

# ACÇÃO DO 1-METILCICLOPROPENO (1-MCP) NA VIDA DE PRATELEIRA DA BANANA ‘MAÇÃ’<sup>1</sup>

ANA CARLA MARQUES PINHEIRO<sup>2</sup>, EDUARDO VALÉRIO DE BARROS VILAS BOAS<sup>3</sup>,  
CAROLINE TEIXEIRA MESQUITA<sup>4</sup>

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito do 1-metilciclopropeno (1-MCP), em diferentes concentrações, sobre a vida pós-colheita e sob as variáveis associadas aos atributos de qualidade de banana ‘Maçã’. Frutos verde-maturos foram submetidos a cinco concentrações de 1-MCP (0; 50; 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$ ), por 12 horas, e foram analisados durante o amadurecimento sob condição ambiente ( $20\pm 1^\circ\text{C}$  e  $80\pm 5\%$  UR). O tratamento com 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP atrasou o início do amadurecimento das bananas em aproximadamente 8 dias, baseando-se nas primeiras mudanças de coloração da casca, enquanto os tratamentos 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  atrasaram-no em aproximadamente 10 dias. Observou-se, durante o amadurecimento, o amaciamento dos frutos, associado à conversão de amido em açúcares e ao aumento na solubilização pectica e na atividade da pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG). A aplicação de 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP é a mais adequada por promover a extensão da vida de prateleira de bananas ‘Maçã’, preservando sua qualidade com base nas análises de açúcares solúveis totais, pectinas total e solúvel, firmeza e aparência externa ao final do armazenamento.

**Termos para Indexação:** pós-colheita, *Musa* sp., 1-metilciclopropeno, qualidade, amadurecimento

## ACTION OF 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) ON SHELF LIFE OF ‘APPLE’ BANANA

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the influence of the 1-MCP, at different concentrations, on quality and shelf life of ‘Apple’ banana. Green mature fruits were submitted to five concentrations of 1-MCP (0, 50, 100, 150 and 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$ , for 12 hours) and analyzed during the ripening at room temperature ( $20^\circ\text{C} \pm 1$  and  $80\% \pm 5$  RH). The 1-MCP at 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  delayed, in 8 days, the beginning of the ripening, based in the first changes of peel color, whereas 100, 150 and 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  treatments delayed the beginning of the ripening in 10 days, in comparison to the control. The softening of the fruits, associated to the conversion of starch in sugar and the increasing in the pectic solubilization and activity of pectinmethylsterase and polygalacturonase, was observed during the ripening. The application of 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  of 1-MCP is the most proper for promoting the extension of shelf life of ‘Apple’ banana, keeping its quality based on total soluble sugar, total and soluble pectins, firmness analysis and external appearance in the end of storage.

**Index Terms:** postharvest, *Musa* sp., 1-methylcyclopropene, quality, ripening

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de banana, sendo superado pela Índia (FAO, 2004). Dentre as cultivares exploradas, a bananeira ‘Maçã’ (grupo AAB) salienta-se pelas ótimas características sensoriais de seus frutos e pela excelente aceitação destes no mercado consumidor, principalmente em Minas Gerais. A banana é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível. O etileno é um hormônio vegetal de estrutura simples que está envolvido em inúmeros processos, desde a germinação de sementes até o amadurecimento e senescência de frutos (Watkins, 2002). Este hidrocarboneto gasoso pode difundir-se dentro e fora dos tecidos vegetais, podendo afetar a qualidade de produtos hortícolas, como cor, textura e *flavor*. Tais efeitos podem ser benéficos, como, por exemplo, em centrais de distribuição na uniformização de amadurecimento de vários produtos, ou deletérios, durante o armazenamento e transporte de frutos e hortaliças. O 1-metilciclopropeno (1-MCP) é uma nova ferramenta que tem sido utilizada na extensão da vida pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos vegetais (Blankenship & Dole, 2003; Botrel et al., 2002; Harris et al., 2000; Golding et al., 1998). Em condições normais, o etileno liga-se a moléculas receptoras, provavelmente proteínas de membrana, de onde surgem respostas associadas ao amadurecimento. O 1-MCP liga-se a estes sítios receptores, inibindo a ação do etileno, retardando o processo de amadurecimento, já que novos sítios receptores são sintetizados, retornando a sensibilidade ao etileno. Liberado para utilização em produtos comestíveis em vários países, incluindo o Brasil, o 1-MCP é um produto promissor para utilização na pós-colheita de produtos vegetais. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do 1-MCP em diferentes concentrações sobre a vida pós-colheita e sob as variáveis associadas aos atributos de qualidade de banana ‘Maçã’.

