

MUDANÇAS FISIOLÓGICAS E QUÍMICAS EM BANANAS ‘NANICA’ E ‘PACOVAN’ TRATADAS COM CARBURETO DE CÁLCIO¹

DIJAUMA HONÓRIO NOGUEIRA², WALTER ESFRAIN PEREIRA³,
SILVANDA DE MELO SILVA³, RAUNIRA DA COSTA ARAÚJO⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar mudanças fisiológicas e químicas em bananas ‘Nanica’ e ‘Pacovan’ tratadas com elevadas doses de carbureto de cálcio (CaC_2), para geração de acetileno. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação II (verdes com leves traços amarelos). As pencas foram acondicionadas em caixas de madeira (50 x 50 x 40 cm), revestidas internamente com papel alumínio, hermeticamente fechadas e tratadas com quatro doses de CaC_2 (0; 15; 30 e 45 g.m^{-3}) e (0; 7; 15 e 30 g.m^{-3}) para ‘Nanica’ e ‘Pacovan’, respectivamente. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 6 (4 doses e 6 períodos de avaliação), com três repetições. As características avaliadas foram: atividade respiratória, conteúdos de amido, açúcares redutores (AR) e clorofila total, e evolução da coloração do fruto (escala de 1-7). O acetileno liberado do CaC_2 resultou em aumento da taxa respiratória, degradação do amido e elevação dos teores de AR, degradação da clorofila e intensificação da coloração amarela, uniformizando o amadurecimento, sobretudo para a cultivar Pacovan.

Termos para indexação: Climatização, acetileno, controle do amadurecimento, *Musa* spp.

PHYSIOLOGICAL AND CHEMICAL CHANGES IN ‘NANICA’ AND ‘PACOVAN’ BANANAS TREATED WITH CALCIUM CARBIDE

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate physiological changes in ‘Nanica’ and ‘Pacovan’ bananas treated with high doses of calcium carbide (CaC_2) as a generator of acetylene. Fruits were harvested in the maturity stage II (green fruit with light yellow stains). Hands were placed into wood boxes (50 x 50 x 40 cm) internally covered with foil paper, hermetically closed, and treated with 4 doses of calcium carbide (0, 15, 30 and 45 g. m^{-3}) and (0, 7, 15 and 30 g. m^{-3}) for ‘Nanica’ and ‘Pacovan’, respectively. It was utilized a completely randomized experimental design, 4 x 6 factorial scheme (4 doses and 6 evaluation periods). The characteristics evaluated were: respiratory activity, starch and reducing sugars (RS), total chlorophyll, and color evolution (1-7 scale). The acetylene released from CaC_2 resulted in an increase of respiratory rate, starch degradation and RS increase, chlorophyll degradation and yellow color intensification, and uniform ripening, mainly for Pacovan cultivar.

Index Terms: Fruit climatization, acetylene, ripening control, *Musa* spp.

INTRODUÇÃO

Bananas ‘Nanica’ e ‘Pacovan’ são as mais consumidas no Estado da Paraíba, cuja produção é oriunda de pequenos produtores. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), para suprir as demandas do mercado consumidor e obter a máxima vida útil, os frutos devem ser colhidos a partir da maturidade fisiológica. Assim, o amadurecimento de um fruto climatérico pode ocorrer de forma natural ou induzida através da climatização (Cancian e Carvalho, 1980). A climatização proporciona amadurecimento mais uniforme, facilitando programar a comercialização e a industrialização da banana (Seymour et al., 1993). No Brejo Paraibano, com a introdução de câmaras de maturação pelos produtores de médio porte, os atacadistas têm adquirido banana com maturação induzida. Os pequenos produtores do Brejo Paraibano, que comercializam o excedente da produção nas feiras livres, como parte de um processo de integração vertical, vêm também adaptando câmaras de maturação, em geral em suas próprias residências (EMEPA, 2006). Em decorrência do pequeno

volume de bananas resultante da pequena produção, é necessário que seja desenvolvido método simples e eficiente que permita ao pequeno produtor ou pequeno comerciante escalar o amadurecimento do fruto, conforme a demanda do mercado consumidor local.

