

# TECNOLOGIA DE PÓS-COLHEITA

## CLIMATIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO REFRIGERADO NA QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE BANANAS 'NANICÃO' <sup>(1)</sup>

ENRIQUE GEORGETTE FERNANDES <sup>(2)</sup>; PAULO ADEMAR MARTINS LEAL <sup>(3)</sup>;  
JULIANA SANCHES <sup>(4)</sup>

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de parâmetros físicos e químicos, a qualidade pós-colheita de banana 'Nanicão' totalmente verde e climatizada após 17 dias de armazenamento ou totalmente verde e submetida a duas condições de armazenagem (temperatura ambiente e refrigerada). Os frutos foram colhidos em estágio de cor totalmente verde e o experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; frutos totalmente verdes e armazenados 25 °C; frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13°C; frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C). As análises realizadas foram: perda de massa fresca; acidez titulável; pH; sólidos solúveis e teores de açúcares totais e redutores. As bananas 'Nanicão' de coloração totalmente verdes não climatizadas e armazenadas por 38 dias a 13 °C ou 28 dias a 25 °C não completaram o processo de amadurecimento. Houve reduzido aumento de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, além de elevada perda de massa. Os frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C e, posteriormente, levados para o processo de climatização, amadureceram completamente, porém ficaram com menor teor de açúcar e elevada perda de massa, independentemente da temperatura de armazenamento. O período de 17 dias não é recomendado para a estocagem de bananas 'Nanicão' totalmente verdes para posterior climatização. A refrigeração a 13 °C foi eficiente para retardar o amadurecimento dos frutos.

**Palavras-chave:** Musa cavendishii, refrigeração, climatização.

### ABSTRACT

#### ACCLIMATION AND COLD STORAGE ON POSTHARVEST QUALITY OF BANANAS 'NANICÃO'

This work aimed to evaluate, through physical and chemical parameters, the postharvest quality of banana 'Nanicão' totally green and acclimatized after 17 days of storage, and totally green and submitted to two storage conditions (room temperature and cooling). Fruits were harvested at totally green color stage and the experiment was conducted in a completely randomized design with four treatments: (stored at 13 °C; stored at 25 °C; stored for 17 days at 13 °C, ripened and stored at 13 °C; stored for 17 days at 13 °C, ripened and stored at 25 °C). The performed evaluations were: loss of fresh mass, titratable acidity, pH, soluble solids and total and reducing sugars. Totally green non-acclimatized Bananas 'Nanicão' stored for 38 days at 13 °C and 28 days at 25 °C did not complete the ripening process. Also they exhibited a small increase of soluble solids, total and reducing sugars, and a high percentage of loss of fresh mass. The totally green fruit stored for 17 days at 13 °C and subsequently brought into the process of acclimatization ripened completely. However, these fruits exhibited lower sugar content and high mass loss, regardless the storage temperature. The period of 17 days is not recommended for storage of bananas 'Nanicão' totally green for further acclimatization. The cooling temperature (13 °C) was effective in delaying fruit ripening.

**Key words:** Musa cavendishii, refrigeration, acclimatization.

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em 23 de junho de 2009 e aceito em 22 de fevereiro de 2010.

<sup>(2)</sup> Ex-aluno de graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola / UNICAMP, Caixa Postal 6011, 13083-875 Campinas (SP). E-mail: enrique.fernandes@famema.br.

<sup>(3)</sup> Faculdade de Engenharia Agrícola / UNICAMP, 13083-875 Campinas (SP). E-mail: pamleal@feagri.unicamp.br (\*) Autor correspondente.

<sup>(4)</sup> Instituto Agronômico, Centro de Engenharia e Automação, Rod. D. Gabriel P. B. Couto, km 65, Caixa Postal 26, 13201-970 Jundiá (SP). E-mail: jsanches@iac.sp.gov.br.

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre os frutos climatérios, a banana é um caso raro no que se refere à larga faixa de maturidade fisiológica em que pode ser colhida e induzida a amadurecer com excelente qualidade. Este fato permitiu que a maturação comercial de bananas se tornasse uma operação de rotina, possibilitando obterem-se bananas em estágio de coloração externa específica, de acordo com esquema pré-estabelecido (WILLS et al., 1981).

