



NEIDE BOTREL

EFEITO DO PESO DO FRUTO NO ESCURECIMENTO INTER-  
NO E QUALIDADE DO ABACAXI 'SMOOTH CAYENNE'

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração Fitotecnia, para obtenção do grau de "MESTRE".



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1991



DECLARADO

*[Handwritten signature]*

ASSINADO

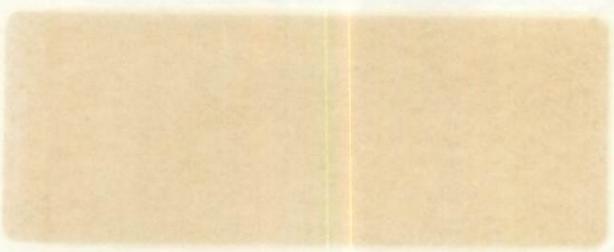
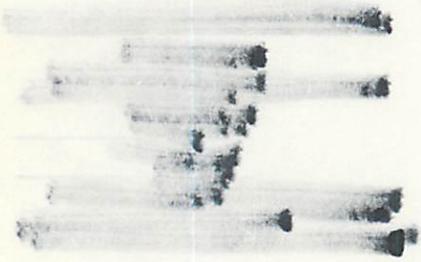
1951

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA  
UFPA

NEIDE BOTRELL

EFEITO DO PESO DO FRUTO NO ESCURECIMENTO INTER-  
NO E QUALIDADE DO ABACAXI 'SMOOTH CAYENNE'

Dissertação apresentada à Faculdade Superior  
de Agricultura de Lavras como parte das  
exigências do curso de Pós-graduação em  
Agricultura, área de Concentração  
Fitotecnia para obtenção do grau de  
"MESTRE"



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1951

EFEITO DO PESO DO FRUTO NO ESCURECIMENTO INTERNO E  
QUALIDADE DO ABACAXI 'SMOOTH CAYENNE'

APROVADA:

*Vânia Déa de Carvalho*  
Dra. Vânia Déa de Carvalho

*Thadeu de Pádua*  
Prof. Thadeu de Pádua

*Moacir Pasqual*  
Prof. Moacir Pasqual

Aos meus pais Acácio e Maria  
Aos meus irmãos Laelson, Rogério e  
Maria Márcia

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida e a luz do saber.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES que possibilitaram a participação no curso de Pós-Graduação.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, pela possibilidade de realização deste trabalho dentro de sua programação de pesquisa.

A Dra. Vânia Déa de Carvalho pela orientação e amizade.

Ao Professor Paulo César Lima pela orientação na análise estatística.

Aos Professores do curso, pelos conhecimentos concedidos.

A todos os funcionários da EPAMIG, que trabalham no Laboratório de Ciências dos Alimentos, pela amizade e colaboração nas análises químicas.

A Celeste Maria Patto de Abreu pelo companheirismo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1. Índice de escurecimento interno.....	21
4.2. Atividade da polifenoloxidase.....	23
4.3. Atividade da peroxidase.....	26
4.4. Compostos fenólicos.....	28
4.5. Ácido ascórbico, % de ácido ascórbico em relação a vitamina C total, ácido dehidroascórbico e vitamina C total.....	35
4.6. Sólidos solúveis totais.....	43
4.7. Acidez titulável total.....	45
4.8. Relação sólidos solúveis/acidez titulável total.....	48
4.9. pH.....	50
4.10. Açúcares totais, não redutores e redutores.....	52
5. CONCLUSÕES.....	58
6. RESUMO.....	59
7. SUMMARY.....	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
APÊNDICE.....	75

## LISTA DE TABELAS

### TABELAS

- 1 - Valores médios da porcentagem de escurecimento interno nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' após o armazenamento refrigerado ..... 22
- 2 - Valores médios da atividade polifenoloxidase de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 24
- 3 - Valores médios da atividade peroxidase de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 27
- 4 - Valores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita.... 29
- 5 - Valores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento com e sem refrigeração..... ..32

6 - Valores médios de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e porcentagem de ácido ascórbico em relação a vitamina C total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita.....	36
7 - Valores médios de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e porcentagem de ácido ascórbico em relação a vitamina C total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento com e sem refrigeração.....	38
8 - Valores médios de solúveis totais de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.....	44
9 - Valores médios de acidez titulável total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.....	46
10 - Valores médios de relação de sólidos solúveis totais/acidez titulável total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.....	49
11 - Valores médios do pH de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.....	51
12 - Valores médios de açúcares totais de abacaxis 'Smooth Cayenne' , avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.....	53

13 - Valores médios de açúcares redutores, não redutores e de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 55

## LISTA DE FIGURAS

### FIGURAS

- 1 - Porcentagens médias de escurecimento interno nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' após o armazenamento refrigerado..... 22
- 2 - Atividades médias da polifenoloxidase nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.... 24
- 3 - Atividades médias da peroxidase nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 27
- 4 - Teores médias de compostos fenólicos extraíveis em metanol e metanol 50% nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 30

- 5 - Teores médias de compostos fenólicos extraíveis em água e compostos fenólicos totais nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 31
- 6 - Teores médios de ácido ascórbico e porcentagem de ácido ascórbico em relação a vitamina C total nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.... 37
- 7 - Teores médios de ácido dehidroascórbico e vitamina C total nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 41
- 8 - Valores médios de sólidos solúveis totais nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.... 44
- 9 - Teores médios de acidez titulável total nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração.... 46
- 10 - Valores médios da relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 49
- 11 - Valores médios do pH nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 51

- 12 - Teores médios de açúcares totais nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 53
- 13 - Teores médios de açúcares redutores e não redutores nas diferentes categorias de peso de abacaxis 'Smooth Cayenne' no dia da colheita e após o armazenamento com e sem refrigeração..... 56

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de frutas do mundo, responsável por 7% da produção mundial, ocupando porém, uma posição entre os últimos no rol de exportadores internacionais, com média anual inferior a cinquenta milhões de dólares nos últimos cinco anos, SILVA (1990).

Dentre os diversos fatores que constituem entraves às exportações brasileiras, deve-se considerar as concessões de preferências impostas por países importadores e as exigências em termos de qualidade do produto final.

Depois de colhida a fruta necessita ser embalada, armazenada e transportada adequadamente para manutenção de sua qualidade e preservação de suas características básicas.

O abacaxi é consumido na maioria dos países e produzido fundamentalmente nos de clima tropical e subtropical. Na pauta de exportações de frutas frescas brasileiras, o abacaxi ocupa posição de destaque e as perspectivas são as mais promissoras.

O conhecimento da fisiologia pós-colheita do abacaxi é de suma importância para a conservação do fruto, no sentido de

fornecer subsídios técnicos que visam a ampliação do tempo de armazenamento e a manutenção da qualidade do produto.

São utilizadas baixas temperaturas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis porque mantêm a um nível mínimo a respiração, produção e ação do etileno, a perda de água, além de retardar a maturação e a senescência das frutas. Entretanto, a exposição de tecidos vegetais a baixas temperaturas, pode levar a alterações em seu metabolismo e à morte de suas células. O dano causado por manuseio inadequado é denominado de distúrbio fisiológico causado pelo frio, "chilling injury", cujos sintomas são mais perceptíveis após a transferência do produto para o meio ambiente.

O tamanho dos frutos é uma das principais preocupações de quem inicia uma plantação de abacaxizeiro, pois, quer para consumo ao natural como para industrialização, há tamanhos mais desejáveis.

A expansão da produção brasileira de abacaxi e o incremento da exportação de frutas frescas, mostram a necessidade e o interesse de estudos básicos de preservação do fruto, afim de manter as suas qualidades para o mercado consumidor.

O presente trabalho teve por objetivos:

- Determinar o efeito do peso do abacaxi na composição físico-química e química e no grau de escurecimento interno dos frutos;

- Verificar as mudanças ocorridas na composição físico-química e química após o armazenamento dos frutos com e sem refrigeração.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

[ Um número substancial de frutos e vegetais, especialmente aqueles de origem tropical e subtropical, desenvolvem desordens fisiológicas quando expostos à temperaturas abaixo daquela ótima de armazenamento, porém acima do ponto de congelamento. Este tipo de desordem é chamado de "chilling injury", "low-temperature injury" ou "cold injury", a qual leva à significativa diminuição da qualidade e conseqüentemente do valor econômico do produto, PARKIN et alii (1989), FENNEMA (1975) e SIGRIST (1988a). As perdas na pós-colheita causadas pela desordem de "chilling" podem manifestar-se através do escurecimento interno dos tecidos da polpa, aceleração da taxa de senescência com conseqüente redução do tempo de conservação e ainda mudanças bioquímicas na composição do produto, SIGRIST (1988a). ]

[ Segundo MORRIS (1982) ocorre primeiro uma resposta primária a temperatura de "chilling", usualmente considerada de natureza física, tal como alterações de membrana. Posteriormente, mudanças fisiológicas, que continuam por um período de tempo e levam ao desenvolvimento dos sintomas. ]

O escurecimento enzimático nos frutos é causado pela oxidação catalítica de o-difenóis, seguido de condensação e polimerização, RENSBURG & ENGELBREGHT (1986). Existem vários caminhos para limitar ou reduzir a sensibilidade ao escurecimento interno, alguns dos quais têm grande aplicação, enquanto que outros são limitados para determinados frutos. A temperatura utilizada no armazenamento do abacaxi, influi de maneira significativa nos danos causados pelo "chilling", PANTASTICO et alii (1975). Por causa da suscetibilidade ao escurecimento interno, muitas espécies não podem ser cultivadas em certas regiões e muitos frutos e vegetais não podem ser refrigerados sob determinadas condições. Um completo entendimento sobre o fenômeno de "chilling", possibilitará a expansão de culturas para outras regiões e poderá reduzir as enormes perdas de pós-colheita, MITCHEL et alii (1972), WANG (1982) e PARKIN et alii (1989).

A anomalia causada pelo frio no abacaxi é denominada "escurecimento interno" e apresenta sintomas perceptíveis após a transferência do fruto para a temperatura ambiente. Os sintomas de escurecimento interno iniciam-se na base das infrutescências, próximo ao cilindro central, formando pontos acinzentados, circundados por uma área translúcida, depois as zonas atingidas escurecem e progridem ao longo da polpa, podendo invadi-la totalmente, AKAMINE et alii (1975), TEISSON et alii (1979b), LACOEUILHE (1982) e SMITH & GLEINNE (1987).

Esse problema torna-se particularmente mais grave em cargas mistas de frutas que possuem temperaturas ideais de armazenamento não compatíveis. O abacaxi exportado pelo Brasil via marítima tem sido agrupado às cargas de bananas e esses

produtos são incompatíveis em termos de temperatura ideal de conservação, CARVALHO (1986) e SIGRIST (1988b).

A temperatura utilizada no transporte marítimo de abacaxi, que era de 11 a 12°C, para aumentar a segurança e permitir o transporte simultâneo de outros tipos de frutos, foi reduzida para 8-10°C, TISSEAU (1984).

PAULL & ROHRBACH (1985) e WILLS et alii (1985) observaram que os sintomas de escurecimento interno foram mais severos e com maior quantidade de frutos afetados quando estocados a 12°C que em temperaturas inferiores e em períodos menores que duas semanas. Porém, TEISSON & COMBRES (1979) verificaram que a maioria dos frutos submetidos a uma temperatura de 5°C, apresentaram-se afetados, contudo com menor intensidade dos sintomas. O armazenamento em temperaturas de 10-12°C conduz a um aumento na incidência de escurecimento interno, sem nenhuma redução, com o prolongamento do período de armazenamento, WILLS et alii (1985).

LYONS (1973) e PAULL & ROHRBACH (1985) consideram a temperatura de 12°C como limite superior à indução do distúrbio fisiológico causado pelo "chilling" no abacaxi. De acordo com SMITH (1983) & GLEINNIE (1987) o escurecimento no abacaxi e uma injúria de "chilling" semelhante a de muitos frutos tropicais, porém causadas por temperaturas abaixo de 21°C, que é considerada muito alta para qualquer outro tipo de fruto.

Há uma tendência na aceleração dos sintomas de escurecimento interno, com o aumento da temperatura, após a remoção dos frutos da câmara de refrigeração, TEISSON et alii (1972) e TEISSON (1979).

Estudos agronômicos, tecnológicos, bioquímicos e enzimáticos têm sido realizados para elucidar o problema causado pelo escurecimento interno, no abacaxi, e as recomendações são as mais diversas. No caso da produção, aconselha-se aumentar a nutrição potássica e nitrogenada, nas plantações cujos frutos se destinam ao armazenamento ou exportação por via marítima. Os frutos menores são menos sensíveis a esse distúrbio fisiológico. As perdas também poderão ser reduzidas quando se faz uma irrigação de 20 a 30mm na ocasião da formação do fruto e outra no período da colheita, TEISSON et alii (1979a), GIACOMELLI (1982) e PY (1984).

O escurecimento interno também tem sido associado com a maturidade fisiológica dos frutos. Os abacaxis colhidos verdes e resfriados desenvolvem menos a injúria em termos de número e intensidade do que os maduros, mas a qualidade do fruto imaturo é inaceitável tanto para o consumo ao natural como para industrialização, SMITH (1983). Porém, VUKOMANOVIC (1988) verificou que os frutos no estágio intermediário de maturação, descritos por GIACOMELLI (1982), foram os menos sensíveis ao escurecimento interno.

O peso do fruto é determinado em primeiro lugar pelo número de flores diferenciadas, o que irá conseqüentemente influir no rendimento da cultura. Existe uma estreita correlação entre o peso do fruto, peso e massa foliar da planta e o peso da folha D no momento da iniciação floral, PY (1984). Há uma certa exigência quanto ao tamanho do abacaxi de acordo com o mercado consumidor, seja, para comercialização interna há preferência por frutos maiores em torno de 2kg, para exportação pesos inferiores

a 1,5kg e para industrialização em rodela, de 1,8 a 2kg, GIACOMELLI (1982).

A sensibilidade ao escurecimento interno está estreitamente ligada à composição química do fruto. As condições climáticas, estádios de maturação, tamanho do fruto, diferenças varietais e nutrição mineral exercem influência acentuada na composição química do abacaxi, com conseqüente influência no grau de escurecimento interno dos mesmos, DULL (1971), PY (1984), TEISSON (1979), TEISSON & COMBRES (1979), LACOEUILHE (1982), PAULL & ROHRBACH (1985) e PAIVA (1978).

Atualmente as cultivares mais plantadas no Brasil são a 'Pérola' e 'Smooth Cayenne', sendo esta última, explorada em maior escala e mundialmente utilizada para exportação da fruta ao natural, bem como para industrialização, CABRAL (1985), MORETT (1987), TAMAKI (1982) e GIACOMELLI (1981).

O abacaxi recém colhido contém 80 a 85% de água, 12 a 15% de açúcares; 0,6% de ácidos; 0,4% de proteína, 0,5% de cinzas; 0,1% de gordura, algumas fibras e várias vitaminas (principalmente A e C), SALUNKE & DESAI (1984). A sacarose representa em média 66% dos açúcares, correspondentes a teores de 5,9 a 12%, sendo no abacaxi, muito mais importante que os açúcares redutores (glicose 1-3,2% e frutose 0,6-2,3%). Ressalta-se ainda que o abacaxi é um dos frutos que apresentam maior teor de sacarose. Por outro lado, o amido apresenta-se em valores muito baixos (0,002%), DULL (1971).

Sobre a composição em ácidos no abacaxi, existe divergência entre autores. Segundo Hall (1974), citado por BLEINROTH (1987), os ácidos orgânicos mais comuns e abundantes no

abacaxi são o ácido cítrico, constituindo cerca de 87% da acidez total no fruto maduro, e o ácido málico, com cerca de 13%, sendo que a acidez média expressa em ácido cítrico anidro é de 0,78%, com um máximo de 1,11% e um mínimo de 0,39%. CHAN et alii (1973) verificaram que o ácido cítrico predomina em frutos colhidos tanto no inverno como no verão. Nos frutos colhidos no inverno foi encontrado 63,5% de ácido cítrico, seguido do ácido málico com 33,2% e 0,52% de ácido succínico e os de verão, respectivamente, 58,2%; 37,4% e 0,57%. DULL (1971) comparou o resultado das análises do conteúdo de ácidos no abacaxi durante vários anos, e sumarizou os resultados em porcentagem de peso fresco: ácido cítrico (0,32-1,22%), ácido málico (0,1-0,47%), ácido ascórbico (0,010-0,025%) e ácido oxálico (0,005%). Conforme SGARBIERI (1966), o teor de ácido cítrico geralmente perfaz de 20 a 70% da acidez, enquanto que o málico permanece constante com 20%.