A climatização de banana tem sido realizada no Brejo Paraibano através da aplicação do acetileno, uma vez que esse gás pode ser obtido a custo acessível através da reação de carbureto de cálcio (CaC_2) com água (Marriot, 1980) ou mesmo deixando-o reagir com o vapor de água liberado pelas frutas (Reid, 1992) e/ou com a umidade do ar atmosférico (Loesecke, 1950). Para se obter uma concentração de 0,1% de acetileno, são necessários reagir 2,66 gramas de CaC_2 com o dobro de água, para ocorrer a liberação de gás suficiente para induzir a maturação em frutas por metro cúbico de câmara totalmente vedada (Moreira, 1987). A dose a ser utilizada está diretamente relacionada à área da câmara de maturação, à cultivar, ao volume de fruto e ao limite de segurança de acúmulo de gases para minimizar o perigo de explosão (Marriot, 1980). No entanto, esses

¹ (Trabalho 06-06). Recebido em 11-01-2006. Aceito para publicação em: 22-06-2007. Parte da Dissertação do primeiro autor.

² M.Sc, Doutorando do Prog. Pós-Graduação em Agronomia, CCA/UFPB, Caixa Postal 04, Areia/PB. dijaumah@yahoo.com.br;

³ Prof. Dr. DCFS/CCA/UFPB, Caixa Postal 04, 58.397-000, Areia/PB, wep@cca.ufpb.br e silvasil@cca.ufpb.br

⁴ Prof. Dr. DAP/CFT/UFPB, 58.220-000, Bananeiras-PB. raunira@cft.ufpb.br

produtores, por não terem acesso a um protocolo básico para climatização, adicionam quantidades extremamente elevadas de CaC_2 , que, além de aumentar o custo de produção e o perigo de explosões (Moreira, 1987), resultam na obtenção de frutos de curta vida útil pós-colheita (Reid, 1992), elevando as perdas e limitando a comercialização da banana produzida na região.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças fisiológicas e químicas durante o armazenamento de bananas 'Nanica' e 'Pacovan' tratadas com doses elevadas de carbureto de cálcio, que proporciona a liberação de elevadas concentrações de acetileno, como base para estabelecer um protocolo de climatização para pequenos e médios produtores de banana do Brejo Paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do CCA/UFPB, em Areia-PB. Cachos de banana das cultivares Nanica (contendo 12 pencas, em média) e Pacovan (10 pencas, em média) foram colhidos nas primeiras horas da manhã em plantio comercial localizado na Granja São José, município de Areia-PB, microrregião do Brejo Paraibano. No Laboratório, pencas contendo mais de 10 frutos separadas da porção central de cada cacho, correspondente à classe 18 para a 'Nanica' e de primeira classe para a 'Pacovan', foram selecionadas no estágio II de maturação (frutos de cor verde com leves traços amarelos), de acordo com a escala de coloração do Brasil (2000). Para o experimento, pencas cuja classificação dos frutos correspondia à categoria extra, foram lavadas com detergente e imersas por 15 minutos em solução de 100 ppm de cloro livre e secas ao ar.

Para a climatização, as pencas foram acondicionadas em câmaras de madeira de 50 x 50 x 40 cm, revestidas internamente com papel alumínio e hermeticamente vedadas com silicone e vaselina. Para definir a faixa de aplicação de CaC_2 para as cultivares avaliadas, foi realizado um pré-experimento, tomando-se como base as doses médias aplicadas pelos pequenos produtores locais, que corresponderam a 45 e 30 g.m^{-3} para 'Nanica' e 'Pacovan', respectivamente. Instalou-se o experimento num delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 6, sendo quatro doses de CaC_2 por m^3 de câmara (0; 15; 30 e 45 g.m^{-3}) para 'Nanica' e (0; 7; 15 e 30 g.m^{-3}) para 'Pacovan', com seis períodos de avaliação (0; 2; 4; 6; 8 e 10 dias). O CaC_2 foi aplicado na forma de sachês, reproduzindo o procedimento utilizado pelos produtores, cujas doses foram distribuídas nos quatro cantos das caixas, contendo em média 150 frutos, por um período de indução de 12 horas. Em seguida, os frutos foram armazenados em bandejas de poliestireno expandido, durante 10 dias, sob condição ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $72 \pm 2\%$ UR) e avaliados em três repetições quanto a: **Atividade respiratória:** produção de CO_2 ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$), determinada em triplicata, usando-se $\cong 1.100$ g/repetição para frutos da cultivar Nanica, e $\cong 1.300$ g/repetição para frutos da cultivar Pacovan. Para a determinação da taxa respiratória, as bananas foram colocadas em recipientes de vidro de 4,8 L, hermeticamente fechados com silicone e ventilados com suprimento de ar desumidificado e isento de CO_2 , numa