Segundo PEACOCK (1980), a faixa ótima de temperatura para a maturação controlada é de 13,9 °C a 23,9 °C, porém a temperatura ideal para a climatização da banana do subgrupo Cavendish é de cerca de 18 °C (LICHTENBERG, 1999). ALVES (1999) comenta que a temperatura afeta a taxa de maturação, permitindo a obtenção de frutos em variados graus de maturação. O aumento da temperatura reduz o tempo para atingir um determinado estágio de cor da casca, bem como para a qualidade ótima de cor e consumo.

As câmaras de climatização dos frutos não devem ter capacidade maior que 20 t (densidade de pilhas = 1 t m<sup>-3</sup>), sendo essencial terem boa capacidade de refrigeração e ventilação, assim como umidade relativa controlável. Para a maturação da banana, utilizam-se câmaras com aplicação de etileno em quantidade suficiente para amadurecer os frutos, que é de 10 ppm constantemente, ou com aplicações intermitentes de 1.000 ppm (0,1%), espaçadas de 24 horas, e seguidas de ventilação. A ventilação deve ser constante (12 m min<sup>-1</sup>) e acelerada (5 a 7 vezes) durante os períodos de ventilação forçada (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Segundo esses mesmos autores, a operação em câmara de maturação consiste em ajustar a temperatura dos frutos e injetar o etileno. Após 24 horas, deve-se iniciar com forte ventilação (20-30 minutos), depois voltar à ventilação normal e estabilizar a temperatura. Esta operação é repetida por 2 a 3 vezes, em intervalos de 24 horas. O excesso de gás carbônico (acima de 1%) no ar das câmaras impede o desverdecimento dos frutos, causando coloração verde-amarelada na fruta madura, o despencamento dos frutos, o amolecimento e podridão da polpa e o retardamento da maturação. Por estas razões, a exaustão e renovação do ar da câmara devem ser realizadas em intervalos de 12 a 24 horas, segundo a temperatura utilizada na climatização, mantendo-se sempre a quantidade de gás carbônico no ar abaixo de 0,5% (LICHTENBERG, 1999).

O término da climatização é feito normalmente quando os frutos atingem os estádios de "mais verde que amarelo" a "amarelo com pontas verdes" em função do mercado e das condições ambientais (BOTREL et al., 2001).

Má vedação da câmara ou tratamento não uniforme com etileno, temperatura muito baixa e ocorrência de injúria por frio no campo ou transporte causam problemas no amadurecimento da banana. Já a temperatura da polpa muito baixa (< 16 °C) ou muito alta (> 22 °C), a remoção precoce da câmara e a demora entre a colheita e a embalagem causam deficiência na coloração. Umidade muito alta após o desenvolvimento da coloração e temperatura maior que 18 °C após o início do amadurecimento causam curta vida útil das frutas (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Outro fator que pode causar grandes danos às frutas é o choque térmico no descarregamento da câmara. Frutas retiradas da câmara e expostas a temperaturas muito altas ou muito baixas podem ter rápido escurecimento da casca (LICHTENBERG, 1999).

A polpa do fruto maduro, porém verde, possui quantidades suficientes de taninos livres, responsáveis por significativa adstringência, que vai sendo reduzida à medida que o amarelecimento progride, tornando-se nula na fase madura (ROCHA, 1984).

A conversão do amido em açúcares simples é uma das mudanças mais notáveis, no amadurecimento da banana. O fruto verde maduro contém elevado teor de amido, cerca de 20%, o qual é transformado, predominantemente, em açúcares redutores (8 a 10% de glicose e frutose) e sacarose (10 a 12%). Na fase madura, a porcentagem de amido é reduzida para 0,5 a 2,0% (ROCHA, 1984; SANCHES et al., 2001).

Ao contrário de outras frutas, no início do amadurecimento, a banana possui baixa acidez e à medida que vai amadurecendo aumenta lentamente, para depois, na fase madura, decrescer. Em banana, o ácido predominante é o málico e esta acidez varia de 0,269% (matura) a 0,272% (madura) para a 'Nanicão' (DURIGAN e RUGGIERO, 1995).

