

## MODIFICAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DA BANANA “PRATA”, SUBMETIDA A AMADURECIMENTO ARTIFICIAL EM AMBIENTE CONTROLADO: INFLUENCIA DA TEMPERATURA E ETILENO

Cíntia de Souza SILVA

Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Botucatu/SP.

Luciana MANOEL

Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Botucatu/SP.

Rogério Lopes VIEITES

Departamento de Horticultura, Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP, Botucatu/SP.

José Maria Monteiro SIGRIST

Fruthotec, Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas/SP.

### RESUMO

Este experimento objetivou avaliar diferentes metodologias de climatização na qualidade da banana “prata”, sendo: T1- (14°C + Etileno 0/12/36 hs); T2- (14°C + Etileno 0/24/48 hs); T3- (14°C sem Etileno); T4- (18°C + Etileno 0/12/36 hs); T5- (18°C + Etileno 0/24/48 hs); T6- (18°C sem Etileno). As frutas foram climatizadas durante 3 dias, sendo avaliadas durante 7 dias quanto à: perda de peso, textura, sólidos solúveis, pH, acidez titulável e cor de casca. Os resultados obtidos para as frutas do T3 e T6 indicam uma maior qualidade pós-colheita, apresentando menor perda de peso, maior textura e manutenção da clorofila.

**PALAVRAS-CHAVE:** Musa spp, climatização, pós-colheita, qualidade.

### ABSTRACT

INFLUENCES OF THE TEMPERATURE AND ETHYLENE DURING ARTIFICIAL RIPENING OF “PRATA” BANANA. This experiment had as objective evaluates of different climatization methodologies about the quality of the “prata” banana, being: T1 - (14°C + Ethylene 0/12/36 hs); T2 - (14°C + Ethylene 0/24/48 hs); T3 - (14°C without Ethylene); T4 - (18°C + Ethylene 0/12/36 hs); T5 - (18°C + Ethylene 0/24/48 hs); T6 - (18°C without Ethylene). The fruits were acclimatized for 3 days being appraised for 7 days as for the: weight loss, texture, soluble solids, pH, acidity titulável and peel color. In agreement with the obtained results it was ended that the fruits of the T3 e T6 they obtained the best results in the maintenance of the postharvest quality, presenting smaller weight loss, larger texture and maintenance of the chlorophyll.

**ADDITIONAL KEYWORDS:** Musa spp, climatization, postharvest, quality.

### INTRODUÇÃO

A banana é a fruta mais produzida e, por conseguinte a mais consumida no mundo (MASCARENHAS, 1999). No Brasil a produção de banana é estimada em 7 milhões de ton/ano (FAO, 2003), sendo que, a variedade Prata apresenta-se com relativa importância, apresentando o maior consumo em relação às demais variedades desta fruta (PESQUISA..., 1997).

A banana, sendo uma fruta climatérica (PALMER, 1981), é colhida ainda verde, iniciando seu amadurecimento 96 horas após a colheita (SIMÃO, 1998). Naturalmente, esta maturação é desuniforme em vista da formação do fruto em pencas, com diferentes idades (ROCHA, 1984). Porém o amadurecimento controlado em câmaras de climatização, além de proporcionar uma maturação mais uniforme, tem a finalidade de desencadear e acelerar o processo de amadurecimento. Neste sistema a temperatura, umidade do ar e concentração de gases (CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>) são controlados através de aparelhos e procedimentos específicos, ocorrendo aplicações pré - determinadas de um gás indutor do amadurecimento, que seja, o etileno.

O etileno é considerado um hormônio natural do amadurecimento das frutas, estimulando mudanças de coloração, textura e respiração (ABELES, *et al.*, 1992). Deste modo, sua aplicação exógena desencadeia o processo de amadurecimento, causando rápida maturação, principalmente na fase pré-climatérica da fruta (CASTRO, 1992).

Porém o amadurecimento da banana é caracterizado por um aumento na sua intensidade respiratória e por uma considerável produção de calor. O teor de oxigênio na atmosfera diminui e o teor de gás carbônico aumenta. Portanto, a câmara de maturação deve ser mantida com uma quantidade de

oxigênio suficiente para que o processo de maturação não seja retardado (CASTRO, 1992), através da troca de ar ou exaustão.

A umidade também exerce um papel importante e definido no processo de maturação das bananas. A alta umidade relativa (85-95%) associada a temperaturas de maturação adequadas contribui grandemente para melhorar o aspecto, comerciabilidade e vida útil das bananas (CASTRO, 1992). HALL (1967) define que temperaturas superiores a 21°C proporcionam um amolecimento excessivo da polpa da banana, causando seu cozimento. É sabido ainda que temperaturas inferiores a 12°C causam danos pelo frio à fruta ("chilling"), resultando em um produto impalatável e de coloração imperfeita (HANDERGURG *et al.*, 1986).