O valor nutricional do abacaxi depende, principalmente dos seus açúcares solúveis, das vitaminas e dos sais minerais. No que diz respeito às vitaminas, parte da polpa é constituída de B-caroteno 1 (provitamina A insolúvel), que faz parte do material corante da polpa, e parte, de vitaminas hidrossolúveis, tais como aneurina, riboflavina, nicotinamida, ácido ascórbico e ácido pantotênico, BLEINROTH (1987). ]

As transformações bioquímicas que ocorrem no abacaxi, durante a maturação e armazenamento em baixas temperaturas são evidentes e influenciam na qualidade final do fruto, ROCHA (1982).

Alguns autores relacionam o distúrbio causado pelas baixas temperaturas no abacaxi, com decréscimo na acidez dos frutos afetados. PAULL & ROHRBACH (1982), TEISSON (1979), TEISSON et alii (1978) e VAN LELYVELD & DE BRUYN (1976), encontraram decréscimos significativos nos ácidos cítrico e málico nos frutos afetados pelo escurecimento interno, respectivamente de 10,0 e 1,1 m.eq./100ml suco, quando comparados a 21,0 e 2,8 m.eq./100ml suco para o ácido cítrico e málico nos frutos sadios. Entretanto, MILLER & HEILMAN (1952) não encontraram diferenças significativas na acidez total dos frutos sadios e afetados pelo escurecimento interno. Gheche (1978), citado por ROCHA (1982), verificou que a acidez titulável, em abacaxi "Red Spanish" armazenado à temperatura de 20°C, aumentou no início e decresceu progressivamente durante o armazenamento. Os frutos armazenados em temperaturas mais baixas, 10° a 12°C, apresentaram maior acidez, permanecendo estabilizada e superior ao nível inicial. SILVA (1980) verificou que o cultivar Smooth Cayenne conservado em condições naturais, apresentou um aumento na acidez até o 13<sup>o</sup> dia de armazenamento, para em seguida diminuir até o 18<sup>o</sup> dia e, depois, tornar a aumentar no período final da maturação. Todavia, a uma temperatura de 12°C, aumentou até o 25<sup>o</sup> dia, alcançando 0,813g de ácido cítrico/100ml de suco, para depois, diminuir e manter-se estável ao redor de 0,700g de ácido cítrico/100ml de suco, até o final da senescência.

VUKOMANOVIC (1988) verificou que o aumento no teor de ácido ascórbico e acidez titulável contribuíram para o decréscimo nos sintomas de escurecimento interno observado nos frutos que apresentaram estádios intermediários de maturação.

Em abacaxi, os valores de pH oscilam no intervalo de 3,6 a 4,0, CHADRA et alii (1972) e PY (1984). Os resultados de MILLER (1951), MILLER & HEILMAN (1952), MILLER & HALL (1953) e MILLER & MARSTELLER (1953) demonstraram haver uma relação direta entre a desordem fisiológica escurecimento interno, e o decréscimo do pH. SILVA (1980), armazenando abacaxis à 12°C por 39 dias encontrou decréscimos mais acentuados no pH, quando comparados aos frutos mantidos em temperatura ambiente. De acordo com TEISSON et alii (1979), as variações de pH traduzem fielmente as variações da acidez titulável, e os frutos sensíveis ao escurecimento interno armazenados à 8°C apresentam uma pequena diminuição no pH.

O abacaxi não é um fruto particularmente rico em ácido ascórbico, entretanto seus níveis são bastantes variáveis e têm sido associados à intensidade dos sintomas do escurecimento interno causados pelo "chilling", MILLER (1951), MILLER & HEILMAN (1952), MILLER & MARSTELLER (1953), PAULL & ROHRBACH (1985), TEISSON et alii (1978) e VAN LELYVELD & BRUYN (1977), TEISSON et alii (1979b). De acordo com TEISSON (1979) o ácido ascórbico é o inibidor natural mais importante do escurecimento interno e os seus níveis variam com o cultivar, peso do fruto e estádios de maturação. [MILLER (1951) verificou que os abacaxis coletados no estágio ideal de maturação contêm mais ácido ascórbico que os coletados "de vez". SGARBIERI (1966) entretanto, concluiu que o teor de vitamina C diminuiu com o amadurecimento do fruto. TEISSON & COMBRES (1979) observaram que os frutos colhidos mais verdes, são mais ricos em ácido ascórbico, e que a máxima sensibilidade à injúria acontece no momento em que a casca começa

a se colorir, que corresponde curiosamente a máxima acidez. TEISSON et alii (1978) verificaram que dentro de um mesmo lote de frutos 'Smooth Cayenne', os frutos menores e mais verdes foram menos sensíveis ao escurecimento interno. Observaram ainda que a acidez titulável e o ácido ascórbico variaram em razão inversa ao tamanho do fruto, mas diminuíram com a maturação. MILLER (1951) e AKAMINE et alii (1976) verificaram uma significativa redução no teor de ácido ascórbico nos frutos com escurecimento interno.

A principal forma biologicamente ativa de vitamina C é o ácido L-ascórbico, mas o produto de sua oxidação, o ácido L-dehidroascórbico também é ativo, BRAVERMAN (1967). Segundo VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977), o escurecimento interno é resultado da oxidação de substâncias o-dihidroxifenólicas que são convertidas em pigmentos escuros. PAULL & ROHRBACH (1985) afirmam que o ácido ascórbico pode diminuir a oxidação de fenóis. Já WILLS et alii (1984) atribuem a este ácido um efeito inibitório da atividade polifenoloxidásica.

Os compostos fenólicos estão largamente distribuídos em plantas e são proeminentes nos frutos, onde exercem influência na cor e flavor, VAN BUREN (1970). Estes compostos e seus precursores têm sido associados aos distúrbios causados pelas baixas temperaturas em várias espécies vegetais. A refrigeração induz modificações nos compostos fenólicos que podem agir como substratos, co-fatores ou inibidores da atividade enzimática, LACOEUILHE (1982). No abacaxi, o maior conteúdo de compostos fenólicos das formas solúveis presentes nos frutos verdes têm sido associado à maior suscetibilidade dos mesmos ao escurecimento interno, quando comparados aos frutos maduros,

MILLER (1951), MILLER & HEILMAN (1952), PANTASTICO (1975), TEISSON (1979). Foi verificado por VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977) que os frutos com escurecimento interno apresentaram maiores teores de fenólicos que os frutos sadios, destacando-se em ordem de significância quantitativa os seguintes compostos: ácido p-cumárico, ácido caféico, ácido ferrúlico, e compostos derivados do ácido cinâmico. Segundo VAN BUREN (1970) estes compostos constituem uma etapa chave na formação de outros compostos fenólicos mais complexos. Foi ressaltado por GOLDSTEIN & SWAIN (1963) que o aumento de compostos fenólicos nos frutos com escurecimento interno se dá em função da própria defesa à injúria.

Existem numerosas enzimas oxidativas que promovem mudanças nos alimentos. Em plantas, peroxidase, ácido ascórbico oxidase, tirosinase e polifenoloxidase podem causar reações químicas não desejáveis. A peroxidase pode oxidar certos compostos fenólicos em raízes de vegetais, causando escurecimento do produto. Acido ascórbico oxidase, presente em certos vegetais, catalisa a reação de oxidação do ácido ascórbico em dehidroascórbico, ESKIN & HENDERSON (1971) e NICKERSON & RONSIVALLI (1980) e as polifenoloxidases estão envolvidas em muitos processos de escurecimento interno, DILLEY (1970).

O escurecimento enzimático é resultado da oxidação de fenóis e eventual polimerização não enzimática das quinonas formadas em taninos ou melaninas, DILLEY (1970). Embora teoricamente duas enzimas possam intervir no processo de escurecimento interno, a polifenoloxidase e peroxidase, TEISSON (1979) e VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977) e PAULL & ROHRBACH

(1985), encontraram atividade peroxidásica no abacaxi, sem contudo, haver conexão com o escurecimento interno. A enzima é geralmente composta por um grande número de isoenzimas, as quais podem diferir em propriedades bioquímicas, tais como atividade, afinidade por substrato, co-fatores, sensibilidade a inibidores, pH ótimo, OLIVEIRA (1988). De acordo com AMORIM (1985) e WHEATLEY (1982) a peroxidase tem uma função importante na biossíntese de lignina e também está associada ao mecanismo de resistência de algumas plantas.

A função mais importante da polifenoloxidase é a capacidade de oxidar inicialmente monofenóis para o-difenóis (atividade cresolásica), seguida por uma oxidação de o-difenóis para o-quinona (atividade catecolásica). Ambas as reações utilizam o oxigênio molecular, SCOTT (1975). Os pigmentos escuros formados pela oxidação de o-quinonas não contêm nitrogênio, e portanto são diferentes das melaninas, PAULL & ROHRBACH (1985) e VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977). Existem muitos inibidores da atividade da polifenoloxidase, os quais são caracterizados por propriedades anti-oxidantes, entre eles podemos citar o ácido ascórbico, cisteína, glutatona e o 2-mercaptobenzotiazol que é o inibidor mais efetivo da polifenoloxidase em banana, WHEATLEY (1982). Entretanto, TEISSON (1979) evidencia que a polifenoloxidase "in vivo" não depende apenas da concentração ou quantidade de enzima, dos substratos, de ativadores ou inibidores naturais, mas também das características anatômicas e citológicas do meio. VUKOMANOVIC (1988) estudando a atividade da polifenoloxidase em abacaxis, verificou que os frutos menos

sensíveis ao escurecimento interno apresentaram diminuição nas atividades da enzima e maior teor de ácido ascórbico.

O pH do fruto apresenta-se como um dos fatores limitantes primários para medir a atividade exata da polifenoloxidase. O pH dos frutos varia de 2 a 4, o que é frequentemente incompatível com a atividade da polifenoloxidase, cujo ótimo situa-se sempre ao redor de 5. Entretanto, os valores do pH do suco representa sobretudo o pH do vacúolo e não o local de envolvimento do sítio ativo da proteína, TEISSON (1979).

PAULL & ROHRBACH (1976) observaram que a suscetibilidade dos frutos de abacaxi ao escurecimento interno tem sido associado a uma baixa quantidade de açúcares totais e individuais. Os frutos produzidos nos períodos secos apresentaram menores teores de açúcares, menor acidez e menor concentração de ácido ascórbico, SGARBIERI (1966) e HUET (1958) e com isso maior suscetibilidade ao escurecimento interno, TEISSON (1979). De acordo com SINGLETON & GORTNER (1965) a acumulação de sacarose cessa quando a cor amarela ainda não ultrapassou metade da superfície total da casca, e um pequeno aumento dos açúcares redutores é observado. FLATH (1980) verificou que no começo da última semana de amadurecimento o nível de açúcares redutores correspondeu a 1/3 da quantidade total de açúcares. O amadurecimento no abacaxi é também acompanhado por um aumento no conteúdo de sólidos solúveis totais, SALUNKHE & DESAI (1984), MILLER (1951) e PAIVA (1978) encontraram uma tendência para o aumento de sólidos solúveis totais no decorrer da maturação para os cultivares Pérola e Smooth Cayenne e SINGLETON & GORTNER

(1965) observaram que após o amadurecimento do fruto os sólidos solúveis param de se acumular. VAN LELYVELD & DE BRUYN (1976) verificaram que os abacaxis afetados pelo escurecimento interno apresentaram menor quantidade de açúcares totais e individuais quando comparados aos frutos sadios.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados frutos da cultivar Smooth Cayenne, provenientes da Fazenda Experimental da FUNDAÇÃO DE APOIO AO ENSINO, PESQUISA E EXTENSAO - FAEPE, situada no município de Ijaci, Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 805m, 21° 10' de latitude sul e 44° 55' de longitude W.GR., com precipitação média anual de 1493mm, temperatura média anual de 19,3°C e insolação média diária de 11,4 h.

A lavoura foi implantada em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro (LE) e conduzida de acordo com o sistema de produção utilizada em Minas Gerais, ALVARENGA (1981) e ALVARENGA (1984). Os frutos foram colhidos no estágio de maturação 2 descritos por GIACOMELLI (1982), com 5 a 6cm de pedúnculo e classificados por peso do fruto.

A classificação foi efetuada de acordo com seis categorias de peso estabelecidas pela Costa do Marfim, visando exportação para a Europa Ocidental, GIACOMELLI (1982), PY (1984) e BLEINROTH (1987), a saber:

Categoria 1 - 1800 a 2300g (P1)

Categoria 2 - 1500 a 1799g (P2)

Categoria 3 - 1300 a 1499g (P3)

Categoria 4 - 1100 a 1299g (P4)

Categoria 5 - 900 a 1099g (P5)

Categoria 6 - 700 a 899g (P6)

Para proteger os frutos contra podridão negra, causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (De Seynes) Von Hoehn, procedeu-se a imersão dos pedúnculos numa solução de benomyl a 4.000ppm. Acondicionados em contentores plásticos, os frutos foram transportados até o Laboratório de Ciências dos Alimentos, na Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL.

Foram utilizados um total de 720 frutos, os quais foram divididos em três grupos de 240 frutos e avaliados :

- no dia da colheita (DC)
- armazenamento sem refrigeração (SR) - os frutos permaneceram durante 7 dias a uma temperatura de 25°C e umidade relativa de 75% na Fazenda Experimental da EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS - EPAMIG em Lavras.
- armazenamento com refrigeração - os frutos foram armazenados durante 15 dias em câmara climática a 5°C e com umidade relativa de 90% na Fazenda Experimental da EPAMIG em Maria da Fé. Após a refrigeração os frutos foram conduzidos ao Departamento de Ciências dos Alimentos da ESAL, onde permaneceram por 7 dias em condições ambientais a fim de manifestarem os sintomas visíveis de escurecimento interno.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 6$ , onde estudou-se o tipo de armazenamento (com e sem refrigeração) e o peso dos frutos (seis categorias). Utilizou-se 10 frutos por parcela com 4 repetições.

Foram realizadas as seguintes avaliações:

### 1. Escurecimento interno

Os frutos foram cortados longitudinalmente e após avaliado o índice de escurecimento interno de acordo com um método topográfico. O método utilizado consistiu em copiar em folhas transparentes de polietileno a área total do fruto e as manchas correspondentes ao escurecimento da polpa. Estas folhas foram fotocopiadas e em seguida recortou-se a área total de cada fruto e as áreas correspondentes as manchas causadas pela injúria de "chilling". Pesaram-se as respectivas áreas em balanças analíticas e por diferença calculou-se a porcentagem de área afetada de cada fruto.

### 2. Índices físico-químicos e químicos

Os índices físico-químico e químicos foram determinados em todos os frutos do experimento: no dia da colheita, e 7 dias após o armazenamento dos frutos com e sem refrigeração.

Visando uma amostragem homogênea, os frutos foram descascados e retiradas porções da polpa de cada unidade da parcela. Após, essas frações que constituíram uma amostra representativa da parcela, foram liquidificadas e submetidas às seguintes análises:

### 2.1. Acidez titulável

Foi obtida pela técnica preconizada pela AOAC (1970) e expressa em porcentagem de ácido cítrico.

### 2.3. pH

Foi obtido por potenciometria em eletrodo de vidro, segundo técnica da AOAC (1970).

### 2.3. Sólidos solúveis totais

Foram determinados pelo refratômetro de ABBE, segundo técnica da AOAC (1970).

### 2.4. Açúcares totais, redutores e não redutores após a inversão

Foram extraídos pelo método de Lane-Enyon, citado pela AOAC (1970), e a determinação foi realizada segundo técnica de Somogy adaptada por NELSON (1944).

### 2.5. Acido ascórbico, dehidroascórbico e vitamina C total

Foram determinados pelo método colorimétrico de Roe & Kuether, citados por STROHECKER & HENNING (1967).