Dentro deste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de parâmetros físicos e químicos, a qualidade pós-colheita de banana 'Nanicão' totalmente verde e climatizada após 17 dias de armazenamento ou totalmente verde e armazenada a 25 °C e 13 °C.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se bananas 'Nanicão' procedentes do município de Registro (SP). Os frutos foram colhidos no estágio de coloração totalmente verde (grau 1), segundo a escala de cor de Von Loesecke (PROGRAMA...2006), passando por todos os processos normais desde a colheita até o momento de acondicionamento nas embalagens. Esses processos envolveram corte do cacho em pencas e buquês, despistilagem, lavagem,

classificação e acondicionamento dos frutos em embalagens tipo "torito", com capacidade para 18 kg. As bananas foram acondicionadas nas embalagens (número de camadas, disposição dentro das embalagens e em relação às outras frutas) seguindo os mesmos procedimentos normalmente empregados pelo produtor. Os frutos foram conservados em câmara de refrigeração à temperatura de 13 °C por 12 horas e transportados em caminhão térmico para o local de análise, onde chegaram com a temperatura entre 15 e 17 °C.

Os frutos foram armazenados a 25±2 °C e a 13±1 °C, com controle de umidade da câmara ajustada para 90±2%. Nos ensaios de armazenamento dos frutos sem climatização, foram empregadas dez embalagens, sendo cinco estocadas a 13 °C e cinco a 25 °C. Outras dez embalagens foram estocadas a 13 °C por 17 dias e, posteriormente, levadas para climatização. Este processo (amadurecimento forçado) foi realizado em câmara de climatização a 13 °C com duas aplicações de etileno. Foram aplicados 200 µL<sup>-1</sup> de etileno por 12 horas e, após este período, a câmara foi aberta para ventilação por 30 minutos. Em seguida, aplicou-se mais 200 µL<sup>-1</sup> de etileno por mais 12 horas. As bananas foram mantidas na câmara de climatização por 72 horas, com renovação de ar de 24 em 24 horas após a segunda aplicação de etileno. Ao sair da câmara, as cascas das frutas estavam com coloração mais verde que amarelo, representando grau 3 na Escala de Von Loesecke (PROGRAMA... 2006). Metade dessas embalagens contendo as bananas climatizadas foi armazenada a 25 °C e metade a 13 °C. Os frutos permaneceram estocados até não terem mais condições de consumo (para as bananas amadurecidas) ou elevado murchamento (para as bananas totalmente verdes).

As avaliações físicas e químicas foram realizadas a cada dois ou três dias quanto a: perda de massa fresca - utilizando-se balança eletrônica semianalítica Mettler, modelo PC 4400, de sensibilidade de 0,01 g; acidez titulável - através de titulação com NaOH a 0,1 N e expressa em g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> (AOAC, 1997); pH - utilizando-se peagômetro digital, marca Hanna Instruments HI 8417; sólidos solúveis - através de refratômetro portátil, cujos resultados foram expressos em °Brix (AOAC, 1997); teores de açúcares redutores e totais - foram dosados segundo a técnica de LANE e EYNON (1934). A solução de Fehling foi padronizada utilizando-se uma solução de glicose a 1%. Os resultados foram expressos em g de glicose 100 g<sup>-1</sup>.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; frutos totalmente verdes e armazenados 25 °C; frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias

a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C; frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C). Por ocasião das análises, foram escolhidas, ao acaso, amostras em três embalagens das cinco armazenadas, no total de três repetições por embalagem, compostas por cinco dedos cada uma.

Para cada tratamento foram feitas análise de variância e comparação das médias pelo Teste de Tukey (5%). A perda de massa fresca foi analisada através de regressão polinomial (GOMES, 1977) e as equações de 1.º grau comparadas através do teste T, conforme o proposto por NETER et al. (1978).

As variáveis químicas obtidas no 20º, 23º 26º dia de armazenamento para os quatro tratamentos foram avaliadas por meio de análise estatística multivariada (MOREIRA e SAES, 1994), utilizando-se componentes principais (ACP), que reduz a dimensão de um conjunto de dados multivariados de forma interpretativa, através de procedimentos matemáticos (determinísticos). Estes períodos foram escolhidos, pois foram os dias em que todos os tratamentos estavam sendo realizados simultaneamente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise do conjunto de componentes principais dos parâmetros selecionados, observou-se que a primeira componente principal totalizou 92,21% da variabilidade dos dados e foram utilizadas para representar o conjunto das variáveis medidas, uma vez que todos os coeficientes da Componente 1 estão altamente relacionados em mais de 90% com os parâmetros avaliados, e o pH para os três períodos de análise estavam com sinal negativo (Tabela 1).