Portanto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de diferentes metodologias de climatização sobre a qualidade da banana prata, visando fornecer informações de natureza tecnológica àqueles envolvidos na comercialização desta fruta.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se neste experimento a variedade de banana "Prata" (musa AAB), em estágio de maturação verde, proveniente do município mineiro de Janaúba, localizado a latitude 15.80 sul, longitude 43.31 oeste e altitude de 533 metros (IBGE, 2003).

As bananas foram recebidas no laboratório do FRUTOTEC/ITAL (Campinas-SP), sendo em seguida selecionadas cuidadosamente, descartando àquelas com defeitos ou injúrias devido ao transporte. Posteriormente as pencas foram analisadas (Tabela 1), pesadas e numeradas para definição dos seguintes tratamentos:

Tratamentos	Temperaturas de climatização	Regime de aplicação de etileno
T1	14°C ( $\pm$ 1°C)	0 hora/12horas/36 horas
T2	14°C ( $\pm$ 1°C)	0 hora/24 horas/48 horas
T3	14°C ( $\pm$ 1°C)	sem aplicação (testemunha)
T4	18°C ( $\pm$ 1 °C)	0 hora/12horas/36 horas
T5	18°C ( $\pm$ 1 °C)	0 hora/24 horas/48 horas
T6	18°C ( $\pm$ 1 °C)	sem aplicação (testemunha)

As frutas de cada tratamento foram acondicionadas em tambores de 200 L (aproximadamente 12 kg de frutas), com ventilação interna e fechado hermeticamente. Em seguida, três tambores foram levados à câmara com temperatura de 14°C, sendo que cada um deles foi submetido a um regime de aplicação de etileno. O mesmo ocorreu com os três tambores levados à câmara de 18°C. A primeira aplicação de etileno foi simultânea em todos os tratamentos, e ocorreu após a polpa das frutas atingirem a temperatura interna da câmara.

O processo de climatização se estendeu por um período de 3 dias, com os seguintes parâmetros: Umidade relativa do ar: 95% ( $\pm$  5%); Exaustão: 15 minutos antes de cada aplicação de etileno; Dose do gás ativador do amadurecimento: 1000 ppm/aplicação, na composição de 95% de nitrogênio e 5% de etileno (Etil 5). A UR e temperatura nas duas câmaras foram acompanhadas diariamente com o auxílio de termohigrógrafo.

Após a saída das frutas da câmara, estas foram armazenadas à temperatura ambiente (25°C  $\pm$  1°C) e analisadas durante 7 dias (4°, 7° e 10° dia do início do experimento). Para definição do comportamento pós-colheita da fruta foi determinado:

*Perda de massa:* em porcentagem, por pesagem direta, considerando-se o peso inicial das frutas;

*Textura:* através do texturômetro TA-XT2, com resultados expressos em N;

*Sólidos solúveis totais:* em refratômetro manual, com escala de 0 a 32 °Brix;

*pH:* determinado potenciométricamente em pHmetro Mettler Toledo 320, no suco da fruta, obtido pela centrifugação de 3 frutas por repetição, segundo a metodologia de CARVALHO *et al.* (1990);

*Acidez titulável:* titulação com NaOH (0.5N) com resultado expresso em g ác. málico. 100 g de polpa (CARVALHO *et al.*, 1990);

*Coloração da casca:* definida em colorímetro digital Minolta, considerando: Luminosidade (L): escurecimento, com valores de 0 (preto) a 100 (branco); Cromaticidade (C): intensidade de cor, com amplitude de variação de 0 e 60; Angulo hue (HUE): define mudança de cor, sendo que quanto mais amareladas estirem as frutas, menor será o valor do ângulo.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 repetições, sendo utilizada 3 frutas como unidade experimental. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com o recomendado por GOMES (1987) .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da Tabela 2 indicam perda de peso gradual nas frutas de todos os tratamentos no decorrer do armazenamento, concordando com CHITARRA & CHITARRA (1990) que relatam perda de massa fresca dos frutos logo após a colheita e com BOTELHO (1996), em experimento com goiaba branca. Observa-se também que a temperatura de 18°C e o regime de aplicação de etileno de 0/24/48 horas (maior tempo de exposição) favoreceram a perda de massa fresca, chegando a 9,85% no T5. Estes resultados concordam com BLEINROTH (1992) onde este relata que a perda de água é mais rápida a temperaturas mais altas, mesmo quando as condições de UR são iguais.