### 2.6. Compostos fenólicos

Foram extraídos pelo método de SWAIN & HILLIS (1959), e doseados de acordo com o método de Folin - Denis, descrito pela AOAC (1970).

### 2.7. Atividade polifenoloxidásica

A enzima foi extraída de acordo com o método proposto por MATSUNO & URITANI (1972) e a atividade determinada segundo método proposto por TEISSON (1979).

### 2.8. Atividade peroxidase

A enzima foi extraída e a atividade identificada de acordo com o método de MATSUNO & URITANI (1972).

Análise estatística foi efetuada através da análise de variância. A diferença entre os tratamentos foi determinada pelo Teste de Tukey ao nível de 5%.

Os dados referentes à porcentagem de escurecimento interno foram transformados:  $\log \frac{X}{100} + 2,5$ .

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância apresentando os quadrados médios e significâncias para o escurecimento interno e os índices físico-químicos e químicos avaliados no dia da colheita e após o armazenamento dos frutos com e sem refrigeração, encontram-se no Apêndice.

##### 4.1. Índice de escurecimento interno

Observou-se que, os frutos avaliados no dia da colheita e aqueles armazenados em condições ambientais, não apresentaram sintomas de escurecimento interno. Entretanto, nos frutos refrigerados a manifestação dos sintomas foi bastante evidente. As porcentagens médias da intensidade da mancha causada pelo frio, nas diversas categorias de pesos estudadas, encontram-se na Tabela 1 e Figura 1. Observa-se que os frutos que demonstraram maior suscetibilidade ao escurecimento interno foram os pertencentes às categorias 1 e 2, constituídas por frutos maiores. Os menores frutos, que compõem a categoria 6, apresentaram menor índice de escurecimento interno. As categorias

TABELA 1 - Valores médios da porcentagem de escurecimento interno nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' após o armazenamento refrigerado. Lavras - MG, 1989.

Característica	Categorias de peso do fruto					
	1	2	3	4	5	6
Escurecimento interno † (%)	23,97ab	39,73a	16,50 bc	12,78 bc	11,10 bc	5,86 c

Valores seguidos por letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

† Dados destransformados.

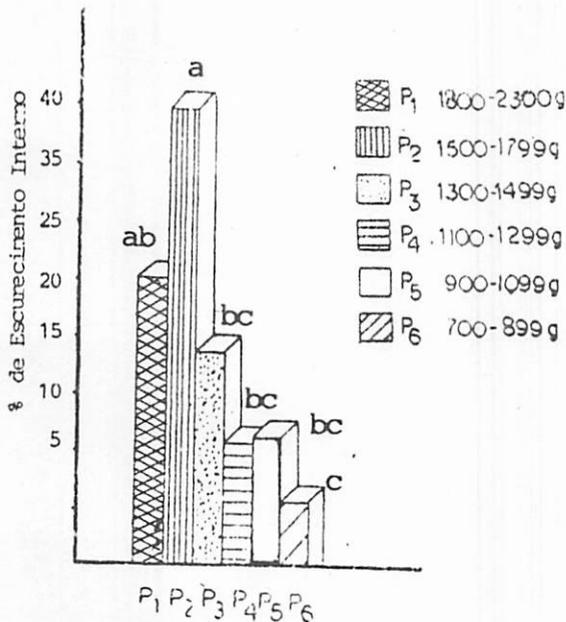


FIGURA 1 - Porcentagens médias de escurecimento interno nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' após o armazenamento com refrigeração. Lavras - MG, 1989.

3,4 e 5, cujos pesos situam-se no intervalo de 900 a 1499g, apresentaram mediana resistencia ao distúrbio comparada as demais.

Os resultados obtidos concordam com as observações de vários autores, entre eles TEISSON (1979), PY (1984) e PAULL & ROHRBACH (1985), que afirmam ser a injúria causada pelo frio mais intensa nos frutos maiores. Se assemelham também aos dados de TEISSON et alii (1978) e de TEISSON (1979), onde no mesmo lote de frutos foi verificado que os maiores e mais verdes foram os mais sensíveis aos distúrbios fisiológicos causados pelas baixas temperaturas e que o frio provocou numerosas modificações quantitativas e qualitativas na composição química do fruto. Estes resultados concordam, da mesma forma, com as afirmações de TISSEAU (1984), de que os abacaxis maiores são mais frágeis que os de calibres médios e pequenos, sendo mais sensíveis aos choques, às manchas causadas por fungos e ao escurecimento interno.

#### 4.2. Atividade da polifenoloxidase

No dia da colheita, verificou-se que apenas os frutos maiores, pertencentes a categoria 1, demonstraram diferença significativa e superior na atividade polifenoloxidásica em relação às demais categorias de peso, (Tabela 2 e Figura 2).

Observa-se que não foi detectada nenhuma diferença significativa entre as categorias de peso nos frutos sem refrigeração. Porém, analisando-se os valores médios encontrados

TABELA 2 - Valores médios da atividade polifenoloxidase de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
Polifenoloxidase							
D.O./min/g tecido DC	6,35a	4,19 b	3,97 b	3,75 b	3,81 b	3,72 b	-
Polifenoloxidase SR	4,43a	3,96a	3,88a	3,47a	4,33a	4,84a	4,15 B
D.O./min/g tec. CR	10,66a	9,33ab	7,92 bc	8,44 bc	8,25 bc	7,42 c	8,74A

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

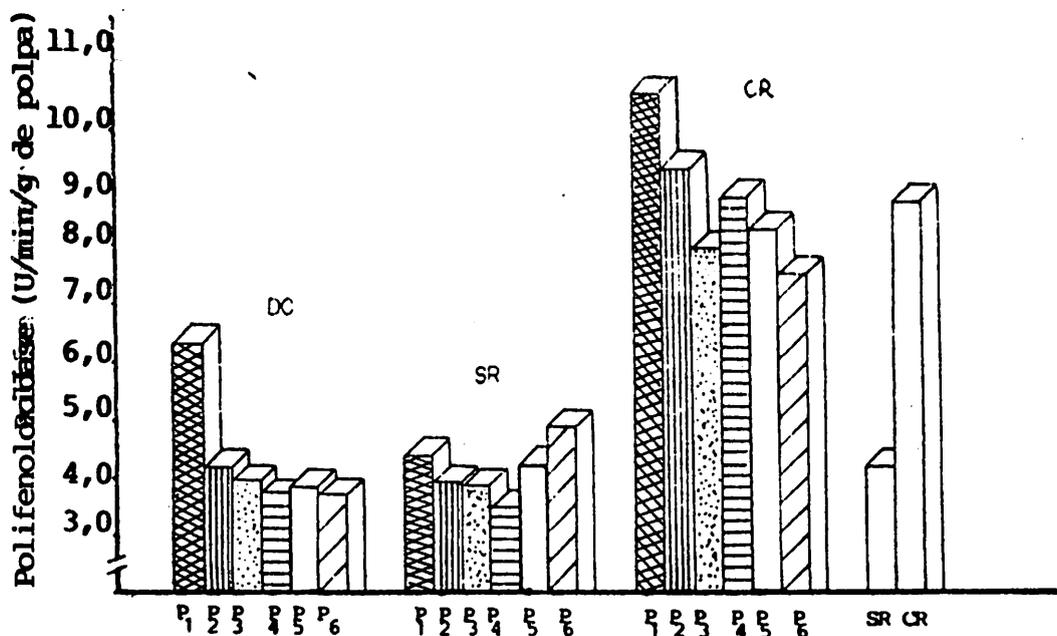


FIGURA 2 - Atividades médias da polifenoloxidase nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

nos frutos refrigerados, verifica-se que os maiores (categoria 1 e 2) apresentaram maior atividade polifenoloxidásica. Por outro lado, um menor valor foi observado para a categoria 6 e nas demais observaram-se valores intermediários e semelhantes entre si. Comparando-se a média geral nos dois tipos de armazenamento, observa-se que os frutos refrigerados apresentaram um valor duas vezes maior que os frutos armazenados sem refrigeração. Assim sendo, verifica-se que a enzima polifenoloxidase já estava presente no momento da colheita, não se observando aumentos nos frutos armazenados sem refrigeração. Porém, observa-se que os frutos armazenados em condições de refrigeração apresentaram um aumento acentuado na atividade polifenoloxidásica, sobretudo aqueles percentences às categorias 1 e 2, que apresentaram-se mais sensíveis ao escurecimento interno.

Através dos resultados encontrados, comprova-se a teoria do mecanismo de "chilling" proposta por LYONS (1973), onde ressalta-se que quando os frutos são expostos a baixas temperaturas há um aumento da permeabilidade da membrana celular e um aumento da energia de ativação das enzimas, principalmente da polifenoloxidase.

Os resultados obtidos concordam em parte com TEISSON (1979), que concluiu ser a atividade polifenoloxidásica praticamente nula no momento da colheita, porém discordam da afirmação de que o mesmo acontece durante toda a conservação a 8°C, permanecendo em níveis muito baixos nos frutos mais resistentes ao escurecimento interno. Os resultados obtidos foram similares àqueles encontrados por VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977), PAULL & ROHRBACH (1985) e VUKOMANOVIC (1988), cuja atividade

polifenoloxidásica nos frutos sensíveis ao escurecimento interno foi superior à aquela encontrada nos frutos resistentes.

Observa-se que a atividade polifenoloxidásica apresentou uma ligação direta com o escurecimento interno, apresentando os frutos mais sensíveis uma maior atividade enzimática. Isto concorda com a afirmação de SCOTT (1975) que embora várias enzimas possam estar envolvidas nos processos de escurecimento enzimático de muitos frutos e vegetais, a polifenoloxidase apresenta-se como a mais importante.

#### 4.3. Atividade da peroxidase

Os valores medios encontrados no dia da colheita, referentes à atividade peroxidásica nas diferentes categorias de peso de abacaxi encontram-se na Tabela 3 e Figura 3. Observa-se que as categorias 1 e 2 apresentaram maiores atividades peroxidásicas e as demais, valores inferiores e semelhantes entre si. Após o armazenamento dos frutos com e sem refrigeração detectou-se aumentos da atividade enzimática, sobretudo naqueles armazenados sob condições de refrigeração. O amadurecimento em condições ambientais demonstrou maior atividade peroxidásica nos frutos maiores pertencentes à categoria 1 e nos pertinentes às categorias 5 e 6, sendo observado um menor valor para a categoria 3. Analisando-se os frutos submetidos à refrigeração, verifica-se os menores frutos, os quais, exibiram menor índice de escurecimento interno, apresentaram maior atividade enzimática.

Os resultados encontrados sugerem uma associação da atividade peroxidásica e do índice de escurecimento interno,

TABELA 3 - Valores médios da peroxidase de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com (CR) e sem refrigeração (SR).  
Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
Peroxidase D.O./min/g tec. DC	1,38a	1,35a	1,17 b	1,13 b	1,07 b	1,12 b	-
Peroxidase D.O./min/g tec. CR	2,38a	1,82ab	1,40 b	2,10ab	2,17a	2,28a	2,01 B
Peroxidase D.O./min/g tec. SR	2,08 b	2,25 b	2,18 b	2,66 b	3,92a	3,50a	2,77A

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

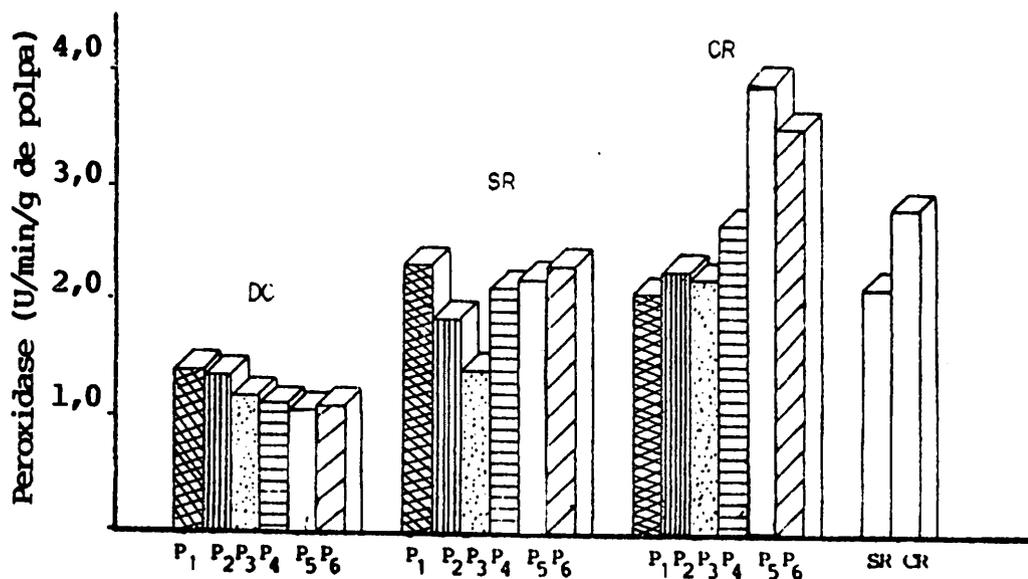


FIGURA 3 - Atividades médias da peroxidase nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

divergindo daqueles obtidos por VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977) e PAULL & ROHRBACH (1985), onde não foi verificada nenhuma conexão entre o escurecimento interno e atividade peroxidásica. O aumento da atividade peroxidásica pode indicar aumento na biossíntese de lignina, como foi sugerido WHEATLHEY (1982) e AMORIM (1985) e conseqüentemente conferindo às plantas maior resistência a injúrias causadas por infecção ou "stress". Partindo-se dessa observação, a maior atividade peroxidásica aliada a outras características inerentes aos frutos menores podem ter conferido maior resistência ao distúrbio causado pelo frio.

As alterações que se processam no fruto após a exposição a baixas temperaturas, estão ligadas a um teor de ácido ascórbico insuficiente para evitar oxidações dos fenólicos e como constataram PY et alii (1984) e LACOEULHE (1982), e estas oxidações são devidas à peroxidase funcionando como oxidase.

#### 4.4. Compostos fenólicos

Os teores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais encontram-se na Tabela 4. Observa-se que no dia da colheita não houve diferença significativa entre as diversas categorias de peso para nenhuma forma de extração de fenólicos, o que também pode ser observado nas Figuras 4 e 5.