## MATERIAL E MÉTODOS

Frutos da bananeira cv. Maçã foram adquiridos em uma lavoura localizada no município de Lavras-MG, no estágio 2 de coloração da casca (verde-maturo). Foram transportados para o Laboratório de Bioquímica de Frutos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras um dia após colhidos. Foram utilizadas 5 concentrações do produto 1-metilciclopropeno (1-MCP) na formulação pó, com 0,14% de ingrediente ativo: 0 (controle); 50; 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$ . A aplicação foi realizada em caixas de isopor herméticas com volume de 100 litros, nas quais os frutos permaneceram por 12 horas. Os frutos, após aplicação, foram armazenados sob condição ambiente (temperatura média  $20\pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa  $80\pm 5\%$ ) e avaliados à medida que atingiam os graus 3; 5 e 7 de coloração da casca, sendo o grau 3 definido como frutos com coloração da casca 50% verde e 50% amarela; grau 5, frutos com coloração amarela e extremidades ainda verdes, e grau 7, completamente amarelos com manchas marrons. O experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 15 tratamentos, ou seja, três graus de coloração da casca e cinco concentrações de 1-MCP, com 3 repetições. As parcelas foram constituídas de 3 buquês com 4 frutos. As análises estatísticas foram realizadas por meio do Teste de Tukey, a 5%. Foram realizadas as seguintes análises:

**Vida de prateleira:** observando-se o número de dias gastos para a ocorrência das primeiras mudanças visíveis, de verde para amarelo, na casca, e desenvolvimento dos respectivos graus de coloração da casca dos frutos (grau 3; 5 e 7)

**Amido:** doseado segundo o método de Somogy, adaptado por Nelson (1944). A determinação foi feita a 620nm e os resultados expressos em g de glicose por 100g de polpa fresca.

**Açúcares solúveis totais (AST):** extraídos com álcool etílico e

<sup>1</sup> (Trabalho 100/2004). Recebido: 04/08/2004. Aceito para publicação: 09/03/2005.

<sup>2</sup> Doutoranda em Ciência dos Alimentos/ Universidade Federal de Lavras-MG. ana.carla@posgrad.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Lavras evbvboas@ufla.br

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma.

**TABELA 1** - Média do número de dias gastos para a ocorrência das primeiras mudanças de coloração da casca e desenvolvimento dos respectivos graus de coloração da casca em bananas 'Maçã', submetidas a tratamento com 1-metilciclopropeno (1-MCP) em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	PRIMEIRAS MUDANÇAS DE COLORAÇÃO DA CASCA (DIA)	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA					
		G3		G5		G7	
		Nº DE DIAS					
<b>0 (controle)</b>	6,75 2,99	7,6 2,94	9,15 3,77	13,44 3,88			
<b>50</b>	15,02 1,8	16,93 2,11	18,67 1,76	22,63 1,56			
<b>100</b>	17,03 2,85	20,53 2,57	23,95 2,87	29,18 2,32			
<b>150</b>	17,27 2,96	20,64 2,77	24,22 3,54	29,78 1,68			
<b>200</b>	16,81 2,86	20,03 2,68	24,18 2,91	29,88 1,96			

Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

determinados pelo método da antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos em gramas de glicose por 100 g de polpa.

**Firmeza da polpa:** medida após a retirada da casca, com penetrômetro Mc-Cormick, com ponta de diâmetro 8mm. Os resultados foram expressos em N.

**Pectinas total (PT) e solúvel (PS):** foram extraídas segundo a técnica descrita por McCready & McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter & Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

**Atividade da pectinametilesterase:** a extração da pectinametilesterase (PME) foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978), e o doseamento foi realizado segundo Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1  $\mu\text{mol}$  de NaOH por grama de polpa fresca.min.