vazão de $10 \text{ mL}.\text{min}^{-1}$. A taxa respiratória começou a ser medida aproximadamente 2 horas após a climatização dos frutos ($\cong 16$ horas após a colheita), durante 180 horas. A cada hora, o circuito de ar era fechado e o CO_2 emanado era coletado em hidróxido de potássio a 0,1 M, que foi titulado com ácido clorídrico a 0,1 M (Oliveira Neto, 2002). Os cálculos da taxa respiratória foram realizados em bases estequiométricas. **Amido e Açúcares Redutores ($\text{g glicose}.\text{100 g}^{-1}$ PF da polpa):** determinados de acordo com metodologia em Instituto Adolfo Lutz (1985). **Clorofila total ($\text{mg}.\text{100 g}^{-1}$ PF da casca):** foram utilizados 0,5 g de casca, triturado com 5 mL de acetona a 80% e 1 g de carbonato de cálcio, deixando extrair por 24 h no escuro, a 4°C , de acordo com Arnon (1985). **Avaliações subjetivas da coloração do fruto:** realizadas visualmente por doze avaliadores não-treinados, de acordo com a escala descritiva de maturação variando de 1 a 7, baseada na coloração da casca (1= totalmente verde; 2= verde com traços amarelos; 3= mais verde que amarela; 4= mais amarela que verde; 5= amarela com a ponta verde; 6= toda amarela (banana com excelente qualidade de cor e consumo); 7= amarela com leves manchas marrons), conforme Oliveira Neto (2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão, em até 10% de significância, pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atividade respiratória. A aplicação de análogos do etileno ou substâncias que induzem a síntese de etileno atua desencadeando o processo de amadurecimento dos frutos (Kays et al., 1997; Reid, 1992). Para bananas 'Nanica' e 'Pacovan', o tempo de surgimento e a intensidade do pico respiratório foi dependente do tratamento com carbureto de cálcio, que, para cada 2,66 g de CaC_2 com o dobro de água, libera 0,1% de acetileno por metro cúbico de câmara totalmente vedada (Moreira, 1987). A cultivar Pacovan (Figura 1) apresentou taxa respiratória máxima após 18 horas, quando foram utilizados 30 g.m^{-3} de CaC_2 (correspondente a $\cong 1,13\%$ de acetileno), após 28 horas para 15 g.m^{-3} ($\cong 0,56\%$ de acetileno), após 38 horas para 7,5 g.m^{-3} de CaC_2 ($\cong 0,28\%$ de acetileno) e após 58 horas para o controle (0 g.m^{-3} de CaC_2). Para a cultivar Nanica (Figura 1), o pico respiratório ocorreu após 25 horas para a dose de 15 g.m^{-3} de CaC_2 , após 27 horas para 30 g.m^{-3} , após 39 horas para 45 g.m^{-3} ($\cong 1,69\%$ de acetileno) e após 104 horas para o tratamento-controle (0 g.m^{-3} de CaC_2). A máxima taxa respiratória dos frutos ocorreu na dose de 30 g.m^{-3} de CaC_2 , após 27 horas, para a cultivar Nanica, e após 18 horas, para a 'Pacovan', indicando sua maior sensibilidade ao acetileno. Após atingir o climatério, a produção de CO_2 pelos frutos declinou, provavelmente devido ao decréscimo de substratos usados na respiração, para a produção da energia necessária aos processos moleculares e fisiológicos do amadurecimento (Kays, 1997). Segundo Seymour et al. (1993), a fosfofrutoquinase, principal ponto de controle da via glicolítica, intensifica sua atividade como resultado do aumento da taxa respiratória, auxiliando o fruto a produzir energia na forma de ATP a partir da degradação do amido e da oxidação das hexoses resultantes.