Analisando-se os resultados referentes aos compostos fenólicos extraíveis em metanol após o armazenamento sem refrigeração (Tabela 5 e Figura 4), observa-se que as categorias

TABELA 4 - Valores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais de abacaxi 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita. Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto					
	1	2	3	4	5	6
Comp. fenólicos (metanol) (mg.ac.tânico/100g polpa)	37,68a	39,25a	36,11a	36,11a	37,68a	36,89a
Comp. fenólicos (metanol 50%) (mg.ac.tânico/100g polpa)	53,38a	51,81a	52,60a	52,60a	54,17a	53,38a
Comp. fenólicos (água) (mg.ac.tânico/100g polpa)	29,85a	36,89a	36,11a	37,68a	37,71a	36,89a
Comp. fenólicos totais (mg.ac.tânico/100g polpa)	127,96a	127,96a	124,81a	126,39a	129,55a	127,17a

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

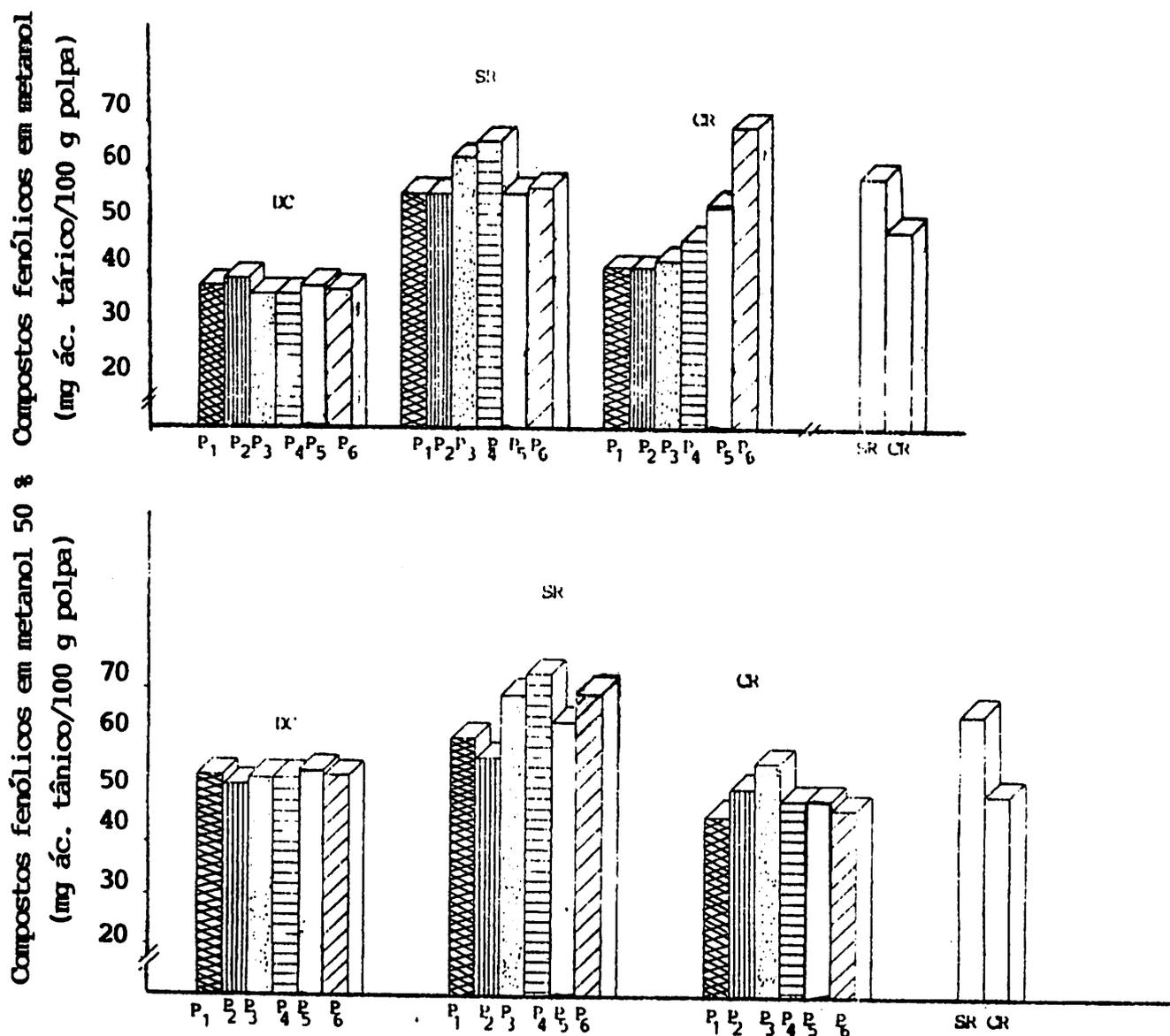


FIGURA 4 - Teores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol e metanol 50%, nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR), Lavras - MG, 1989.

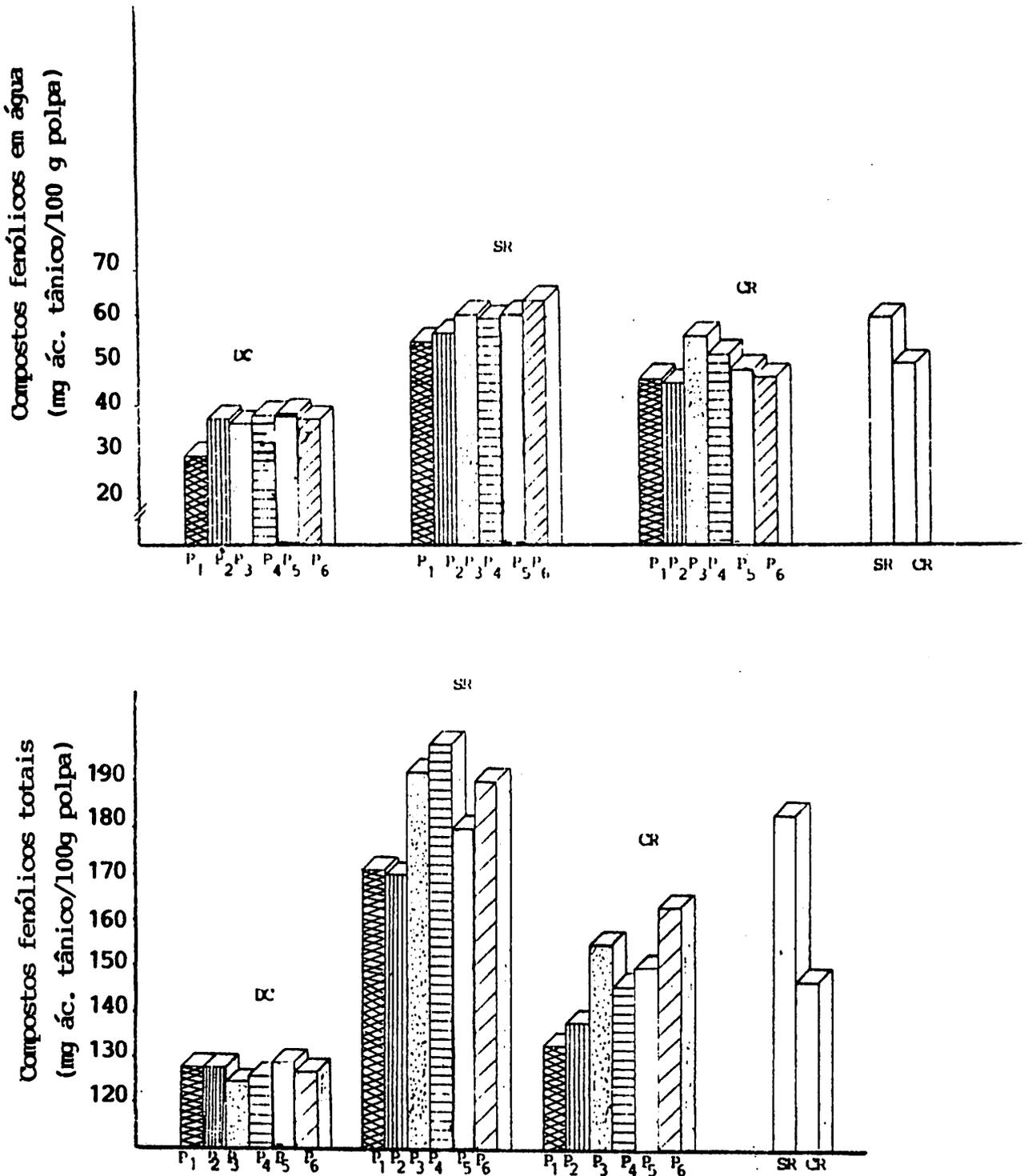


FIGURA 5 - Teores médios de compostos fenólicos extraíveis em água e compostos fenólicos totais, nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR), Lavras - MG, 1989.

TABELA 5 - Valores médios de compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais de abacaxi 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento dos frutos com refrigeração (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características		Categorias de peso do fruto						Média Geral
		1	2	3	4	5	6	
Comp. fenólicos (metanol)	SR	56,52 b	56,52 b	62,80ab	65,94a	55,74 b	57,31 b	59,14A
(mg.ac.tânico/100g polpa)	CR	41,60 c	41,60 c	43,17 c	47,10 b	54,17 b	69,86a	49,59 B
Comp. fenólicos (metanol 50%)	SR	60,44 cd	57,31 d	69,08ab	73,00a	64,37 bc	69,08ab	65,55A
(mg.ac.tânico/100g polpa)	CR	45,53 b	51,03ab	56,52a	48,67 b	46,67 b	47,10 b	49,59B
Comp. fenólicos (água)	SR	54,17 b	56,52 b	60,44ab	59,66ab	60,44ab	63,58a	59,14A
(mg.ac.tânico/100g polpa)	CR	46,31 b	45,53 b	55,74a	51,03ab	47,88 b	46,31 b	48,80B
Comp. fenólicos totais	SR	171,13 c	170,35 c	192,33ab	198,60a	180,55 bc	189,97ab	183,02A
(mg.ac.tânico/100g polpa)	CR	133,45 d	138,16 cd	155,43ab	146,80 bc	150,72abc	163,28a	147,97 B

valores seguidos por letras iguais na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 e 4 apresentaram maiores valores em relação às demais, destacando-se a categoria 4. Os frutos submetidos à refrigeração também apresentaram efeito significativo, sobressaindo-se a categoria 6, cujos frutos apresentaram menores índices de escurecimento interno, seguida da categoria 5 e 4.

Os compostos fenólicos extraíveis em metanol 50% apresentaram efeito significativo para as formas de armazenamento utilizadas, seja, com e sem refrigeração (Tabela 5 e Figura 4). Com relação ao armazenamento sem refrigeração, sobressaiu-se com maior valor os frutos da categoria 4, enquanto que os maiores frutos, pertencentes às categorias 1 e 2, apresentaram menores valores desta fração de fenólicos. As diferenças observadas no armazenamento com refrigeração, indicaram a categoria 3 como sendo a que apresentou maior teor de compostos fenólicos extraíveis em metanol 50%, seguida da categoria 2 e as demais sem diferença significativa.

Analisando-se os resultados referentes aos compostos fenólicos extraíveis em água e cujos frutos foram submetidos ao armazenamento sem refrigeração (Tabela 5 - Figura 5), verifica-se que a categoria 6 apresentou maior valor, e valores inferiores foram observados para as categoria 1 e 2, e as demais valores intermediários e semelhantes. Porém, quando o armazenamento foi efetuado com refrigeração, a categoria que se destacou foi a 3, seguida da 4, e as demais apresentaram valores inferiores e sem diferença significativa entre si.

Os valores médios dos compostos fenólicos totais encontrados nos frutos armazenados sem refrigeração, apresentaram menores valores nos frutos pertencentes às categorias 1 e 2,

e maior valor foi observado na categoria 4 seguida da 3 e 6. Após o armazenamento com refrigeração, a categoria 6, cujos frutos apresentaram menor índice de escurecimento interno, foi a que apresentou maior valor de compostos fenólicos totais, o inverso ocorreu com as categorias 1 e 2, seja, maiores índices de escurecimento interno e menores valores de compostos fenólicos totais.

De um modo geral, os resultados observados nas diferentes formas de extração de compostos fenólicos apresentaram-se inferiores nos frutos que foram submetidos a refrigeração e analisados após o aparecimento dos sintomas de escurecimento interno. Esses resultados estão de acordo com a observação feita por GOLDSTEIN & SWAIN (1963), onde ressalta-se que após o escurecimento enzimático, a quantidade de fenólicos detectada é diminuída pela transformação dos mesmos em quinonas, e esse produto não é identificado pelo método clássico de FOLLIN-DENIS, que foi o utilizado no presente trabalho.

Verificou-se que os compostos fenólicos extraíveis em metanol e os compostos fenólicos totais mostraram maiores valores nos frutos menos sensíveis, o que, de acordo com GOLDSTEIN & SWAIN (1963) pode ser entendido como o próprio mecanismo de defesa do fruto à injúria em consequência da ativação da enzima fenilalanina amônio liase e da ocorrência de uma menor oxidação de fenólicos em quinonas.

Os resultados obtidos estão de acordo com aqueles encontrados por TEISSON et alii (1979a), que verificaram aumentos na quantidade de compostos fenólicos totais e ortofenóis em

frutos com escurecimento interno comparados aos teores encontrados no dia da colheita.

#### 4.5. Ácido ascórbico, % de ácido ascórbico em relação a Vitamina C total, ácido dehidroascórbico e Vitamina C total

Os resultados relativos ao ácido ascórbico e sua porcentagem em relação a vitamina C total foram semelhantes. Observa-se através da Tabela 6 e Figura 6, que no dia da colheita não foi detectada diferença significativa entre as diversas categorias para ambas características. Porém, após o armazenamento dos abacaxis (Tabela 7 e Figura 6) os frutos maiores (categoria 1 e 2) apresentaram menores valores de ácido ascórbico e de sua porcentagem em relação à vitamina C total nos dois tipos de armazenamento utilizados e maiores valores foram observados nos frutos refrigerados, sobretudo nos frutos menores (categorias 4, 5 e 6). Através destes resultados observa-se que o ácido ascórbico, considerado como inibidor natural mais importante do escurecimento interno, apresentou-se superior nos frutos menos sensíveis à injúria, demonstrando seu importante papel no próprio mecanismo de defesa do fruto ao escurecimento da polpa do abacaxi.

A sensibilidade do fruto ao escurecimento interno está estreitamente ligada à composição química do fruto, em particular ao teor de ácido ascórbico, segundo afirmação de TEISSON et alii (1979a) e TEISSON (1979). Observou-se um aumento acentuado nos valores de ácido ascórbico, sobretudo nos frutos refrigerados,

TABELA 6 - Valores médios de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e porcentagem de ácido ascórbico em relação a vitamina C total de abacaxis Smooth Cayenne avaliados no dia da colheita. Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto					
	1	2	3	4	5	6
Ácido ascórbico (mg/100g de polpa)	2,16a	1,77a	2,41a	1,27a	2,66a	1,65a
Ácido dehidroascórbico (mg de ác. ascórbico/100g de polpa)	14,10ab	12,06 b	14,74a	16,14a	14,87a	15,76a
Vitamina C total	16,26a	13,84 b	17,15a	17,28a	17,54a	17,40a
% de ácido ascórbico	12,94a	12,77a	13,82a	6,54a	15,06a	9,49a

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

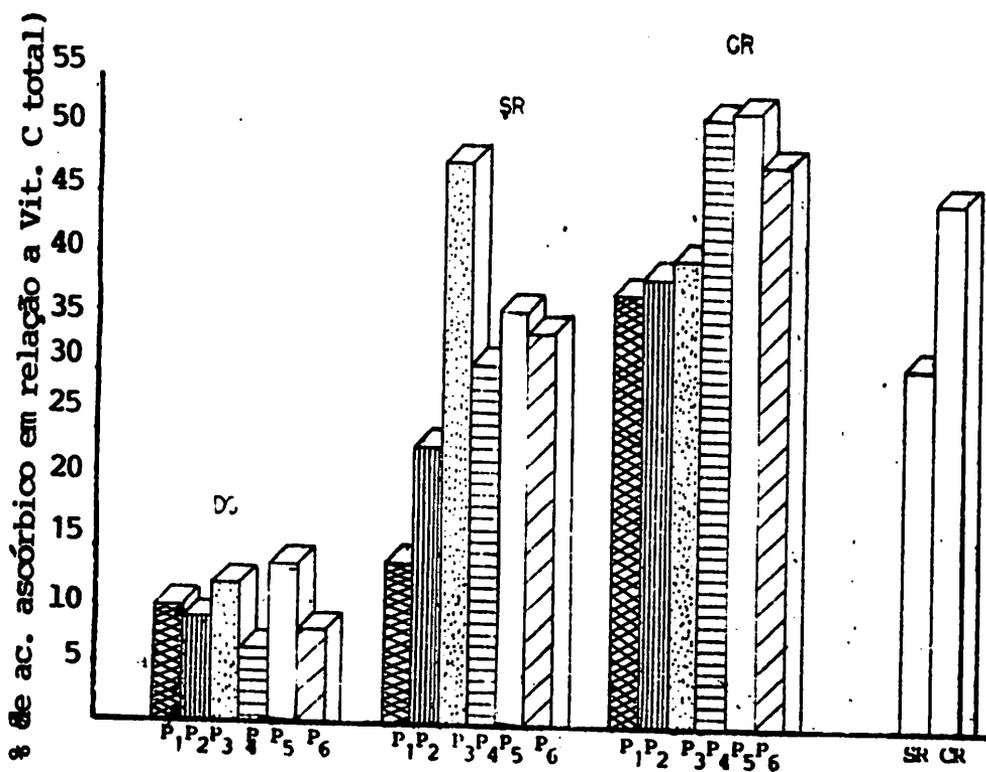
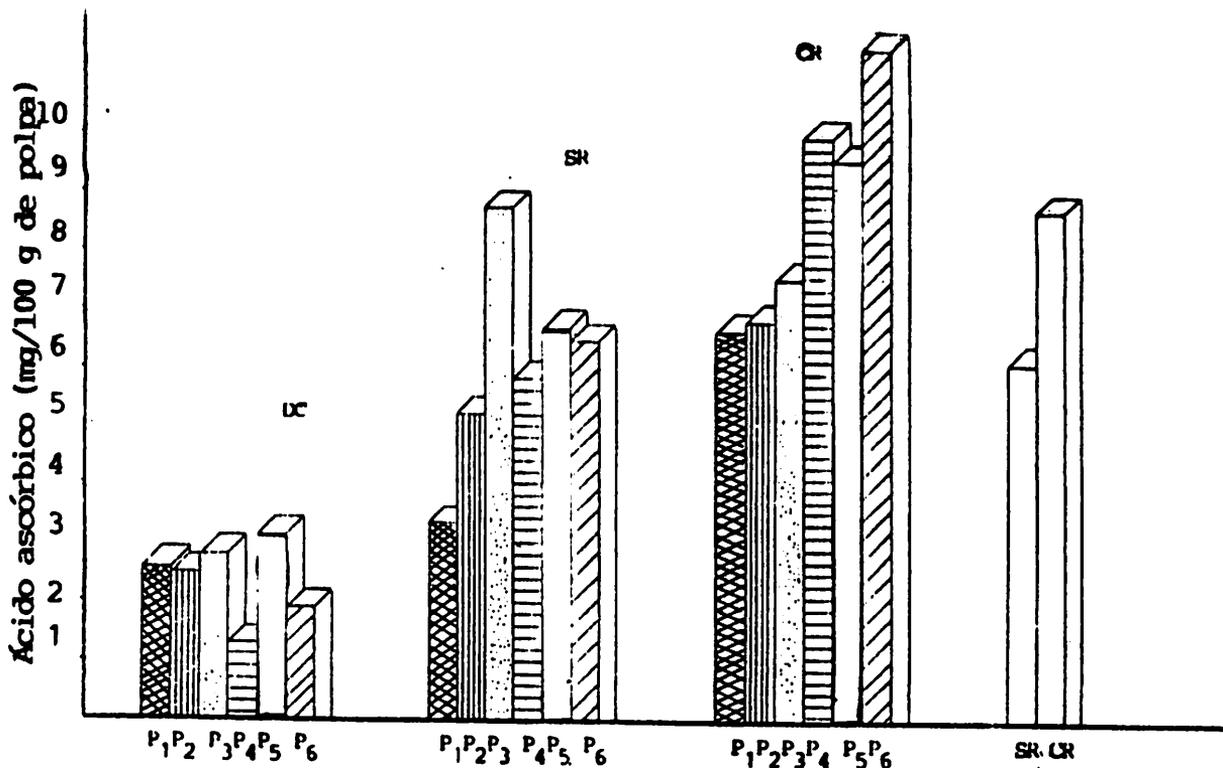