**Atividade da poligalacturonase:** a extração da poligalacturonase (PG) foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978), e o doseamento foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em  $\mu\text{mol}$  de açúcar redutor por grama de polpa fresca.min.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP atrasou, visualmente, o início do amadurecimento em aproximadamente 8 dias, baseando-se nas primeiras mudanças de coloração da casca, enquanto os demais tratamentos (100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP) atrasaram este início em aproximadamente 10 dias, em comparação ao controle (Tabela 1). Após ocorridas as primeiras mudanças na coloração da casca, a diferença entre o tempo necessário para que os frutos submetidos a 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP e para que os frutos-controle atingissem os graus 3; 5 e 7 de coloração da casca, permaneceu constante, em torno de 9 dias. A diferença entre os submetidos aos demais tratamentos e os do controle aumentou ao longo do amadurecimento, atingindo 13; 15 e 16 dias, nos graus 3; 5 e 7 de coloração da casca, respectivamente. Observando-se esses resultados, nota-se que os tratamentos com 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  atrasaram não só o início como todo o processo de amadurecimento dos frutos, enquanto o tratamento 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  atrasou somente o início do amadurecimento. Botrel et al. (2002), trabalhando com bananas da cultivar Prata-Anã, submetidas ao 1-MCP e armazenadas a  $24^\circ\text{C}$  e 78,5% UR, detectaram também a eficiência do produto no retardo do amadurecimento.

Notou-se, ao longo do amadurecimento, amarelecimento desuniforme da casca dos frutos submetidos a 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  (dados não mostrados) e uma aparência comprometida destes ao final do armazenamento.

Observou-se, durante o amadurecimento, a despeito da aplicação de 1-MCP, o amaciamento dos frutos, associado à conversão de amido em açúcares e ao aumento na solubilização pectínica e na atividade das enzimas pectínicas, PME e PG.

Os frutos sob efeito do 1-MCP, nos graus 5 e 7 de coloração da casca, apresentaram firmeza da polpa igual à dos frutos-controle, o que sugere o benéfico efeito do inibidor da ação do etileno na prevenção do amaciamento da polpa da banana 'Maçã' durante seu armazenamento, considerando-se sua maior vida de prateleira (Tabela 2). Acredita-se que o 1-MCP, ligando-se ao sítio receptor do etileno, retarde a ativação de enzimas associadas ao amaciamento.

**TABELA 2** - Firmeza (N) da polpa de bananas 'Maçã', submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA		
	G3	G5	G7
	Firmeza (N)		
<b>0 (controle)</b>	17,3c	10,76a	5,92a
<b>50</b>	14,50bc	9,39a	6,58a
<b>100</b>	13,03ab	10,63a	6,85a
<b>150</b>	12,99ab	10,36a	8,05a
<b>200</b>	10,99a	10,01a	7,70a

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

**TABELA 3** - Teores de amido (g glicose . 100g<sup>-1</sup>) e açúcares solúveis totais (g glicose . 100g<sup>-1</sup>) em bananas 'Maçã', submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA		
	G3	G5	G7
	Amido (g glicose . 100g <sup>-1</sup> )		
<b>0 (controle)</b>	18,36c	9,94c	3,24a
<b>50</b>	16,00b	7,27b	3,43a
<b>100</b>	17,37c	5,39a	3,20a
<b>150</b>	14,99b	6,25ab	4,52b
<b>200</b>	13,84a	5,82a	3,32a
	Açúcares Solúveis Totais (g glicose . 100g <sup>-1</sup> )		
<b>0 (controle)</b>	7,82a	11,20a	19,22b
<b>50</b>	9,53ab	13,36ab	18,62ab
<b>100</b>	11,22b	14,44bc	17,22ab
<b>150</b>	11,15b	15,86c	16,79a
<b>200</b>	9,99ab	14,45bc	16,57a