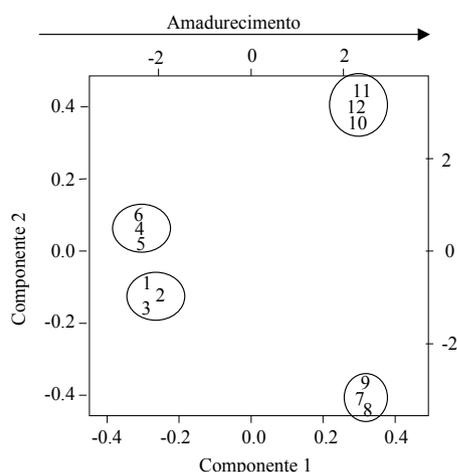
Observa-se na figura 1 que os indivíduos 7, 8 e 9 (frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C) e 10, 11 e 12 (frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C) estão posicionados no lado positivo do eixo X da componente principal e distantes dos frutos 1, 2 e 3 (frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C), 4, 5 e 6 (frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C), indicando a diferença de amadurecimento. A partir destas observações, analisaram-se os diferentes tratamentos de forma separada.

No 17.º dia de armazenamento (momento em que os frutos verdes foram levados para a climatização), as bananas totalmente verdes armazenadas a 13 °C estavam com 4,5% de perda de massa fresca (Figura 2). No último dia de armazenamento de cada tratamento, os frutos armazenados a 13 °C não climatizados e

**Tabela 1.** Correlações, proporção da variância e proporção acumulada da variância entre as variáveis iniciais e as componentes principais de bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C

	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Acidez titulável 1	0,9990	-0,0294	0,0021
Acidez titulável 2	0,9971	-0,0492	0,0154
Acidez titulável 3	0,9455	-0,3130	-0,0106
pH 1	-0,9922	0,0366	-0,0287
pH 2	-0,9761	0,1732	0,0172
pH 3	-0,6522	0,7505	-0,1028
Sólidos solúveis 1	0,9945	0,0803	-0,0283
Sólidos solúveis 2	0,9892	0,1368	-0,0171
Sólidos solúveis 3	0,9968	0,0245	-0,0447
Açúcares redutores 1	0,9701	-0,1709	-0,1341
Açúcares redutores 2	0,9871	0,1402	-0,0666
Açúcares redutores 3	0,9451	0,2745	0,1477
Açúcares totais 1	0,9602	0,2388	0,0851
Açúcares totais 2	0,9782	0,1515	-0,1152
Açúcares totais 3	0,9663	0,2279	0,0939
Proporção da Variância	0,9221	0,0652	0,0059
Proporção Acumulada	0,9221	0,9873	0,9932

1= análise do 20.º dia de armazenamento; 2= análise do 23.º dia de armazenamento; 3= análise do 26.º dia de armazenamento.



**Figura 1.** Relação entre componentes principais 1 e 2 para as variáveis químicas analisadas em bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C. Número de indivíduos: 1, 2 e 3 (frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C); 4, 5 e 6 (frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C) 7, 8 e 9 (frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C); 10, 11 e 12 (frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C).

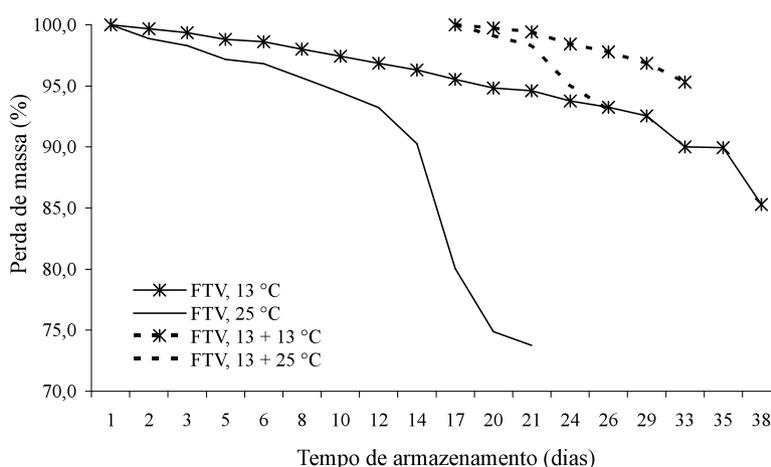
climatizados estavam, respectivamente, com perdas de massa de 14,7% e 4,7%. Essa perda de massa foi inferior à observada nos frutos armazenados a 25 °C, que foi igual a 26,2% e 7,0% nos frutos não climatizados e climatizados respectivamente (Figura 2). Esta afirmativa pode ser representada pelas equações de primeiro grau mostradas na tabela 2. Elas indicam que há relação significativa e indireta entre a perda de massa e o tempo de armazenamento, e quando comparadas quanto ao teste T para paralelismo verificou-se que os frutos armazenados a 13 °C diferiram significativamente dos frutos armazenados no ambiente, ao nível de 5%, independentemente do grau de amadurecimento. A alta porcentagem de perda de massa observada neste trabalho para os frutos verdes está relacionada com a água que se encontra em maiores proporções neste estágio de maturação, mas à medida que amadurecem, os níveis tendem a cair conforme aumenta a transpiração (BLEINROTH, 1995). CHITARRA E CHITARRA (2005) relatam que a taxa de água que pode ser perdida sem haver deterioração é variável para cada vegetal, não devendo ultrapassar os 10%.