= **Amido.** O conteúdo de amido diminuiu durante o armazenamento e com o aumento das doses de CaC_2 . Para a cultivar Nanica (Figura 2A), esse decréscimo aconteceu tanto na dose de 45 g.m^{-3} como no controle, alcançando valores mínimos de amido aos 10 dias para frutos tratados com 45 g.m^{-3} de CaC_2 . Para a ‘Pacovan’ (Figura 2B), houve decréscimo no teor de amido, no tratamento-controle. No entanto, para esta cultivar, valores mínimos de amido foram atingidos aos 10 dias, com a dose em torno de 15 g.m^{-3} (Figura 2B). Em bananas, o total de carboidratos decresce durante o amadurecimento pós-colheita, possivelmente pelo consumo no processo respiratório (Palmer, 1971). A banana tem como principal fonte de energia o amido. Em bananas verdes, cerca de 20 a 25 % da composição da polpa é amido, que, durante o amadurecimento, é hidrolisado (Dominguez e Vendrell, 1993), sendo convertido em açúcares solúveis durante o climatério (Kays, 1997). Dessa forma, o conteúdo total de amido pode ser reduzido a menos de 1% no fruto maduro, dependendo da cultivar (Lizada et al., 1990), similar ao observado para banana ‘Pacovan’ neste trabalho.

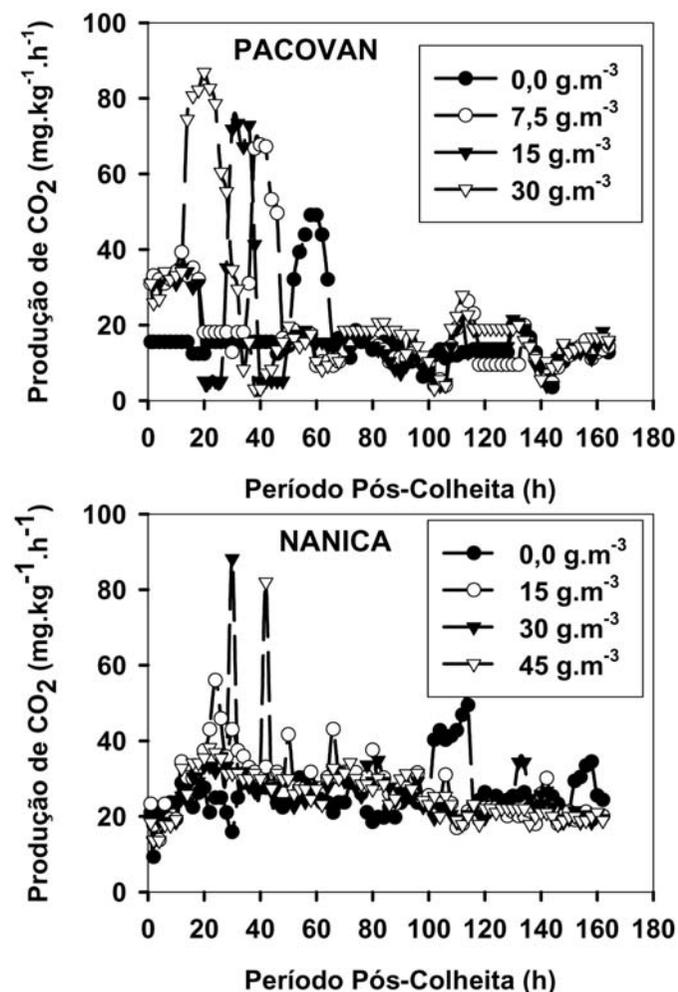


FIGURA 1 - Produção de CO_2 ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$) por bananas ‘Pacovan’ e ‘Nanica’, colhidas no estágio de maturação II (Verdes e com leves traços amarelos), e tratadas com diferentes doses (g.m^{-3}) de CaC_2 , por 12 horas, e armazenadas sob condições ambientes ($25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 72% UR), (Areia-PB, 2004).