FIGURA 6 - Teores médios de ácido ascórbico e % de ácido ascórbico em relação à vitamina C total nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR), Lavras - MG, 1989.

TABELA 7 - Valores médios de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e porcentagem de ácido ascórbico em relação à vitamina C total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento dos frutos com refrigeração (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características		Categorias de peso do fruto						Média Geral
		1	2	3	4	5	6	
Ácido ascórbico (mg/100g polpa)	SR	2,79 c	4,82 bc	9,53a	6,15 b	7,09ab	6,75 b	6,19 B
	CR	7,40 b	7,70 b	8,00ab	10,40a	10,53a	9,62ab	8,94A
Ácido dehidroascórbico (mg de ácido ascórbico/ 100g polpa)	SR	13,86a	13,50a	12,29a	14,70a	14,22a	14,10a	13,72A
	CR	14,89a	15,02a	13,74ab	10,66 bc	12,07ab	7,32 c	12,08B
vitamina C total	SR	16,65 c	18,32 bc	21,02a	20,05ab	21,32ab	20,05ab	19,07 B
	CR	22,34a	22,72a	21,69a	21,06a	22,59a	16,94 b	21,23A
% de ácido ascórbico	SR	16,60 c	26,21 bc	43,61a	29,15 b	33,35ab	32,12ab	30,19 B
	CR	33,43 b	33,89 b	36,85 b	49,81a	47,19a	57,53a	43,03A

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

todavia, os frutos maiores, os quais apresentaram maiores índices de escurecimento interno, caracterizaram-se por exibir menores valores de ácido ascórbico. Os resultados obtidos assemelham-se àqueles de MILLER (1951), MILLER & MARSTELLER (1953) e VAN LELYVELD & DE BRUYN (1977), em que os frutos afetados pelo escurecimento interno apresentaram valores bem menores de ácido ascórbico, comparados aos valores encontrados nos frutos sadios. Isto está de acordo com a observação feita por TEISSON et alii (1978), de que o teor de ácido ascórbico varia em razão inversa ao tamanho do fruto e com a de PAULL & ROHRBACH (1985) e TEISSON (1979), onde os níveis de ácido ascórbico têm sido associados ao grau de expressão dos sintomas de escurecimento interno. Quando o teor de ácido ascórbico se encontra em quantidades suficientes para prevenir a reação do escurecimento, ocorre uma diminuição da atividade enzimática, e uma redução de quinonas pela menor oxidação de fenóis, SCOTT (1975).

Verificou-se também um aumento do ácido ascórbico após o armazenamento dos frutos e que os frutos menores refrigerados apresentaram maiores teores de ácido ascórbico e em níveis suficientes para reduzir o escurecimento interno. Estes dados estão de acordo com a afirmação de PAULL & ROHRBACH (1982), em que a redução do escurecimento interno está associada a um maior nível de ácido ascórbico após o armazenamento dos frutos.

O ácido ascórbico, ao se oxidar, transforma-se em ácido dehidroascórbico, e esta reação pode ou não ser reversível BRAVERMAN (1967). A oxidação do ácido ascórbico pode se processar de quatro formas diferentes através da ácido ascórbico oxidase

das o-quinonas produzidas pela polifenoloxidase, das o-quinonas produzidas pela peroxidase ou pelo sistema citocromo.

Observa-se, através da Tabela 6 e Figura 7, que no momento da colheita, os frutos, de um modo geral, apresentaram alto teor de ácido dehidroascórbico, exceção feita a categoria 2. Esses resultados divergem da observação feita por WILLS et alii (1984), de que o nível de ácido dehidroascórbico em frutos e vegetais frescos é relativamente baixo.

Após o armazenamento, ocorreu uma queda nos valores do ácido dehidroascórbico, sem diferença significativa nos frutos armazenados sem refrigeração. Porém, analisando-se os valores encontrados nos frutos submetidos à refrigeração, observou-se que os mais sensíveis ao escurecimento interno apresentaram maiores valores deste ácido (Tabela 7 e Figura 7). De um modo geral a refrigeração causou maior decréscimo no ácido dehidroascórbico.

Comparando-se os valores encontrados para o ácido ascórbico e dehidroascórbico nas três amostragens (DC, SR e CR) do experimento, verifica-se que os teores de ácido dehidroascórbico foram superiores a de ácido ascórbico. Esses resultados estão de acordo com CAMBRAIA et alii (1971) e VUKOMANOVIC (1988) que encontraram quantidades superiores de ácido de dehidroascórbico em relação ao ácido ascórbico em abacaxis. Após o armazenamento sob condições de refrigeração, os frutos mais sensíveis ao escurecimento interno apresentaram maior perda de ácido ascórbico e exibiram maiores valores na forma oxidada, ou seja, ácido dehidroascórbico. Os resultados são similares aos de TEISSON (1979b) o que após armazenar frutos durante 8 dias a 20°C, observou que aqueles mais sensíveis à

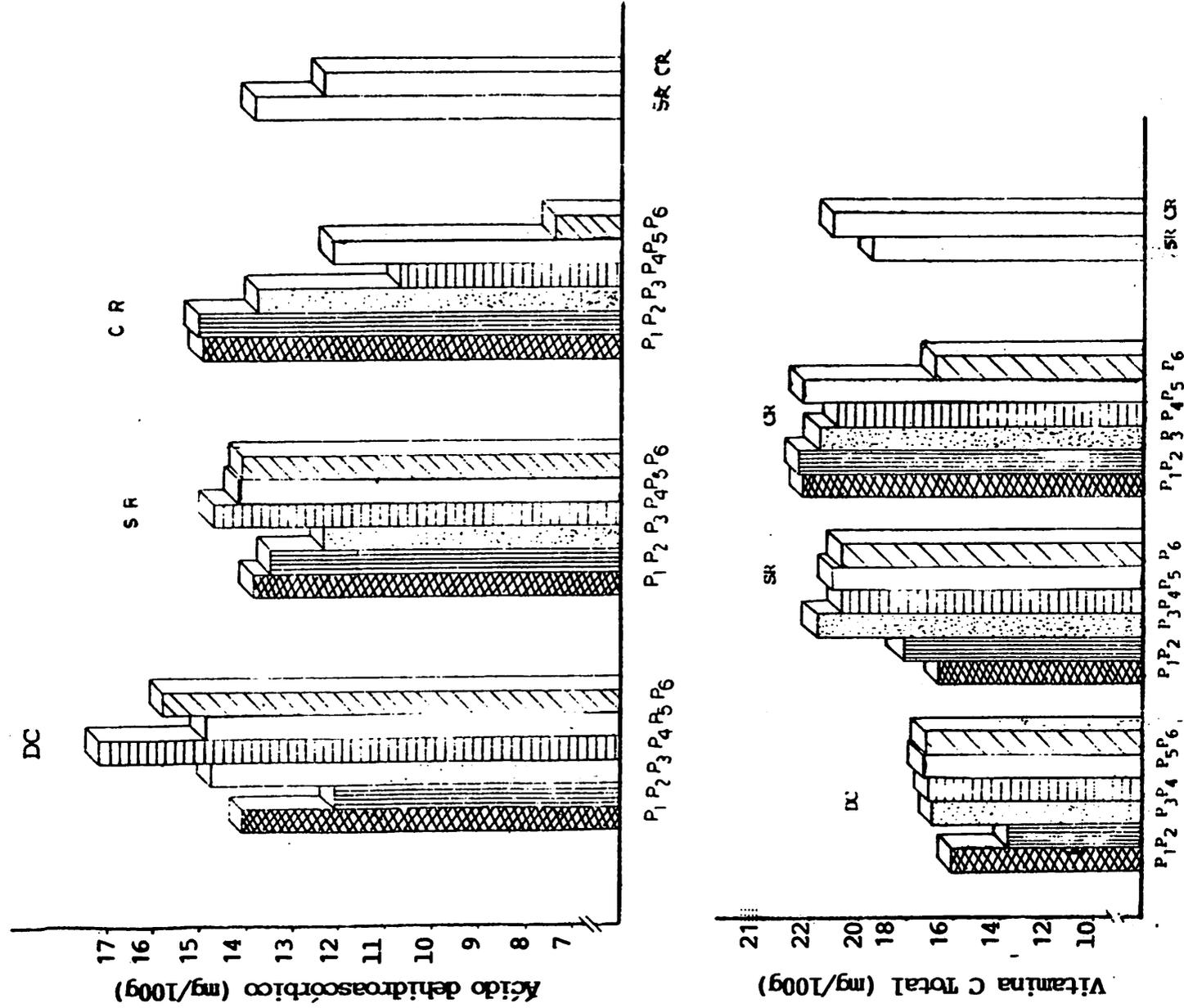


FIGURA 7 - Teores médios de ácido dehidroascórbico e vitamina C total nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR), Lavras - MG, 1989.

injúria caracterizaram-se por apresentar uma maior perda de ácido ascórbico e os mais resistentes demonstraram acréscimos. É conhecido que a oxidação do ácido ascórbico acontece em presença de oxigênio molecular e que muitas vezes o processo é acelerado em presença de metais, especialmente o cobre, que faz parte da estrutura de várias enzimas, BRAVERMAN (1967) e NICKERSON & RONSIVALLI (1980).

O abacaxi não é um fruto particularmente rico em vitamina C e seus teores são muito variáveis. A cultivar Smooth Cayenne, objeto deste estudo, é considerada uma das variedades mais pobres em vitamina C, TEISSON (1979), PY (1984).

Analisando-se os valores médios encontrados para a vitamina C total no dia da colheita, verifica-se que a categoria 2 apresentou um valor inferior às demais, explicando portanto a sua maior suscetibilidade à injúria causada pelo frio (Tabela 6 e Figura 7). Verifica-se que ocorreu um aumento da vitamina C total após o armazenamento, especialmente aqueles colocados sob condições de refrigeração. Em condições ambientais os frutos maiores apresentaram menores valores de vitamina C total, já nos frutos refrigerados detectou-se pequenas variações com diferença significativa para a categoria 6 (Tabela 7 e Figura 7). A categoria 6, que foi a que apresentou menor índice de escurecimento interno, apesar de exibir menor valor para a vitamina C total, teve frutos com teores de ácido ascórbico suficientes para reduzir os sintomas da desordem fisiológica. Aumentos nos valores de vitamina C após o armazenamento refrigerado, também foram observados por VUKOMANOVIC (1988).

#### 4.6. Sólidos solúveis totais

Os frutos analisados no dia da colheita não apresentaram diferença significativa entre as diversas categorias de peso, (Tabela 8 e Figura 8). Porém, após o armazenamento dos frutos detectou-se efeito significativo entre os fatores estudados. Verifica-se através da (Tabela 8 e Figura 8), que os frutos armazenados em condições ambientais e pertencentes às categorias de menores pesos, 5 e 6, apresentaram menor valor para sólidos solúveis. Todavia, quando o armazenamento foi efetuado sob condições de refrigeração, observou-se um decréscimo dos sólidos solúveis, com menores valores para as categorias 4, 5 e 6.

Pressupõe-se que durante a evolução do amadurecimento, os frutos menores tenham atingido menores valores para sólidos solúveis totais, com isso apresentando valores inferiores no momento da avaliação. Estes resultados discordam em parte daqueles encontrados por SILVA (1980) onde verificou-se que para os frutos armazenados em condições ambientais houve um aumento em sólidos solúveis até 15<sup>o</sup> dia e depois um decréscimo que manteve constante até o final do experimento. Já para os frutos refrigerados, as variações foram irregulares, apresentando alternadamente diminuições e aumentos durante todo o período do ensaio.

De um modo geral, observou-se um decréscimo dos valores de sólidos solúveis nos frutos refrigerados, sobretudo nos mais resistentes ao escurecimento interno. Estes resultados divergem daqueles obtidos por MILLER (1951) e MILLER (1952), nos quais não se detectou diferenças significativas no teor de sólidos solúveis

TABELA 8 - Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
SST ( Brix) DC	13,62a	13,87a	13,87a	14,13a	14,25a	14,13a	-
SST ( Brix) SR	13,40a	13,20a	13,50a	13,60a	11,43 b	11,55 b	13,30A
CR	13,18a	12,60a	13,25a	11,43 b	11,55 b	11,63 b	12,27 B

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

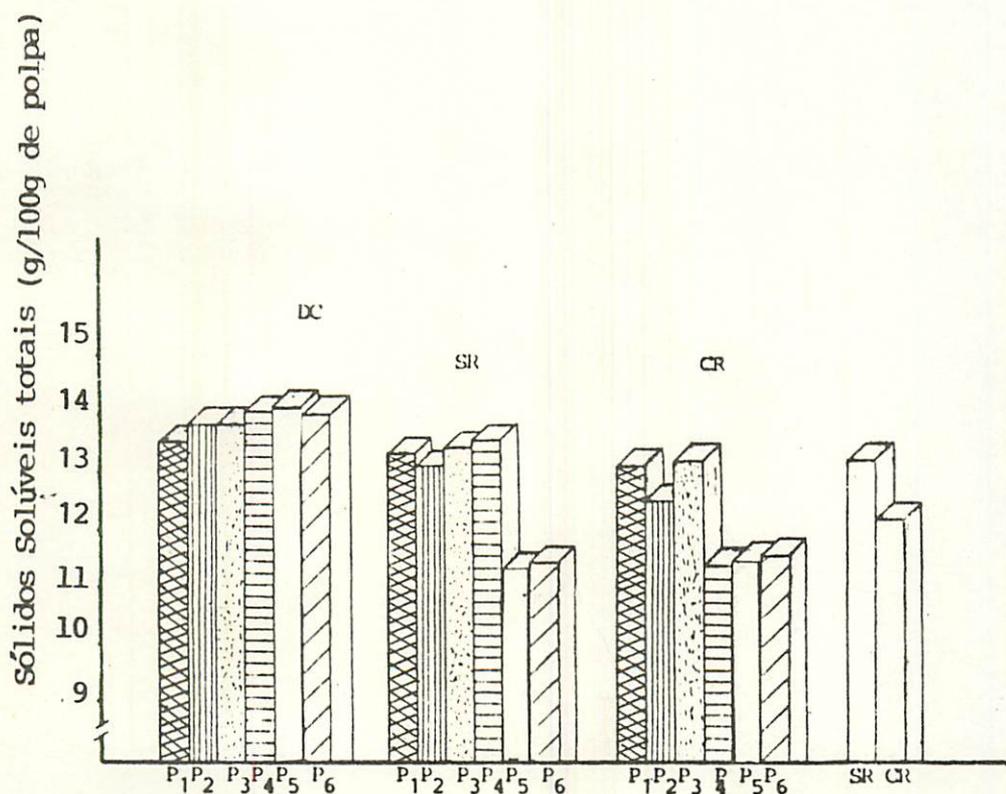


FIGURA 8 - Teores médios de sólidos solúveis totais nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

entre os abacaxis sadios e os afetados pela injúria. Entretanto, se assemelham aos resultados encontrados por PAULL & ROHRBACH (1982), onde observaram decréscimo nos frutos afetados, que apesar de não significativos foi persistente nos vários experimentos realizados. As variações observadas mostram a influência do tamanho do fruto aliado à sua composição química e o índice de escurecimento interno detectado, visto que nos trabalhos citados não foi estudada a característica peso do fruto.