Na figura 3a verifica-se que os frutos estavam com baixa acidez quando verdes e continuaram decrescendo, independentemente da temperatura de armazenamento.

Quando ocorreu o processo de climatização dos frutos, estes valores foram superiores aos das bananas totalmente verdes. Segundo BLEINROTH (1995) e BOTREL et al. (2001), a banana caracteriza-se pela baixa acidez quando verde e que aumenta com a maturação até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para depois decrescer. Este comportamento não foi observado, podendo-se afirmar que a acidez titulável não teve modificações em seu comportamento com o armazenamento das bananas verdes por 17 dias para posterior climatização. No dia em que as bananas foram levadas para a climatização, os valores eram de 0,288 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup>; logo após o processo de amadurecimento forçado, os frutos estavam com cerca de 0,407 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> e decresceram ao longo do período de armazenamento. Dados semelhantes aos deste trabalho também foram observados por CAMPOS et al. (2003), em bananas 'Nanicão' climatizadas dos Estados de Santa Catarina e Mato Grosso (0,307 e 0,350 g de ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de polpa, respectivamente) e PAIVA et al. (1996) em bananas 'Nanicão' climatizadas comercializadas em Porto Alegre, RS (0,435% de ácido

málico). JESUS et al. (2004) constataram acidez de 0,30% de ácido málico em bananas 'Nanica' amadurecidas naturalmente. O pH dos frutos também não foi influenciado pelos diferentes tratamentos (Figura 3b) e estão de acordo com BLEINROTH (1995), que cita que o pH da fruta verde varia de 5,0 a 5,6 e na banana madura de 4,2 e 4,7; dependendo da cultivar. JESUS et al. (2004) também notaram valores próximos em banana 'Nanica' amadurecida naturalmente e SANCHES (2002) em banana 'Nanicão' climatizada (4,83 e 4,74 respectivamente).

No conteúdo de sólidos solúveis dos frutos verdes armazenados a 13 °C e 25 °C o aumento foi constante durante o período de armazenamento (Figura 3c). Esse fato ocorreu porque ao longo do período em que permaneceram armazenados, os frutos "verdes" continuaram o processo de amadurecimento, em decorrência da degradação do amido em açúcares solúveis (BLEINROTH, 1995), embora com menor intensidade que os frutos levados para a climatização. Nos frutos que passaram pelo o processo de climatização e armazenados a 13 °C, também houve ligeiro aumento no conteúdo de sólidos solúveis (Figura 3c), porém