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

Uma das mais flagrantes modificações durante o amadurecimento de bananas é a hidrólise do amido, que culmina com o acúmulo de açúcares e adoçamento da polpa (Vilas Boas et al., 2001). Observaram-se maiores teores de amido nos frutos-controle, quando comparados aos frutos submetidos ao 1-MCP, nos graus 3 e 5 e, no grau 7, notaram-se valores semelhantes entre o controle e os tratados com 1-MCP, com exceção do 150  $\eta\text{L.L}^{-1}$ . Com relação aos açúcares solúveis totais (AST), observaram-se menores teores no controle e no 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP, nos graus 3 e 5 e uma pequena variação nos ASTs, entre o controle e os demais tratamentos, no grau 7. Golding et al. (1998), trabalhando com bananas cv. Willians, também encontraram concentrações similares de AST, no grau 7, de coloração da casca, entre os frutos tratados com 45  $\mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP e os frutos-controle.

Verificou-se uma ascensão nos níveis de pectina solúvel (PS) com o avanço da maturação dos frutos, como já dito anteriormente (Tabela 4). O incremento no teor de PS observado durante o amadurecimento da banana 'Maçã' é condizente com os trabalhos de Kojima et al. (1994) e Vilas Boas et al. (1996), com outras cultivares. Pode-se fazer um paralelo entre este incremento nos teores de PS e a perda de firmeza da polpa durante o amadurecimento, já que o amaciamento está associado com a despolimerização de polissacarídeos pécticos, entre outros fatores. Kojima et al. (1994) também apresentam como causa principal do processo de amaciamento da polpa de banana, a degradação coordenada de polissacarídeos pécticos, hemicelulósicos e de amido. Os frutos-controle, seguidos dos submetidos a 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$ , em média, apresentaram menor solubilização de substâncias pécticas, quando comparados aos tratados com 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  (Tabela 4). Ao final do armazenamento (grau 7), notou-se pequena variação no teor de PS entre os frutos tratados com 1-MCP e o controle. Observou-se uma tendência de queda nos teores de pectina total (PT) nas concentrações 100 e 150  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP durante o amadurecimento e de estabilidade nos demais tratamentos. Notou-se diferença na concentração de PT somente entre o 100  $\eta\text{L.L}^{-1}$  e o controle, no grau 3 e, nos graus 5 e 7, não se observaram diferenças entre o controle e os submetidos ao 1-MCP (Tabela 5). Foram observados menores valores para a atividade da pectinametilesterase (PME) nos frutos tratados com 1-MCP, no grau 7 de coloração da casca. Nenhuma diferença foi observada no grau 3 e, no grau 5, o tratamento 100  $\eta\text{L.L}^{-1}$  determinou a maior atividade da enzima (Tabela 6). Notou-se, em média, maior atividade da poligalacturonase (PG) nos frutos tratados com 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  de 1-MCP, seguido do tratamento com 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$ . Estes resultados podem ser associados aos observados na PS, pois a PG é a enzima responsável pela despolimerização de substâncias pécticas, originando monômeros de ácidos galacturônicos, denominados fração solúvel das substâncias pécticas.

Sugere-se que as diferenças, nas variáveis analisadas, nos graus 3; 5 e 7 de coloração da casca, principalmente entre os frutos submetidos a 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  e o controle sejam devidas ao desverdecimento desuniforme, que dificultou a observação visual dos respectivos graus de coloração (graus 3; 5 e 7).

**TABELA 4** - Pectina solúvel (mg ácido galacturônico.100g<sup>-1</sup> polpa) em bananas 'Maçã', submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente (20±1°C e 80±5% UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA		
	G3	G5	G7
0 (controle)	161,46a	239,38a	326,53a
50	190,46ab	293,9b	315,22a
100	213,69bc	327,8b	330,25a
150	262,27cd	284,99ab	358,43ab
200	266,47d	323,96b	386,68b

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey (p > 0,05). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

**TABELA 5** - Pectina total (mg ácido galacturônico.100g<sup>-1</sup>) em bananas 'Maçã,' submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente (20±1°C e 80±5% UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA		
	G3	G5	G7
0 (controle)	490,54ab	464,46ab	424,74a
50	497,27ab	528,43b	426,21a
100	513,21b	385,58a	385,72a
150	500,66ab	406,64a	419,13a
200	409,53a	433,52ab	440,07a

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey (p > 0,05). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