Comparando-se teores de sólidos solúveis totais dos frutos no momento da colheita com os dos armazenados com e sem refrigeração, observa-se ter havido decréscimos nos teores deste constituinte com o armazenamento. Essa diminuição é justificada pelo fato dos frutos terem sido analisados aos 7 dias após o armazenamento, correspondente a estádios mais avançados de maturação e mesmo ao início de senescência, fase esta que corresponde a decréscimos neste constituinte e particularmente nos açúcares devido a reações catabólicas anaeróbicas conduzindo fermentação.

#### 4.7. Acidez titulável total

A porcentagem de acidez titulável não apresentou diferenças significativas no dia da colheita conforme pode-se observar na Tabela 9 e Figura 9.

Procedendo-se à análise dos valores médios referentes a frutos armazenados sem refrigeração, verifica-se que a acidez titulável apresentou uma tendência decrescente com o aumento do

TABELA 9 - Valores médios da acidez titulável total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com refrigeração (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
Acidez titulável total (%) DC	0,84a	0,83a	0,83a	0,83a	0,82a	0,81a	-
Acidez titulável total (%)	0,80 b	0,87a	0,87a	0,87a	0,91a	0,92a	0,96A (SR)
							0,79B (CR)

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

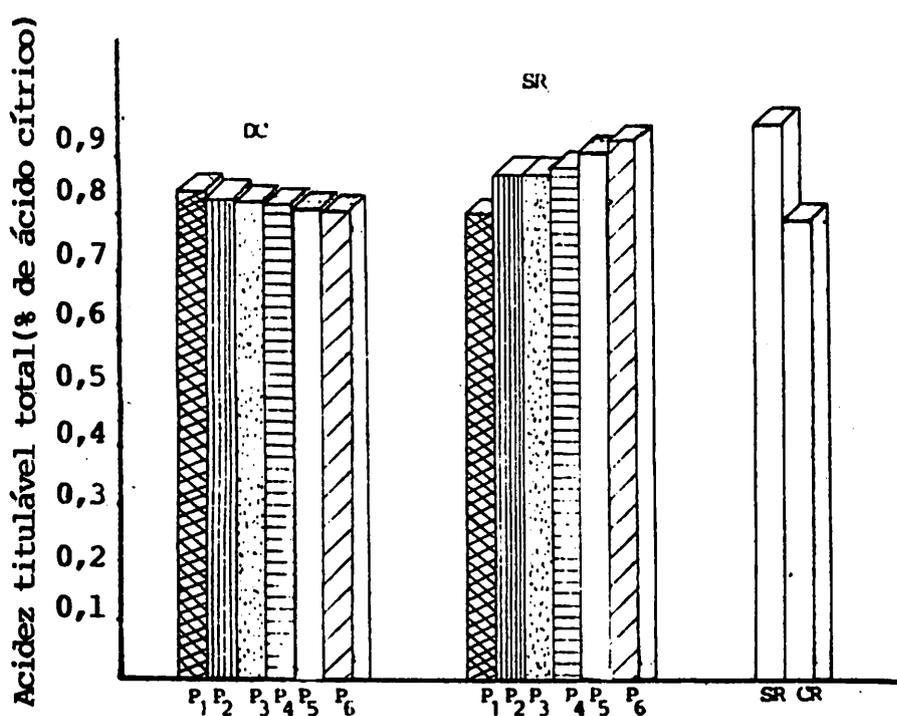


FIGURA 9 - Teores médios de acidez titulável total nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

tamanho dos frutos (Figura 9). No que se refere ao tipo de armazenamento, observa-se na mesma Figura que os frutos submetidos à refrigeração apresentaram menor acidez titulável.

Partindo-se do princípio de que a porcentagem de acidez titulável não diferiu significativamente no momento da colheita, conclui-se que foram as variações nos teores de ácidos após o amadurecimento que interferiram na suscetibilidade dos frutos ao escurecimento interno. Os resultados estão compatíveis com a afirmação de VAN LELYVELD & DE BRUYN (1976), onde se evidencia que embora a acidez titulável não desempenhe papel importante no desenvolvimento do escurecimento interno, é significativo o decréscimo observado nos ácidos cítrico e málico com o aparecimento dos sintomas. Observa-se que os frutos submetidos à refrigeração e avaliados após o aparecimento dos sintomas de escurecimento interno apresentaram uma queda acentuada na porcentagem de acidez titulável quando comparada àquela encontrada nos frutos sem refrigeração.

Indiferente do tipo de armazenamento, verificou-se que os menores frutos apresentaram uma tendência de maior acidez titulável, tornando os mesmos menos sensíveis ao escurecimento interno, o que está de acordo com a observação feita por TEISSON et alii (1978) e PY (1984) em que a acidez titulável varia em razão inversa ao tamanho do fruto. E ainda concordam com os de PAULL & ROHRBACH (1982), TEISSON (1979), TEISSON et alii (1978) e VUKOMANOVIC (1988) onde encontraram uma relação entre o decréscimo da acidez titulável e o aumento dos sintomas da injúria. Já com os de MILLER (1951) e MILLER & HEILMAN (1952)

observa-se uma certa divergência, pois estes autores não verificaram diferença significativa entre os frutos afetados e os sadios com relação à acidez total.

#### 4.8. Relação sólidos solúveis/acidez titulável total

Como nas características individuais já apresentadas, também não se verificou efeito significativo para a relação sólidos solúveis/acidez titulável total no dia da colheita (Tabela 10 e Figura 10). Contudo, com o amadurecimento dos frutos, a relação sólidos solúveis/acidez titulável total apresentou variação com o tamanho do fruto e o tipo de armazenamento utilizado (Tabela 10 e Figura 10). Analisando-se os frutos armazenados sem refrigeração, observa-se que os menores, pertencentes as categorias 5 e 6, apresentaram menor relação sólidos solúveis/acidez titulável total. De um modo geral, os frutos refrigerados apresentaram maior relação sólidos solúveis/acidez titulável total, sobretudo os frutos maiores (categorias 1, 2 e 3).

Os resultados obtidos no que se refere à relação sólidos solúveis/acidez titulável total, estão de acordo com aqueles encontrados por SILVA (1980), que verificou decréscimos dessa relação tanto no armazenamento em condições ambientais como a temperatura de 12<sup>o</sup>C. Entretanto divergem da observação de SINGETON & GORTNER (1965), onde citam que antes da metade da casca do fruto tornar-se amarela, começa a ocorrer um decréscimo da porcentagem de ácido cítrico e a relação sólidos

TABELA 10 - Valores médios de relação de sólidos solúveis totais (SST)/acidez titulável total de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
SST/ac. titulável DC	16,18a	17,14a	17,10a	17,10a	17,36a	17,45a	-
SST/ac. titulável SR	15,76a	13,65 b	14,07ab	14,06ab	12,88 b	13,13 b	13,93 B
CR	17,91a	16,50ab	17,10a	14,57 bc	14,08 c	14,05 c	15,70A

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

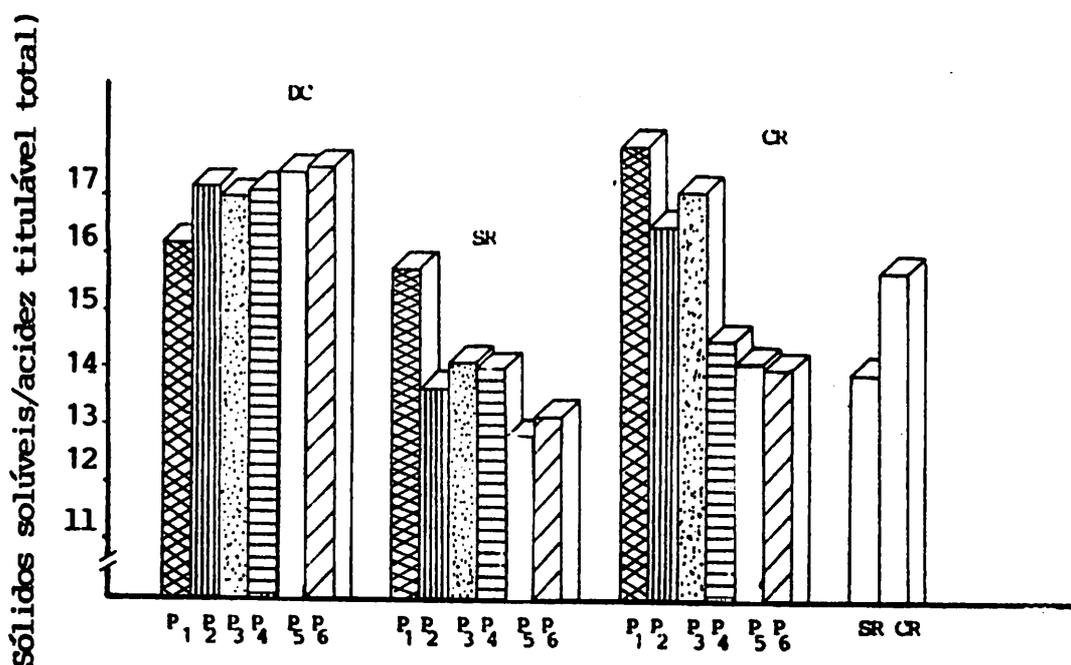


FIGURA 10 - Valores médios da relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

solúveis/acidez titulável começa a crescer. Os frutos refrigerados apresentaram maior relação sólidos solúveis/acidez titulável total, devido a uma maior diminuição da acidez titulável total.

#### 4.9. pH

As diferentes categorias de peso apresentaram o mesmo valor para o pH no dia da colheita, como pode-se observar na Tabela 11 e Figura 11.

Após o armazenamento dos frutos, um maior valor para o pH foi observado nos frutos maiores sem refrigeração. Porém, analisando-se as médias em condições de refrigeração, não foram observadas diferenças significativas. E, comparando-se as médias totais para os dois modos de armazenamento, maior valor de pH foi observado em condições de refrigeração (Figura 11).

Uma queda do pH da polpa foi detectada após o amadurecimento dos frutos (Figura 11). Os resultados se assemelham aos de KERMASHA et alii (1987) e SALUNKHE & DESAI (1984), onde verificou-se que o pH decresceu com o amadurecimento.

Apesar de não ter sido detectada diferença significativa com relação ao pH nos frutos refrigerados, observa-se que a categoria 2, cujos frutos foram os mais sensíveis a injúria, apresentou pH superior aos demais (Figura 11). Estes resultados estão em parte, de acordo com os resultados obtidos por TEISSON et alii (1979b) e VUKOMANOVIC (1988), onde detectou-se maiores valores de pH nos frutos mais sensíveis à injúria.

TABELA 11 - Valores médios do pH de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
pH DC	3,60a	3,60a	3,60a	3,60a	3,60a	3,60a	-
pH SR	3,58a	3,58a	3,40 b	3,38 b	3,38 b	3,35 b	3,44 B
CR	3,50a	3,58a	3,50a	3,50a	3,55a	3,55a	3,53A

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

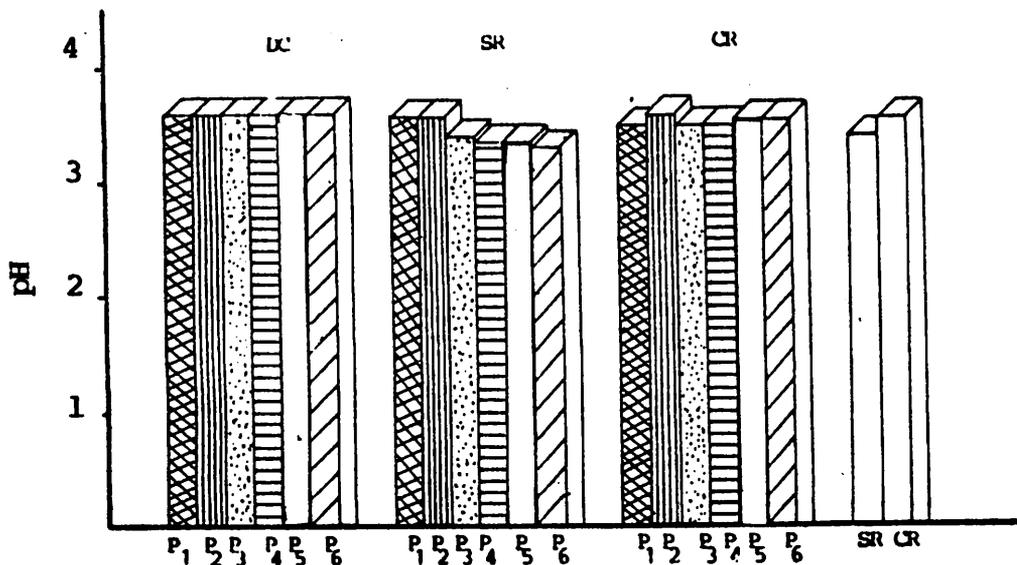


FIGURA 11 - Valores médios do pH nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne' no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

Segundo BRAVERMAN (1967), o pH dos tecidos vegetais desempenha um importante papel nos fenômenos de escurecimento, e os decréscimos no pH natural diminuem apreciavelmente a velocidade de escurecimento. No caso do abacaxi, os resultados obtidos nesse trabalho não mostram conexão direta entre os valores de pH e o índice de escurecimento interno exibido nas diversas categorias de peso.

#### 4.10. Açúcares totais, não redutores e redutores

Analisando-se os açúcares totais (Tabela 12 e Figura 12), observa-se que não houve diferença significativa entre as categorias de peso no dia da colheita. Todavia, os valores encontrados após o amadurecimento dos frutos indicam diferença significativa entre os fatores estudados. Observa-se que os frutos pertencentes às categorias 3, 5 e 6 e armazenados sem refrigeração apresentaram menores valores que as demais categorias. Contudo, não foi detectada nenhuma diferença significativa entre as categorias de peso após o armazenamento a 5°C. Comparando-se a média geral dos dois tipos de armazenamento utilizados, verifica-se que maior valor de açúcares totais foi apresentado nos frutos armazenados em condições ambientais.

