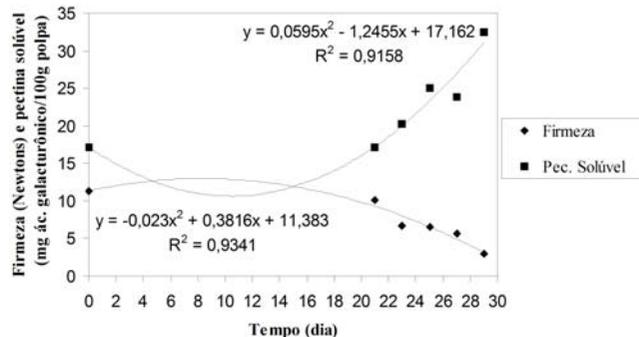


FIGURA 3 Firmeza e teor de pectina solúvel em abacaxis cv. Pêrola tratados com diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 1%, 2% e 3%), armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente levados à condição de ambiente (8 dias a 21±1°C).

Os teores de pectina total oscilaram significativamente durante o armazenamento, sendo esta de 92 a 103mg de ácido galacturônico.100g⁻¹ de polpa (Figura 4). Não obstante, o teor de pectina total não foi afetado pelo tratamento com cálcio ($p < 0,05$; Tabela 4). GONÇALVES [8] também não observou influência do tratamento com cálcio no teor de pectina total em abacaxi.

4 – CONCLUSÕES

O tratamento com CaCl₂ a 3% mostrou-se o mais efetivo por conferir aos abacaxis cv. Pêrola armazenados sob refrigeração (21 dias a 12±1°C) e posteriormente sob condição ambiente (8 dias a 21±1°C), menor suscetibilidade ao escurecimento interno e melhor manutenção da firmeza, sem afetar as variáveis pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, açúcares solúveis totais e substâncias pécnicas, em comparação ao controle.

5 – REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 12. ed. Washington, 1015 p. 1992.
- [2] BARTOLOMÊ A P.; RUPÈRES P.; FUSTER C. Pineapples fruit: morphological characteristics, chemical composition and sensory analysis of Red Spanish and Smooth cayenne cultivar. **Food Chemistry**, London, v.53, p. 75-79, 1995.
- [3] BITTER T.; MUIR H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.
- [4] BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Produção e Comercialização. Departamento de Comercialização. **Balança Comercial do**

- Agronegócio.** Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20 de julho de 2004.
- [5] CHITARRA A.B., CHITARRA M.I.F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras:ESAL/FAEPE, 289p., 1990.
- [6] DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (ed.). **Methods in carbohydrates chemistry.** New York: Academic Press, 1962. v.1, p.477-512.
- [7] FAO – Food and Agriculture Organization. FAOSTAT Database. Disponível em <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: outubro de 2004.
- [8] GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne.** Lavras, 1998, 101p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Lavras: Universidade Federal de Lavras (UFLA), Brasil.
- [9] GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de; GONÇALVES, J. R. A. de. Efeito do cloreto de cálcio e do tratamento hidrotérmico na atividade enzimática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, 2000.
- [10] INTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 533p.
- [11] McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extration and determination of total pectin materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p. 1586-1588. 1952
- [12] SALUNKE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables:** fresh fruits and vegetables. v.1. Boca Raton, Fl. CRC Press, 1991. 323p.
- [13] THÉ, P. M. P; BOTREL, N. Efeito de tratamento pós-colheita sobre fatores relacionados à qualidade de abacaxi cv. Smooth cayenne. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.2, 2003.
- [14] VILAS BOAS E.V. DE B., LIMA L.C. DE O. Armazenamento de abacaxi pérola. SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 3. Nov.1999, Campinas. **Anais**, p.45.
- [15] VUKOMANOVIC, C. R. **Efeito da maturação e da baixa temperatura na composição química e no escurecimento interno do abacaxi.** Lavras, 1988, 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Lavras: Universidade Federal de Lavras, Brasil.

6 – AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de Iniciação Científica concedida à primeira autora.