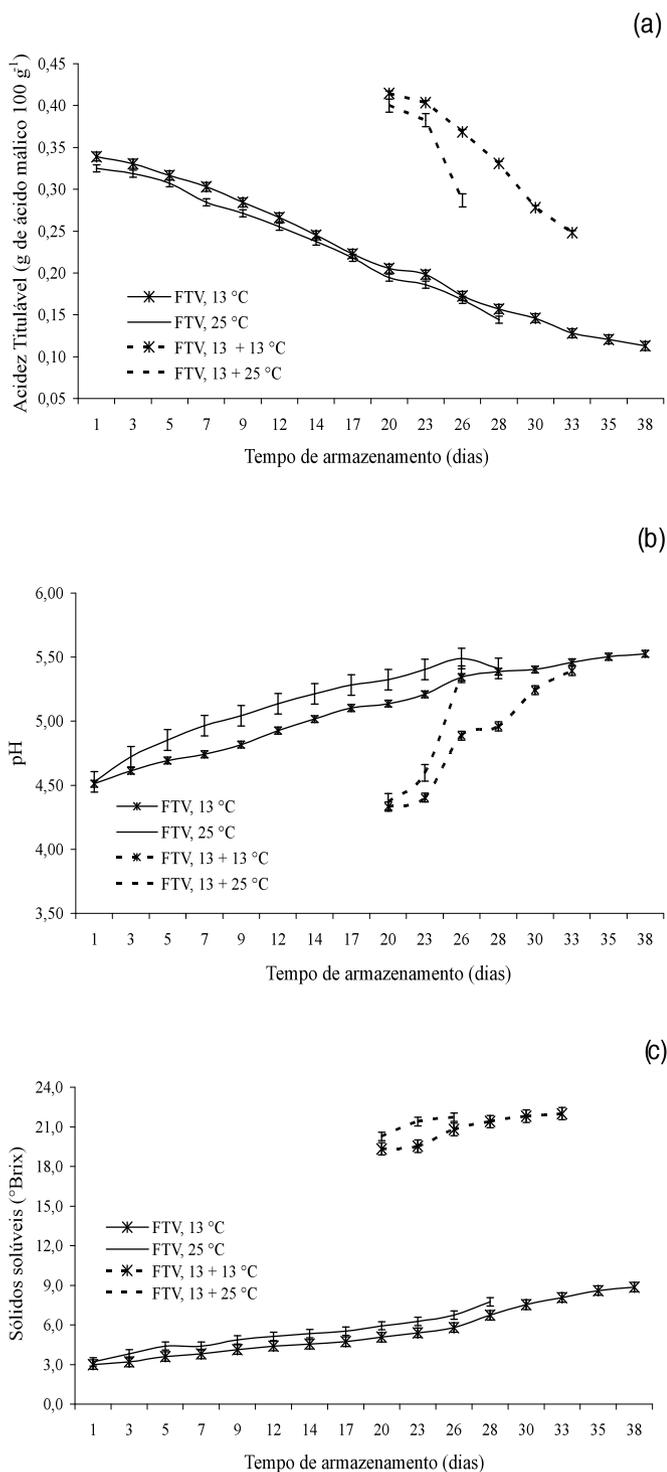


**Figura 2.** Perda de massa fresca de bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C. FTV, 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; FTV, 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C; FTV, 13 + 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C; FTV, 13 + 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C.

**Tabela 2.** Equações de regressão obtidas para a evolução da massa fresca de bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C

Tratamentos	Y= A + BX	R <sup>2</sup>	Teste T
Frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C	Y= 100,7194-0,3232X	0,9727**	a
Frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C	Y= 103,9471-1,2905X	0,9487**	b
Frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C	Y= 100,7846-0,5141X	0,9908**	a
Frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C	Y= 101,8756-1,4105X	0,9878**	b

Y= massa do fruto (g); X= dias de armazenamento; \*\*= significativo a 1% de probabilidade



**Figura 3.** Conteúdos de, acidez titulável (a), pH (b) e sólidos solúveis (c) de bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C. DMS = diferença mínima significativa ( $p \leq 0,05$ ). FTV, 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; FTV, 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C; FTV, 13 + 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C; FTV, 13 + 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C.

do vigésimo sexto dia até o trigésimo terceiro dia de armazenamento, não houve diferenças significativas. Pode-se ainda verificar, nesta figura, que os teores de sólidos solúveis dos frutos climatizados e armazenados a 25 °C foram levemente superiores aos anotados quando os frutos estavam a 13 °C. Porém, os teores de sólidos solúveis verificados neste trabalho para os frutos climatizados foram inferiores aos de autores que trabalharam com banana climatizada logo após a colheita. CAMPOS et al. (2003) constataram valores de sólidos solúveis em banana 'Nanicão' de SC e MT (25,35 °Brix e 24,20 °Brix respectivamente) e JESUS et al. (2004) notaram valores de 24,2 °Brix em bananas 'Nanica'. Sugere-se, então, que o armazenamento dos frutos verdes por 17 dias para posterior climatização tenha influenciado o processo de amadurecimento, deixando-os menos doces. LICHTENBERG et al. (2001) verificaram que os frutos da cultivar Grande Naine possuem pouca doçura e não completaram normalmente a maturação, quando armazenados verdes por 20 dias a 10 °C e levados à maturação.