Tem-se associado o aparecimento dos sintomas de escurecimento interno a um decréscimo dos açúcares totais e individuais. Os resultados encontrados não concordam com os de VAN LELYVELD & DE BRUYN (1976) e VUKOMANOVIC (1988), onde verificou-se um maior decréscimo dos açúcares totais nos

TABELA 12 - Valores médios de açúcares totais de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
Açúcares totais (% de glicose) DC	11,18a	11,07a	12,18a	10,19a	12,26a	11,55a	-
Açúcares totais SR	9,79ab	11,09a	8,95 b	10,06ab	8,72 b	8,56 b	9,53A
(% de glicose) CR	8,15a	8,38a	9,04a	8,97a	8,82a	8,52a	8,65 B

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

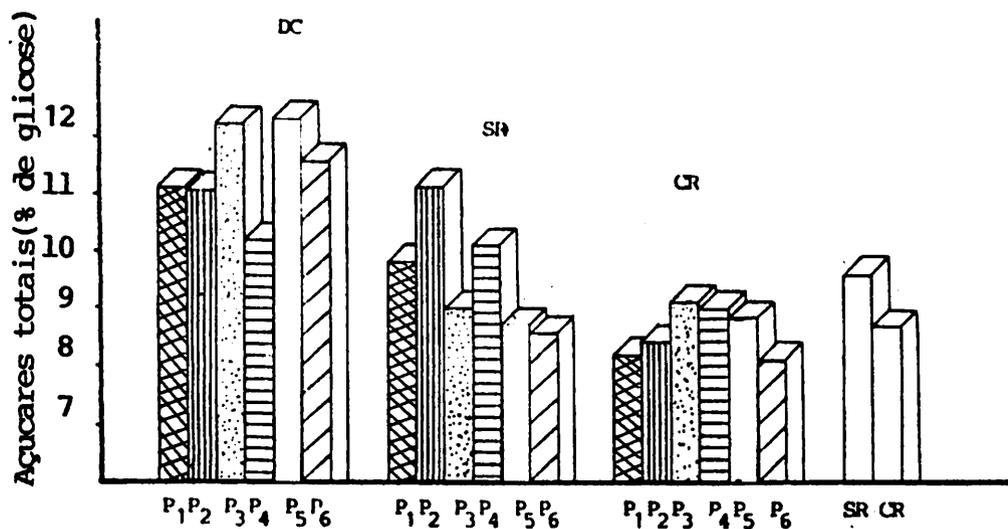


FIGURA 12 - Teores médios de açúcares totais nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras - MG, 1989.

frutos mais sensíveis ao escurecimento interno. Observa-se que apesar de não ter sido detectada diferença significativa entre as categorias de peso nos frutos injuriados, estes apresentaram menores valores quando comparados aqueles encontrados nos frutos armazenados sem refrigeração (Figura 12).

Os valores médios de açúcares não redutores no momento da colheita apresentaram diferença significativa entre as categorias de peso (Tabela 13 e Figura 13). Encontram-se menores valores para os maiores frutos, pertencentes às categorias 1 e 2, seguida da categoria 4 e maiores valores foram observados na categoria 5, seguida pelas categorias 3 e 6 com resultados semelhantes. Após o armazenamento dos frutos, não houve efeito significativo na interação entre os fatores estudados. Analisando-se separadamente cada fator verifica-se através da (Tabela 13), nenhuma diferença significativa é verificada entre as categorias de peso. Entretanto, os açúcares não redutores apresentaram menores valores nos frutos refrigerados. Os resultados encontrados se assemelham aos de VAN LELYVELD & DE BRUYN (1976) e VUKOMANOVIC (1978), onde também foi verificado um decréscimo nos açúcares não redutores nos frutos refrigerados e sobretudo nos mais afetados pelo escurecimento interno.

As categorias 1 e 2 apresentaram valores para açúcares redutores significativamente maiores que as demais (Tabela 13 e Figura 13) no momento da colheita. Assim como para os açúcares não redutores, não se detectou efeito significativo na interação peso x ambiente. Analisando-se os fatores separadamente através da Tabela 13 e Figura 13, verifica-se que nenhuma diferença

TABELA 13 - Valores médios de açúcares redutores e não redutores de abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita (DC) e após o armazenamento dos frutos com refrigeração (CR) e sem refrigeração (SR). Lavras MG, 1989.

Características	Categorias de peso do fruto						Média Geral
	1	2	3	4	5	6	
Açúcares redutores (% de glicose)							
DC	7,66a	7,48a	4,89 b	5,13 b	4,21 b	4,65 b	-
Açúcares redutores (% de glicose)							
	5,33a	4,93a	5,55a	5,53a	4,98a	4,96a	3,93 B (SR) 6,50A (CR)
Açúcares não redutores (% de glicose)							
DC	3,26 c	3,49 c	6,93ab	4,88 bc	7,64a	6,55ab	-
Açúcares não redutores (% de glicose)							
	3,46a	4,59a	3,28a	3,79a	3,60a	3,40a	5,33A (SR) 2,04 B (CR)

Valores seguidos por letras iguais minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

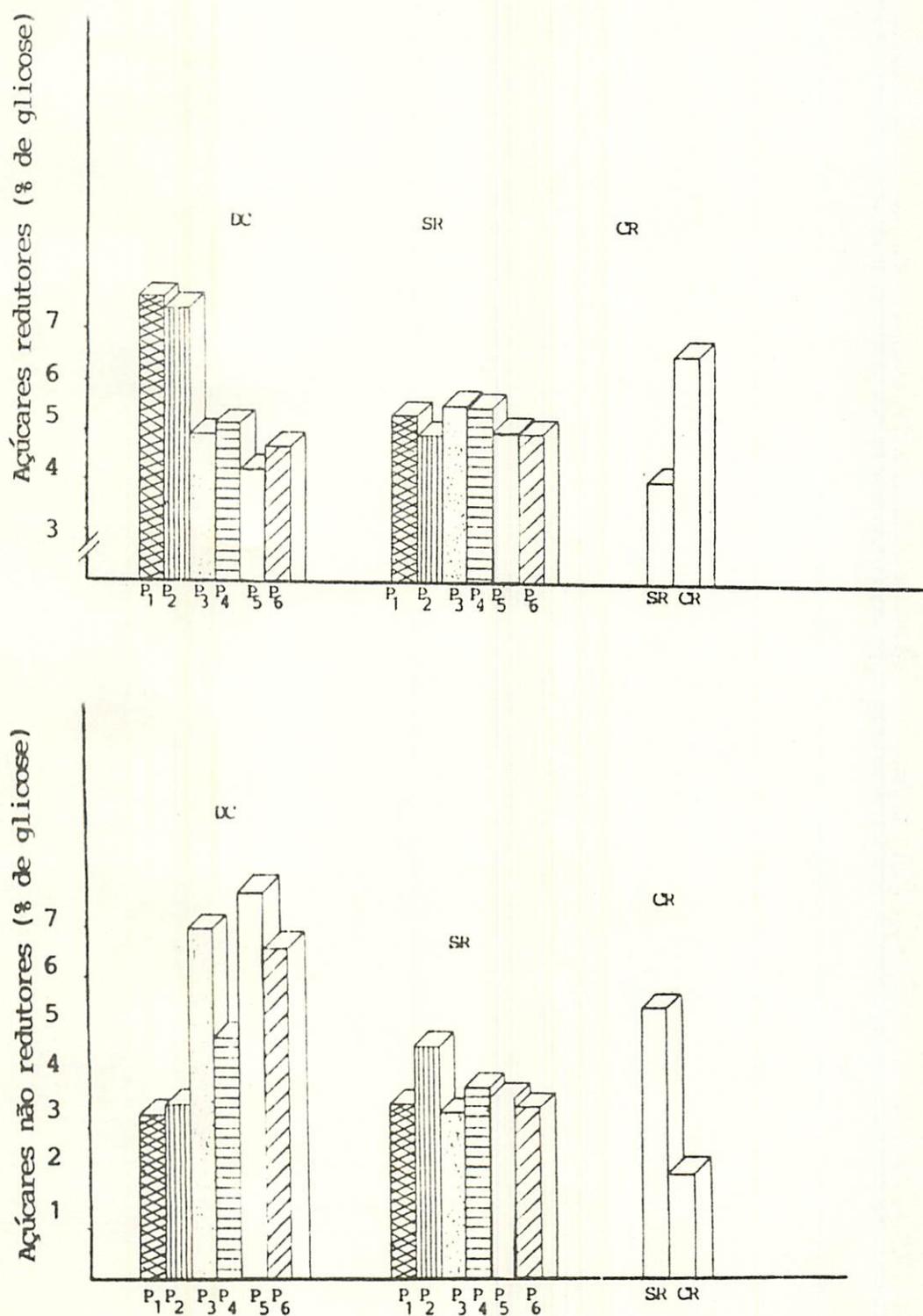


FIGURA 13 - Teores médios de açúcares redutores e não redutores nas diferentes categorias de peso de abacaxi 'Smooth Cayenne', no dia da colheita (DC) e após o armazenamento com (CR) e sem refrigeração (SR), Lavras - MG, 1989.

significativa foi apresentada entre as categorias de peso para os açúcares redutores. Porém, uma diferença marcante foi detectada entre os dois ambientes estudados, apresentando-se maior valor de açúcares redutores para os frutos refrigerados.

Observa-se no presente trabalho, cuja temperatura de refrigeração foi de  $5^{\circ}\text{C}$ , que houve uma inversão dos açúcares não redutores ou sacarose em açúcares redutores (Figura 13). Estes resultados concordam com a afirmação feita por ROCHA (1982), que quando o abacaxi é submetido à refrigeração em temperaturas inferiores a  $7^{\circ}\text{C}$ , ocorre uma inversão da sacarose.

Segundo LODH et alii (1972), os açúcares totais, redutores e não redutores podem variar de acordo com alguns fatores como a variedade, e as condições de crescimento. Neste trabalho, observou-se que no momento da colheita os frutos maiores apresentaram menor quantidade de açúcares não redutores e maior de açúcares redutores e o inverso aconteceu aos frutos menores. Observa-se, portanto, que o peso do fruto é um outro fator que determina variações nas quantidades dos açúcares encontradas no abacaxi na fase inicial de amadurecimento, bem como de outros constituintes já mencionados.

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos nas condições experimentais do presente trabalho, conclui-se que:

- O peso do fruto exerce influência na suscetibilidade do abacaxi ao escurecimento interno. Os frutos mais suscetíveis foram aqueles com pesos de 1500 a 1799g (Categoria 2).

- Os frutos mais sensíveis ao escurecimento interno, caracterizaram-se principalmente por apresentar uma maior atividade polifenoloxidásica e um menor teor de ácido ascórbico.

- Os compostos fenólicos extraíveis em metanol e a atividade peroxidásica foram maiores nos frutos mais resistentes ao escurecimento interno.

- Os frutos refrigerados apresentaram-se com menores teores de compostos fenólicos (metanol, metanol 50%, água e totais), ácido dehidroascórbico, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, açúcares (totais e não redutores) e teores mais elevados de ácido ascórbico, vitamina C total, pH, relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total, açúcares redutores e maiores atividades polifenoloxidase e peroxidase quando comparados aos frutos armazenados sem refrigeração.

## 6. RESUMO

O trabalho em questão teve por objetivos determinar o efeito do peso do abacaxi 'Smooth Cayenne' na composição físico-química e química e o grau de escurecimento interno; e verificar as mudanças ocorridas na composição físico-química e química após o armazenamento com e sem refrigeração. Os frutos foram provenientes do Município de Ijaci - MG e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 6, onde estudou-se 6 categorias de peso de abacaxis (P1-1800 a 2300g; P2-1500 a 1799g; P3-1300 a 1499g; P4-1100 a 1299g; P5-900 a 1099g e P6-700 a 899g) e dois tipos de armazenamento (com e sem refrigeração). Foram realizadas as seguintes avaliações: escurecimento interno, acidez titulável total, pH, sólidos solúveis totais, açúcares (totais, redutores e não redutores), ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico, vitamina C total, compostos fenólicos (metanol, metanol 50%, água e totais) e atividades polifenoloxidase e peroxidase.

A categoria de peso mais suscetível ao escurecimento interno foi a P2 constituídas por frutos maiores. e

caracterizaram-se principalmente por apresentar maior atividade polifenoloxidase e menor teor de ácido ascórbico.

Os compostos fenólicos extraíveis em metanol e a atividade peroxidasicas foram maiores nos frutos mais resistentes, indicando que estes compostos estão mais envolvidos com o mecanismo de defesa ao "chilling" do que com o próprio escurecimento.

Os frutos refrigerados apresentaram-se com menores teores de compostos fenólicos (metanol, metanol 50%, água e totais), ácido dehidroascórbico, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, açúcares (totais e não redutores) e teores mais elevados de ácido ascórbico, vitamina C total, pH, relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total, açúcares redutores e maior atividade polifenoloxidase e peroxidase quando comparados aos frutos armazenados sem refrigeração.

## 7. SUMMARY

This study aimed at determine the effect of pineapple fruit weight cv. Smooth Cayenne on this physico-chemical and chemical composition and on the internal browning rate as well as evaluate physico-chemical and chemical compositions alteration after storage without refrigeration. Fruits came from Ijaci county, State of Minas Gerais, Brazil. The experimental design was completely randomized in a 2 x 6 factorial scheme, where 6 weight classes ( $P_1$  - 1800 to 2300g,  $P_2$  - 1500 to 1799g,  $P_3$  - 1300 to 1499g,  $P_4$  - 1100 to 1299g,  $P_5$  - 900 to 1099g, and  $P_6$  - 700 to 899g) and 2 storing processes (with and without refrigeration) were studied. The following evaluations were done: internal browning, total titrable acidity, pH, total soluble solids, sugars (total, reducing and non-reducing), ascorbic and dehydroascorbic acids, total vitamin C, phenolic compounds (methanol, 50%, water and totals), and polyphenol oxidases and peroxidases activities.

Fruit weight classe more susceptible to internal browning were  $P_2$ , comprised of largest fruits, which presentedd

greatest activities of polyphenol oxidases and the least amount of ascorbic acid.

Phenolic compounds extracted in methanol and peroxidases activities were greatest in more resistant fruits, showing that these compounds are more involved in the chilling protecting mechanism than browning itself.

Refrigerated ripe fruits showed lower amounts of phenolic compounds (methanol, 50% methanol, water ant totals), dehydroascorbic acids, total soluble solids, total titrable acidity, sugars (total, non-reducing) and greater amounts of ascorbic acid, total vitamin C, pH, total, soluble solids, total titrable acidity rate, reducing sugars and greater polyphenol oxidase and peroxidase activities as compared to no-refrigerated fruits.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AKAMINE; E.K.; GOD, T.; STEEPY, T.; GREIDANUS, T. & IAOKA, N.  
Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in  
postharvest handling. *Journal of the American Society  
for Horticultural Science*, Alexandria, 100(1):60-5, Jan.  
1975.
- 02 ----- . Postharvest control of endogenous brown spot  
in fresh Australian pineapple with heat. *HortScience*,  
Mount Vernon, 11(6):568-8, Dec. 1976.
03. ALVARENGA, L.R. Nutrição mineral do abacaxizeiro. *Informe  
Agropecuário*, Belo Horizonte, 7(74):18-24, fev. 1981.
04. ----- . *Diagnóstico da cultura do abacaxi no Estado  
de Minas Gerais*. Belo Horizonte, EPAMIG, 1984. 28p.  
(Boletim Técnico, 13).

05. AMORIN, H.V. de. Respiração. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. 2 ed. São Paulo, Pedagógica e Universitária, 1985. v.1., p.251-82.
06. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
07. BLEINROTH, E.W. Matéria prima. In: CAMPINAS. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Abacaxi - Cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos*. 2.ed. rev. ampl. Campinas, 1987. p.133-164 (Série frutas tropicais, 2).
08. BRAVERMAN, J.B.S. Vitaminas. In: ----. *Introdução a la bioquímica de los alimentos*. Barcelona, Omega, 1967. cap. 14, p.206-39.
09. CABRAL, J.R.S. Caracterização e avaliação de cultivares de abacaxi. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 11(130):14-6, out. 1985.
10. CAMBRAIA, S.; BRUNE, W.; FORTES, J.M. & ANDERSEN, O. Avaliação de vitamina C em frutos de interesse tecnológico. *Revista Ceres*, Viçosa 18(96):139-50, mar./abr. 1971.

11. CARVALHO, V.D. Qualidade, colheita, embalagem e transporte do abacaxi. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. *III Curso Intensivo Nacional de Fruticultura*. Cruz das Almas, 1986. 15p.
12. CHADRA, K.L.; MELANTA, K.R.; LODH, S.B. SELVARAJ, Y. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple variety kew. 1. Changes in physico-chemical constituents. *The Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, 29(1):54-7, 1972.
13. CHAN, H.T.; CHENCHIN, E. & VONNAHME, P. Nonvolatile acids in pineapple juice. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, Washington, 21(2):208-11, Mar./Apr. 1973.
14. DILLEY, D.R. Enzymes. In: HULME, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academia Press, 1970. v.1. cap. 8, p.179-204.
15. DULL, G.G. The pineapple: general. In: HULME, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. England, Academic Press, 1971. v.2. cap. 9A, p.303-24.
16. ESKIN, N.A.M. & HENDERSON, H.M. Enzymes in the food industry. In: ----. *Biochemistry of Foods*. New York, Academic Press, 1971. cap.4, p.109-48.