**TABELA 6** - Atividade da pectinametilesterase ( $\eta\text{mol NaOH. g}^{-1}$  de polpa fresca . min<sup>-1</sup>) em bananas 'Maçã', submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob condição ambiente (20±1°C e 80±5% UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA		
	G3	G5	G7
	PME ( mol . g <sup>-1</sup> . min <sup>-1</sup> )		
0 (controle)	0,00a	433,33a	1.366,67d
50	66,67a	483,33ab	966,67c
100	166,67a	650,00b	966,67c
150	66,67a	336,66a	533,33a
200	33,33a	350,00a	733,33b

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey (p > 0,05). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

**TABELA 7** - Atividade da poligalacturonase ( $\eta\text{mol açúcar redutor . g}^{-1}$  de polpa fresca . min<sup>-1</sup>) em bananas 'Maçã', submetidas a tratamentos com 1-MCP em diferentes concentrações, por 12 horas, e armazenadas sob temperatura ambiente (20±1°C e 80±5% UR).

1-MCP ( L.L <sup>-1</sup> )	GRAUS DE COLORAÇÃO DA CASCA			Médias
	G3	G5	G7	
	PG ( mol . g <sup>-1</sup> . min <sup>-1</sup> )			
0 (controle)	11,54ns	16,66ns	73,29ns	33,83a
50	17,24ns	24,08ns	78,58ns	39,96b
100	25,46ns	27,61ns	86,97ns	46,68c
150	24,64ns	25,06ns	89,73ns	46,48c
200	19,96ns	22,98ns	84,22ns	42,39bc
Médias	19,77a	23,28b	82,56c	

Médias seguidas de, pelo menos, uma mesma letra, na coluna, são iguais entre si, pelo teste de Tukey (p > 0,05). Graus de coloração da casca: G3- 50% verde e 50% amarela; G5- coloração amarela com extremidades ainda verdes; G7- completamente amarelas com manchas marrons.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Fapemig.

#### CONCLUSÕES

1. O 1-MCP a 50  $\eta\text{L.L}^{-1}$  atrasa o início do amadurecimento de bananas 'Maçã', armazenadas sob condição ambiente (20±1°C e 80±5% UR), baseando-se nas primeiras mudanças visíveis de coloração de verde

para amarela, em aproximadamente 8 dias, enquanto as concentrações 100; 150 e 200  $\eta\text{L.L}^{-1}$  atrasam em aproximadamente 10 dias.

2. A aplicação de 1-MCP é a mais adequada, por promover a extensão da vida pós-colheita de bananas 'Maçã', preservando sua qualidade, com base nas análises de açúcares solúveis totais, pectinas total e solúvel, firmeza e aparência externa ao final do armazenamento.

#### REFERÊNCIAS

- BITTER, T. MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1962.
- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, apr. 2003.
- BOTREL, N.; FREIRE, M. J.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G. Inibição do amadurecimento de banana 'Prata-Anã' com a aplicação do 1-Metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 53-56, abr. 2002.
- BUESCHER, R. W.; FURMANSKI, R. J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, jan./feb. 1978.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. p. 477-512.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 10 fev. 2004.
- GOLDING, J. B.; SHEARER, D.; WYLLIE, S. G., McGLASSON, W. B. Application of 1-MCP and propylene to identify ethylene-dependent ripening processes in mature banana fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 87-98, sept. 1998.
- HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, L. J.; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of bananas. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 303-308, nov. 2000.
- HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, may/june 1966.
- KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURAIISHI, S. Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 90, n. 4, p. 772-778, 1994.
- MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v. 40, n. 3, p. 769-774, 1975.
- McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, dec. 1952.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 135, p. 135-375, 1944.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Washington, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, dec. 1969.
- VILAS BOAS, E. V. B. **Modificações pós-colheita de bananas 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* Grupo AAB)  $\gamma$ -irradiada**. 1995. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 1995.
- VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B. **Características da fruta: banana pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 2001. p. 15-19. (Série Frutas do Brasil, 16).
- VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Modificações pós-colheita de bananas 'Prata'  $\gamma$ -irradiada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, 1996.
- WATKINS, C. B. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Columbus, Ohio: CRC Press, 2002. 279p.