Nas tabelas 3 e 4, verifica-se que a partir do décimo sétimo dia nos frutos armazenados verdes, em ambas as temperaturas, houve aumento dos açúcares totais e redutores, sugerindo um processo contínuo de amadurecimento dos frutos, porém extremamente lento, assim como ocorreu com o teor de sólidos solúveis. Quanto aos frutos que foram climatizados e armazenados a 25 °C e 13 °C, os valores de açúcares totais também aumentaram significativamente (Tabela 3). Em relação aos teores de açúcares redutores, os frutos climatizados e armazenados a 13 °C não tiveram diferença significativa (Tabela 4). Constavam, porém, com praticamente a mesma média dos açúcares redutores dos frutos amadurecidos e armazenados a 25 °C (aproximadamente 6,85 g 100 g<sup>-1</sup>), os quais tiveram diferença significativa.

A alteração mais perceptível em relação à maturação da banana é a transformação do amido em açúcares. A banana verde contém alto teor de amido, que se situa em torno de 20%. Durante a maturação ocorre sua hidrólise, acumulando açúcares e consequentemente adoçamento da polpa, com acúmulo de sólidos solúveis, consistindo em importante evento durante o amadurecimento de bananas, responsável por modificações desejáveis no sabor e na textura (VILAS BOAS et al., 2001, CHITARRA e CHITARRA, 2005). JESUS et al. (2004) constatavam média de 23,1% de açúcares totais em banana 'Nanica' amadurecida naturalmente, valores superiores aos analisados neste trabalho. Em relação aos açúcares redutores, SGARBIERI e FIGUEIREDO (1971) verificaram valores semelhantes (7,9%) em bananas após 16 dias de maturação, mas muito diferentes do observado por JESUS et al. (2004), com valores de 22,0% de açúcares redutores em banana 'Nanica'. Esta diferença pode ser

**Tabela 3.** Açúcares totais (g 100 g<sup>-1</sup>) de bananas "Nanicão" submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C

Tempo (Dias)	FTV, 13 °C *	FTV, 25 °C	FTV, 13 + 13 °C	FTV, 13 + 25°C
	g 100 g <sup>-1</sup>			
1	0,73 g	0,76 e	-	-
3	0,78 fg	0,76 e	-	-
5	0,76 fg	0,78 e	-	-
7	0,78 fg	0,79 e	-	-
9	0,79 fg	0,79 e	-	-
12	0,82 fg	0,84 e	-	-
14	0,83 fg	0,85 e	-	-
17	1,20 ef	1,20 d	-	-
20	1,51 de	1,49 c	9,76 c	12,88 b
23	1,89 cd	2,00 b	13,42 bc	15,79 ab
26	1,78 cd	2,06 b	13,85 bc	17,91 a
28	1,92 bcd	2,25 a	17,23 ab	-
30	2,18 abc	-	17,68 ab	-
33	2,36 ab	-	20,62 a	-
35	2,38 ab	-	-	-
38	2,45 a	-	-	-
Média	1,44	1,22	15,43	15,5298
CV (%)	10,63	4,86	15,00	9,82

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* FTV, 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; FTV, 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C; FTV, 13 + 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C; FTV, 13 + 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C.

**Tabela 4.** Açúcares redutores (g 100g<sup>-1</sup>) de bananas 'Nanicão' submetidas à climatização após 17 dias de armazenamento e sem climatização, seguida de armazenamento a 25±2 °C e 13±1 °C

Tempo (Dias)	FTV, 13 °C *	FTV, 25 °C	FTV, 13 + 13 °C	FTV, 13 + 25°C
	g 100 g <sup>-1</sup>			
1	0,34 f	0,38 e	-	-
3	0,38 f	0,38 e	-	-
5	0,38 f	0,39 e	-	-
7	0,38 f	0,39 e	-	-
9	0,39 f	0,39 e	-	-
12	0,39 f	0,40 e	-	-
14	0,40 f	0,41 e	-	-
17	0,54 e	0,57 d	-	-
20	0,75 d	0,75 c	5,13 a	4,03 b
23	0,89 c	0,93 b	6,05 a	7,27 a
26	0,93 c	1,01 a	6,29 a	9,27 a
28	0,93 c	0,99 ab	6,70 a	-
30	1,11 b	-	8,36 a	-
33	1,09 ab	-	8,60 a	-
35	1,16 ab	-	-	-
38	1,18 a	-	-	-
Média	0,70	0,58	6,85	6,86
CV (%)	3,94	4,24	20,34	14,77