17. FENNEMA, O.R. Preservation of food by storage at chilling temperatures. In: KAREL, M.; FENNEMA, O.R. & LUND, D.B. *Principles of food science*. Part II Physical principles of food preservation. New York, Marcel Dekker, 1975. cap.5, 133-170.
18. FLATH, R.A. Pineapple. In: NAGY, S. & SHAW, P.E., eds. *Tropical and subtropical fruits*. Westport, AVI, 1980. cap.3, p.157-83.
19. GIACOMELLI, E.J. *Expansão da abacaxicultura no Brasil*. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 79p.
20. ----- . Pragas e doenças dificultam a exportação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 7(74):44-5, fev. 1981.
21. GOLDSTEIN, J.L. & SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry*, Oxford, 2:371-83, 1963.
22. HUET, R. La composition chimique de l'ananas. *Fruits*, Paris, 13(5):183-97, Mai. 1958.
23. KERMASHA, S.; BARTHAKUR, K.N. & ALLI, I. Changes in chemical composition of kew cultivar of pineapple fruit during development. *Journal Science Food Agriculture*, London, 39(4):317-324, Apr. 1987.

24. LACOEUILHE, J.J. Cuidados com o fruto após a colheita. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1, Jaboticabal, 1982. *Anais...* Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal - UNESP, 1982. p.217-34.
25. LODH, S.B.; SELUARAJ, Y.; CHADHA, K.L. & MELANTA, K.R. Biochemical changes associated with growth and development of pineapple fruit variety kew. II. Changes in Carbohydrate and mineral constituents. *Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, 29(3/4):287-91, 1972.
26. LYONS, J.M. Chilling injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, 24:445-66, 1973.
27. MATSUNO, H. & URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isosymes in sweet potat root tissue injured by cuyting or with black rot. *Plant and cell Physiology*, Tóquio, 13:1091-101, 1972.
28. MILLER, E.V. Physiological studies of fruits of the pineapple (*Ananas comosus* (L) Merr.) whith special reference to physiological breakdon. *Plant Physiology*, Washington, 26(1):66-75, Jan. 1951.

29. MILLER, E.V. & HALL, G.D. Distribution of the soluble solids, ascorbic acid, total acid and bromelin activity of the Natal pineapple. *Plant Physiology*, Washington, 28(3):532-4, July. 1953.
30. ----- & HEILMAN, A.S. Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruits of pineapple. *Science*, Washington, 116(3019):505-6, Nov. 1952.
31. ----- & MARSTELLER, R.L. The effect of parachlorophenoxy acetic on physiological breakdown of the fruits of the pineapple (Ananas comosus (L.) Merr.). *Food Research*. Chicago, 18(4):421-5, July/Aug. 1953.
32. MITCHELL, F.G.; GUILLOU, R. & PARSONS, R.A. *Comercial cooling of fruits and vegetables*. Davis, California Agricultural Experiment Station. Extension Service. Divison of Agricultural Sciences. University of California, 1972. 44p.
33. MORRETTI, V.A.; ALMEIDA, L.A.B. de; BICUDO NETO, L.C. & MARQUES, J.F. Aspectos econômicos da produção e mercado de abacaxi. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, *Abacaxi*. 2. ed. Campinas, ITAL, 1987. p.221-84.
34. MORRIS, L.L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. *Hort Science*, Mont Vernon, 17(2):161-5, Apr. 1982.

35. NELSON, N. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *Journal of Biological Chemists*, Baltimore, 153(1):375-80, 1944.
36. NICKERSON, J.T.R. & RONSIVALLI, L.J. Enzime reationt. In: *Elementary food science*, Wesport, AVI, 1980. Cap.8, p.113-21. >
37. OLIVEIRA, J.R. de. *Idade da folha e suscetibilidade a Pseudomonas Chichorii e a Pseudomonas syringae* pv. garcae. Viçosa, UFV, 1988, 79p.(tese MS).
38. PAIVA, M.J.G. de. *Características físicas, químicas e ponto de colheita do abacaxi (Ananas comosus, L. Cvs. 'Perola' e 'Smooth Cayenne')*. Lavras, ESAL, 1978, 82p. (Tese MS).
39. PANTASTICO, E.B. Chilling injury. In: ----. *Postharvest physiology handling and utilization of tropical and sub tropical fruits and vegetables*. Westport, AVI, 1975. cap.17, p.339-62.
40. PARKIN, K.L.; MARAGONI; A; JACKMAN, R.L.; YADA, R.Y. & STALEY, D.W. Chilling injury. A review of possible mechanisms. *Journal of Food Biochemistry*, Trumbull, 13(2):127-53, Oct. 1989.

&gt;

41. PAULL, R.E. & ROHRBACH, K.G. Juice characteristics and internal atmosphere of Waxed 'Smooth Cayenne' pineapple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 107(3):448-52, May. 1982.
42. ----- & ----- . Symptom development of chilling injury in pineapple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, 110(1):100-5, Jan. 1985.
43. PY, C.; LACOEUILHE, J.J. & TEISSON, C. *Lananas; sa culture, ses produits*. Paris, G.P. Maison Neuve et Larouse ACCT, 1984. 562p.
44. RENSBURG, E.J. & ENGELBREGHT, A.U.P. Effect of calcium salts on susceptibility to browning of avocado fruit. *Journal of Food Science*, Chicago, 51(4):1067-8, July/Aug. 1986.
45. ROCHA, J.L. Colheita e fisiologia pós colheita de abacaxi. In: SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1 Jaboticabal, 1982. *Anais... Jaboticabal*, FCAV - UNESP, 1982. p.279-300.
46. SALUNKHE, D.K. & DESAI, B.B. *Postharvest biotechnology of fruits*. Boca Raton, CRC PRESS, 1984. v.2, 194p.

47. SCOTT, D. Oxidoreductases. In: REED, G. *Enzymes in food processing*. 2.ed. New York, Academic Press, 1975. Cap.9, p.22-252.
48. SGARBIERI, V.C. Estudo da composição química do abacaxi. *Boletim do Centro Tropical de Pesquisa e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, (7):37-50, ago.1966.
49. SGRIST, J.M.M. Distúrbios fisiológicos e pelo frio. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais*. Campinas, 1988a. Cap. 5, 42-5.
50. ----- . Recomendações para o armazenamento e transporte frigorífico das frutas: compatibilidade das frutas que podem ser transportadas e armazenadas juntas. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Tecnologia de pós colheita de frutas tropicais*. Campinas, 1988b. Cap.8, 151-4.
51. SILVA, M.A. *Fisiologia pós-colheita de abacaxi cvs. Pérola e Smooth Cayenne*. Campinas, UNICAMP, 1980. 203p. (Tese MS).
52. -----, P.da. Brasil, no rodapé. *Toda Fruta*, São Paulo, 5(42):43-4, jan/fev. 1990.

53. SMITH, L.G. Cause and development of blackheart in pineapples. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 60(1):31-5. Jan. 1983.
54. ----- & GLENNIE, J.D. Blackheart development in growing pineapples. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 64(1):7-12. Jan. 1987.
55. SINGLETON, V.L. & GORTNER, W.A. Chemical and physical development of the pineapple fruit. II Carbohydrate and acid constituents. *Journal of Food Science*, Chicago 30(1):19-23, Jan./Feb. 1965.
56. STROHECKER, R. HENNING, H.M. *Análisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid, Paz Montalvo, 1967. 428p.
57. SWAIN, T. & HILLIS, W.G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 10:63-8, Jan. 1959.
58. TAMAKI, T. & CARDOSO, J.L. Aspectos comerciais e econômicos da cultura do abacaxizeiro no Brasil. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE ABACAXICULTURA, 1, Jaboticabal, 1982. *Anais...* FCAV - UNESP, 1982 p.25-44.
59. TEISSON, C. Etudes sur le brunissement interne de l'ananas. *Fruits*, Paris 27(9):603-12, sept. 1972.

60. TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I - Historique. II - Matériel et méthodes. *Fruits*, Paris, 34(4):245-61, avr. 1979.
61. -----; & COMBRES, J.C. Le brunissement interne de l'ananas. III - Symptomatologie. *Fruits*, Paris, 34(5):315-29, mai. 1979.
62. -----; LACOVEUILHE, J.J. & COMBRES, J.C. Le brunissement interne de l'ananas. V - Recherches des moyens de lutte. *Fruits*, Paris, 34(6):339-415, juin. 1979a.
63. -----; MARTIN - PREVEL, P.; COMBRES, J.C. & PY, C. A propos du brunissement interne de l'ananas, accident de la réfrigération. *Fruits*. Paris, 33(1):48-50, Jan. 1978.
64. -----; ----- & MARCHAL, J. Le brunissement interne de l'ananas. VI. Approche biochimique du phénomène. *Fruits*, Paris, 34(5):329-39. Mai. 1979b.
65. TISSEAU, R. Evolution en cours de commercialisation des principales caractéristiques de qualité de l'ananas. *Fruits*, Paris, 39(12):767-75, déc. 1984.
66. VAN BUREN, J. Fruits fenolics In: HULME, A.C., ed. *The biochemistry of fruits and their products*. London, Academic press, 1970. v.1., p.269-304.

MSc Thesis

PhD Thesis

)

67. VAN LELYVELD, L.J. & DE BRUYN, J.A. Polyphenoles, ascorbic acid and related enzyme activities associated with blackheart in Cayenne pineapple fruit. *Agrochemophysica*, South Africa, 9(1):1-6, Mar. 1977.
68. ----- & ----- . Sugars and organic acids associated with blackheart in Cayenne pineapple fruits. *Agrochemophysica*, South Africa, 4(8):65-8, Dec. 1976.
69. VUKOMANOVIC, C.R. *Efeito da maturação e da baixa temperatura na composição química e no escurecimento interno do abacaxi*. Lavras, ESAL, 1988. 80p. (Tese MS).
70. WANG, C.Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience*, Mont Vermon, 17(2):173-186, Apr. 1982.
71. WHEATLEY, C.C. *Studies on Cassava (Manihot esculenta CRANTZ) root post-harvest physiological deterioration*. Wye College, London, University of London, 1982. 246p.
72. WILLS, R.B.H.; HASSAN, A. & SCOTT, K.J. Effect time at low temperature on the development of black heart in pineapple. *Tropical Agriculture*, Trinidad, 62(3):199-200, July 1985.
73. WILLS, B.B.H.; WIMALASIRI, P. & GREENFIELD, H. Dehydroascorbic acid levels in fresh fruit and vegetables in relation to total vitamin C activity. *Journal of Agricultura Food Chemistry*, Washington, 32(4):836-8, July/Aug. 1984.

APENDICE

TABELA 1A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para polifenoloxidase, peroxidase, compostos fenólicos extraíveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais referentes aos abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita. Lavras MG, 1989.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		Polifenoloxidase	Peroxidase	C. fenólicos (metanol)	C. fenólicos (metanol 50%)	C. fenólicos (água)	C. fenólicos totais
Peso	5	4,1686**	0,0688**	13,7783 n.s.	2,7114 n.s.	1,4234 n.s.	10,3598 n.s.
Erro	18	0,0475	0,0045	16,1536	18,2128	26,9076	74,0275
CV (%)		5,07	5,64	10,09	8,05	14,00	6,00

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo

TABELA 2A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para ácido ascórbico, % de ácido ascórbico em relação a vitamina C total, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e pH referentes aos abacaxis Smooth Cayenne avaliados no dia da colheita. Lavras MG, 1989.

causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Acido ascórbico	% de ác. ascórbico	ác. dehidroascórbico	Vitamina C total	pH
Peso	5	1,2268 n.s.	2,0440 n.s.	0,4004**	0,0059**	0,0017 n.s.
Erro	18	1,3955	0,5326	0,8486	0,5326	0,0032
TOTAL		60,10	62,85	6,30	4,40	1,57

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo

TABELA 3A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total, SST/ac. titulável total, açúcares totais, açúcares não redutores, açúcares redutores referentes aos abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados no dia da colheita e o índice de escurecimento interno nos frutos refrigerados. Lavras MG, 1989.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância						
		SST	Acidez titulável	SST/ac. titulável	Açúcares totais	Açúcares não redutores	Açúcares redutores	Ei (dados transf. log 1/100 + 2,5)
Peso	5	0,2184 n.s.	0,0005 n.s.	0,8185 n.s.	2,4289 n.s.	13,7602**	8,7886**	0,0015**
Erro	8	0,2882	0,0004	0,6666	1,1244	1,3059	0,2550	0,0002
CV (%)		3,84	2,50	4,79	9,31	21,0	8,93	3,04

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo

TABELA 4A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para polifenoloxidase, peroxidase, compostos fenólicos extralveis em metanol, metanol 50%, água e compostos fenólicos totais referentes aos abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento. Lavras MG, 1989.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		Polifenoloxidase	Peroxidase	C. fenólicos (metanol)	C. fenólicos (metanol 50%)	C. fenólicos (água)	C. fenólicos totais
Peso (A)	5	2,8255**	1,9255**	237,8888**	115,1930**	67,9888**	873,3962**
Ambiente (B)	1	252,2289**	6,8327**	1094,6285**	3057,2988**	1281,9525**	15421,2360**
A x B	5	3,4887**	0,9162**	319,1635**	85,1212†	37,6788†	157,8963**
A:B 1	5	0,9213 n.s.	0,4883	70,6689**	140,7469**	44,8391**	545,6467**
A:B 2	5	5,3858**	2,3614	485,5816**	59,5783**	61,5414**	484,84**
Erro	36	0,5860	0,1883	12,9487	7,94	18,8866	37,7951
CV (%)		6,44	13,78	6,62	4,98	6,11	3,78

† significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo

TABELA 5A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para ácido ascórbico, % de ácido ascórbico em relação a vitamina C total, ácido dehidroascórbico, vitamina C total e pH referentes aos abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento. Lavras MG, 1989.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância				
		Acido ascórbico	% de ác. ascórbico	ác. dehidroascórbico	Vitamina C total	pH
Peso (A)	5	18,4238**	439,5673**	14,1418**	11,8849**	8,0257**
Ambiente (B)	1	98,9158**	1980,3117**	26,8881**	18,9254**	8,8919**
A x B	5	10,0870**	253,6488**	23,6153**	23,6755**	8,0224**
A: B 1	5	28,5544**	314,6870**	2,7700 n.s.	16,4207**	8,8437**
A: B 2	5	34,9870**	378,5291**	34,9870**	19,1394**	8,8844 n.s.
Erro	36	1,3619	33,2495	2,5947	2,4288	8,8852
CV (%)		15,18	15,75	12,36	7,55	2,07

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo

TABELA 6A - Resumo da análise de variância apresentando os quadrados médios e significância para sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total, SST/ac. titulável total, açúcares totais, açúcares não redutores, açúcares redutores referentes aos abacaxis 'Smooth Cayenne' avaliados após o armazenamento, Lavras MG, 1989.

Causas de variação	G.L.	Quadrados médios e significância					
		SST	Acidez titulável	SST/ac. titulável	Açúcares totais	Açúcares não redutores	Açúcares redutores
Peso (A)	5	1,8185**	0,0148**	13,2370**	1,6308 n.s.	1,8311 n.s.	0,6706 n.s.
Ambiente (B)	1	12,8133**	0,3619**	37,8608**	9,3119**	129,4290**	78,9507**
A x B	5	1,2778**	0,0016 n.s.	2,1840*	2,6387**	0,7481 n.s.	0,7241 n.s.
A:B 1	5	0,2663 n.s.	--	4,1591**	3,7710**	--	--
A:B 2	5	2,8294**	--	11,2619**	0,4985**	--	--
Erro	36	0,1628	0,0018	0,8198	0,7208	0,8251	0,3968
Cv (%)		3,16	4,92	6,11	9,34	24,64	12,88

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

n.s. não significativo