Contudo, os valores de perda de massa fresca ao final do período de armazenamento em todos os tratamentos, com exceção das testemunhas, foram maiores do que os observados por KARIKARI *et al.* (1979) e PEA (1980), utilizando-se câmaras de climatização com umidade relativa próxima da saturação, cujos valores se encontravam na faixa de 0,9 e 8,6%.

**Tabela 1:** Condição da banana “prata” no dia inicial do experimento

Cor casca			Textura (N)	SST (°Brix)	pH	AT <sup>1</sup>
L*	C	hue				
59,3	36,0	116,9	45,42	3,6	5,21	0,4

<sup>1</sup> g de ácido málico. 100 g de polpa

**Tabela 2:** Valores médios de perda de peso (%) em banana “Prata”, durante armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento		
	3	6	8
1- (14°C + 0/12/36)	1,43 de	4,56 a	8,39 a
2- (14°C + 0/24/48)	2,41 bc	6,07 a	9,76 a
3- (14°C sem Et)	1,04 e	4,03 a	7,94 a
4- (18°C + 0/12/36)	2,48 b	6,35 a	9,72 a
5- (18°C + 0/12/36)	3,42 a	6,91 a	9,85 a
6- (18°C sem Et)	1,88 cd	5,21 a	7,78 a
CV%	2,11	5,51	8,90

Médias com letras iguais em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5%

Em relação à textura, os resultados da Tabela 3, demonstram a redução gradual nos valores de textura em todos os tratamentos durante o transcorrer do período de armazenamento. Porém é evidenciado que a perda de textura é acentuada durante o processo de climatização das frutas (tempo que estas permaneceram na câmara de climatização). Nota-se que a temperatura de 18°C acentuou a perda de textura, independente do regime do etileno, durante os 2 primeiros dias de análises. Esses resultados concordam com CHITARRA & LAJOLO (1985), quando trabalharam com substâncias pécticas da banana Marmelo, em diferentes temperaturas.

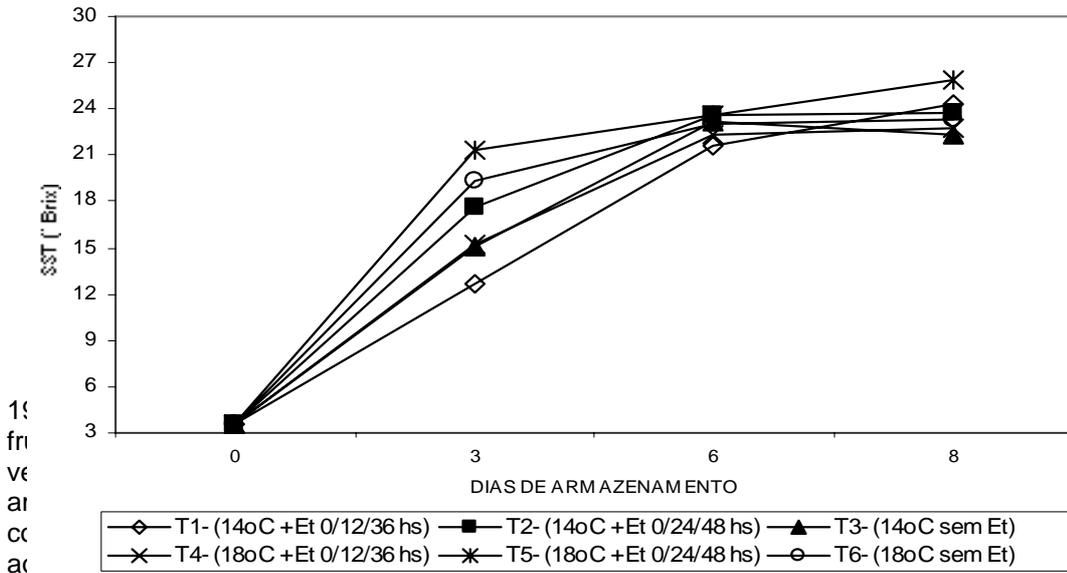
**Tabela 3:** Valores médios de textura (N) em banana “Prata”, durante climatização e armazenamento.