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* FTV, 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 13 °C; FTV, 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados a 25 °C; FTV, 13 + 13 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 13 °C; FTV, 13 + 25 °C: frutos totalmente verdes armazenados por 17 dias a 13 °C, amadurecidos e armazenados a 25 °C.

explicada, em parte, pelo tempo de armazenamento (17 dias) em que as bananas permaneceram verdes, causando maturação desuniforme e, quando foram submetidas à climatização, este efeito influenciou negativamente no amadurecimento, tornando os frutos menos doces, devido ao menor acúmulo de açúcares e de sólidos solúveis.

#### 4. CONCLUSÕES

1. As bananas 'Nanicão' de coloração totalmente verdes e armazenadas por 38 dias a 13 °C e 28 dias a 25 °C não completam o processo de amadurecimento, com reduzido aumento de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, além de elevada perda de massa.

2. Os frutos armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C e posteriormente levados para o processo de climatização amadurecem completamente, porém com menor teor de açúcar e elevada perda de massa, independentemente da temperatura de armazenamento.

3. O período de 17 dias não é recomendado para a estocagem de bananas 'Nanicão' totalmente verdes para posterior climatização.

4. A temperatura refrigerada (13 °C) é eficiente para retardar o amadurecimento dos frutos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (01/00275-2), CAPES e ao CNPq pelas bolsas de mestrado concedidas.

#### REFERÊNCIAS

- ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 585p.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16.ed. Washington: Patricia Cummitt, 1997. 850p.
- BLEINROTH, E.W. Matéria-Prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (Ed.). **Banana: Matéria-Prima, processamento e aspectos econômicos**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1995. p.133-196.
- BOTREL, N.; SILVA, O.F.; BITTENCOURT, A.M. Procedimentos pós-colheita. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. da (Ed.). **Banana pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.32-39.
- CAMPOS, R.P.; VALENTE, J.P.; PEREIRA, W.E. Conservação pós-colheita de banana cv. Nanicão climatizada e comercializada em Cuiabá – MT e região. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, p.172-174, 2003.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.
- DURIGAN, J.F.; RUGGIERO, C. **Bananas de qualidades**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 37p.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 7.ed. Piracicaba: Nobel, 1977. 430p.
- JESUS, S.C.; FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, v. 63, p.315-323, 2004.
- LANE, J.H.; EYNON, L. **Determination of reducing sugars by fehling solution with methylene blue indicator**. London: Norman Rodge, 1934. 8p.
- LICHTEMBERG, L.A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, v.20, p.73-90, 1999.
- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Suscetibilidade varietal de frutos de bananeira ao frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p.568-572, 2001.
- MOREIRA, R.S.; SAES, L.A. Considerações sobre o banco de germoplasma do IAC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., 1984, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1994. p.220-236.
- NETER, J; WASSERMAN, W.; WHITMORE, G.A. **Applied linear statistical models**. Massachussets: Allyn and Bacon, 1978. 745p.
- PAIVA, M.C.; CARVALHO, R.I.N.; FIORAVANÇO, J.C.; MANICA, I. Características da banana 'Nanicão' comercializada em Porto Alegre de outubro/91 a julho/92. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, p.275-278, 1996.
- PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29)
- PEACOCK, B.C. Banana ripening - effect of temperature on fruit quality. **Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v. 37, p.39-45, 1980.
- ROCHA, J.L.V. Fisiologia pós-colheita de banana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1984, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, 1984. p.353-367.
- SANCHES, J. **Qualidade pós-colheita de bananas (Musa cavendishii) 'Nanicão', através da classificação de defeitos físicos, embalagens e tecnologia do frio**. 2002. 98f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Campinas.

SANCHES, J.; LEAL, P.A.M.; FERNANDES, E.G. Avaliação da qualidade de banana 'Nanicão' em diferentes embalagens, refrigeradas a 13 °C. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. p.1-4.

SGARBIERI, V.C.; FIGUEIREDO, I.B. Transformações bioquímicas da banana durante o amadurecimento. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v.2, p.85-94, 1971.

VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B. Características da fruta. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. (Ed.). **Banana pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.15-19. (Frutas do Brasil, 16)

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; McGLASSON, W.D.; HALL, E.G. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. London: AVI, 1981. 163p.