Tratamentos	Dias de Armazenamento			
	0	3	6	8
1- (14°C + 0/12/36)	45,42 a	9,71 a	4,28 ab	4,14 a
2- (14°C + 0/24/48)	45,42 a	4,70 b	4,43 a	4,02 a
3- (14°C sem Et)	45,42 a	6,47 b	4,33 ab	3,97 a
4- (18°C + 0/12/36)	45,42 a	4,81 b	3,95 ab	4,37 a
5- (18°C + 0/12/36)	45,42 a	4,65 b	4,18 ab	3,73 a
6- (18°C sem Et)	45,42 a	4,52 b	3,60 b	3,84 a
CV%	0,00	15,91	6,46	6,81

Médias com letras iguais em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5%

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstram que durante os dias de armazenamento os teores de sólidos solúveis totais aumentaram em todos os tratamentos até atingir um pico máximo, ocorrendo em seguida uma pequena queda nestes teores do Tratamento 3. Esta verificação concorda com DE MARTIM (1990), que relata que de modo geral os sólidos solúveis crescem até o máximo de 27%,

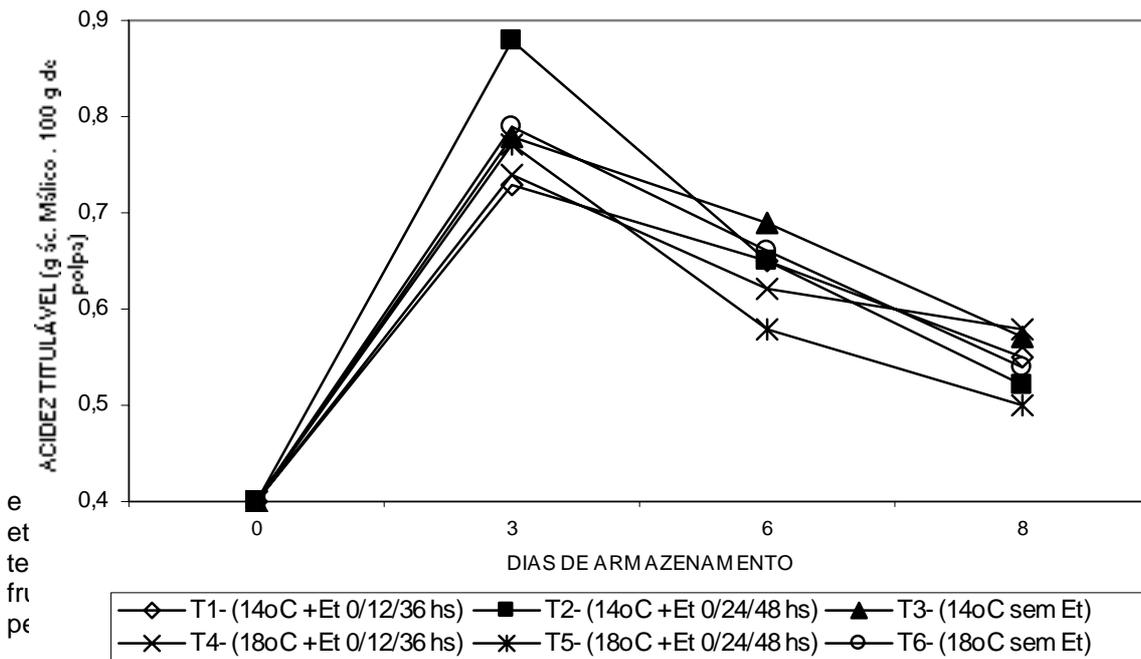
sofrendo uma pequena queda quando a fruta se encontrar muito amadurecida, apresentado pintas pretas. Contudo, observa-se uma elevação mais acentuada dos valores dos sólidos solúveis durante o período em que as frutas permaneceram na câmara de maturação.



mento.

olheita (ULRICH, dominante nesta) ser claramente diferente durante o armazenamento. A principal característica de pH foram

semelhantes em todos os tratamentos, não ocorrendo diferença estatística em todo período de armazenamento.



período do

âmetros L\* 4/48 hs de armazenamento verde das destruída clenciado.

**Tabela 4:** Valores médios de cor de casca (L\* e HUE) em banana "Prata", durante climatização e armazenamento.

Tratamentos	L*				HUE			
	Dias de Armazenamento				Dias de Armazenamento			
	0	3	6	8	0	3	6	8
1- (14°C + 0/12/36)	59,3 a	68,6 b	73,7 a	70,9 a	116,9 a	101,8 a	91,7 a	90,7 a
2- (14°C + 0/24/48)	59,3 a	71,9 ab	72,0 a	70,0 a	116,9 a	93,2 b	90,5 a	89,2 ab
3- (14°C sem Et)	59,3 a	69,7 ab	72,9 a	70,1 a	116,9 a	99,1 a	91,5 a	89,4 ab
4- (18°C + 0/12/36)	59,3 a	71,9 ab	73,3 a	70,9 a	116,9 a	94,3 b	90,6 a	87,2 bc
5- (18°C + 0/24/48)	59,3 a	71,5 ab	71,5 a	71,9 a	116,9 a	92,3 b	90,1 a	85,9 c
6- (18°C sem Et)	59,3 a	72,0 a	71,5 a	70,8 a	116,9 a	94,6 b	90,3 a	89,5 ab

CV%	0,00	1,75	1,31	2,03	0,00	1,06	0,74	1,16
-----	------	------	------	------	------	------	------	------

Médias com letras iguais em cada coluna não diferem entre si ao nível de 5%

## CONCLUSÕES

1. As frutas dos tratamentos 3 e 6 (testemunha) obtiveram os melhores resultados na manutenção da qualidade pós-colheita durante o período de armazenamento, apresentando menor perda de peso, maior textura e manutenção da clorofila. Esta conclusão sugere que, de modo geral, houve pouca influência das diferentes temperaturas de climatização nos tratamentos;
2. A temperatura de 18°C ± 1°C e/ou o regime de aplicação de etileno de 0/24/48 horas (maior tempo de exposição ao etileno), presente no Tratamento 5 desencadearam uma maior aceleração no amadurecimento, favorecendo a perda de massa, amolecimento, degradação de clorofila e maior doçura das frutas durante o armazenamento;
3. As aplicações exógenas de etileno se mostraram não necessárias, já que as frutas dos tratamentos testemunha (T3 e T6) amadureceram com uniformidade, obtendo um comportamento fisiológico semelhante às frutas submetidas a aplicações exógenas de etileno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr, M.E. Fruits ripening, abscission, and postharvest disorders. In: ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT Jr, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2. ed. Boston, 1992. cap. 6, p. 182-221.
- BLEINROTH, E.W. Condições de armazenamento e sua operação. In: Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. Campinas, 1992. Cap. 9. p 93-102.(Manual Técnico).
- BOTELHO, R.V. Efeito do tratamento pós-colheita com cálcio na ocorrência de antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) e no armazenamento de goiabas (*Psidium guajava* L.). Botucatu, 1996. 122p. Dissertação (Mestrado em Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu-SP.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. Análise química de Alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1990. 121p. (Manual Técnico).
- CASTRO, J.V. Maturação controlada de frutas. In: Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais. Campinas, 1992. Cap. 9. p 93-102.(Manual Técnico).
- CHITARRA, A.B.; LAJOLO, F.M. Mudanças fisiológicas e químicas pós-colheita da banana 'Marmelo' em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 20(5): 561-573, Maio, 1985.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo**. Lavras: ESAL/FAEPE, 293p. 1990.
- DE MARTIM, Z.J. et al. Processamento: produtos, características e utilização. In: ITAL. **Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. Campinas, 1990. Cap 3, p. 197-265.
- FAO. **Faostat Database query**. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em 17 jun. 2003.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba: Nobel, 1987.467p.
- HALL, E.G. Technology of banana marketing. **CSIRO Food Preservation Quarterly**, 27(2): 36-42, 1967.
- HANDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington, USDA, 1986. 130 p. (Agriculture Handbook, 66).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Cidades@. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>: Acesso em 18 jun.2003.
- KARIKARI, S.K.; MARRIOTT, J.; HUTCHINS, P. Changes during the respiratory climacteric in ripening plantains fruits. **Sci. Hortic.**, 10:369-96, 1979.
- MASCARENHAS, G.C.C. Banana: Comercialização e mercados. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 196, p. 97-108, jan/fev. 1999.
- MEDLICOTT, A.P. Mango fruit ripening and the effects of maturity, temperature and gases. PhD Thesis. The Polytechnic, Wolverhampton (CNA), Englang, 195p., 1985.
- PALMER, J.K. In: HULME, A.C. **The biochemistry of fruits and their products**. London, Academic Press. 1981.p. 65-105.
- PEA, B.C. Banana ripening: effect of temperature on fruit quality. Queensl. **J. Agr. Anim. Sci.**, 37: 39-45,1980.
- PESQUISA de orçamentos familiares 1995/96: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE. 1997. 247p.
- ROCHA, J.L.V. Fisiologia pós colheita de banana. In: **Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura**, 1, Jaboticabal, SP, 1984. Anais. Jaboticabal. SP, FCAVJ, 1984, pg 353-367.
- SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.
- ULRICH, R. Organic Acids. In: The Biochemistry of fruits and their products (ED. A.C. Hulme). Vol. 1. p. 89-118, 1970.