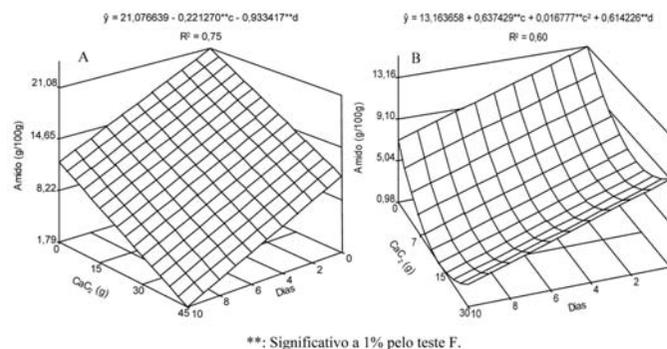


FIGURA 2 - Teor de amido em bananas ‘Nanica’ (A) e ‘Pacovan’ (B) tratadas com diferentes doses de CaC_2 , por 12 horas, no estágio de maturação II (verdes e com leves traços amarelos), e armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 72% UR (Areia-PB, 2004).

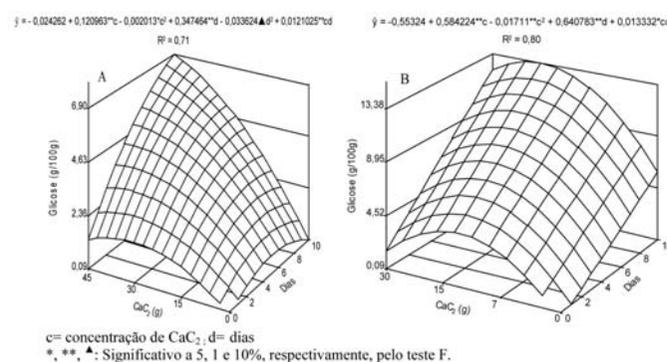


FIGURA 3 - Teor de açúcares redutores (g de glicose. 100g^{-1} de polpa) em bananas ‘Nanica’ (A) e ‘Pacovan’ (B) tratadas com diferentes doses de CaC_2 , por 12 horas, no estágio de maturação II (verdes e com leves traços amarelos), e armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 72% UR (Areia-PB, 2004).

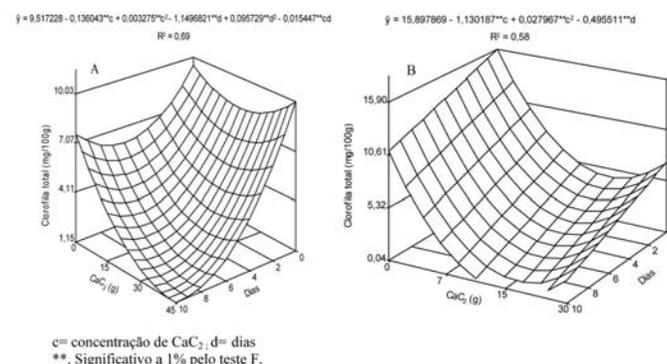


FIGURA 4 - Clorofila total da casca em bananas ‘Nanica’ (A) e ‘Pacovan’ (B) tratadas com diferentes doses de CaC_2 , por 12 horas, no estágio de maturação II (verdes e com leves traços amarelos), e armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e 72% UR (Areia-PB, 2004).

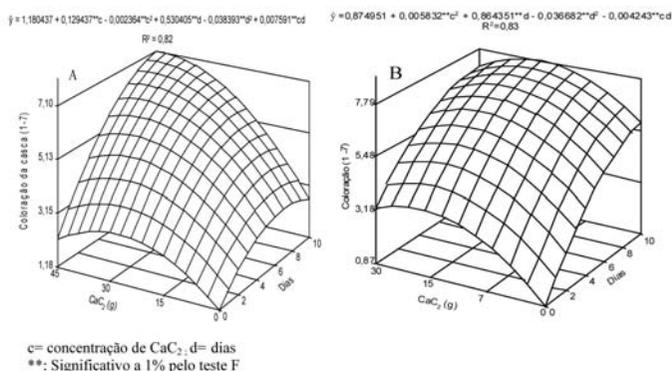


FIGURA 5 - Evolução de cor da casca (1-7) em bananas 'Nanica' (A) e 'Pacovan' (B) tratadas com diferentes doses de CaC₂, por 12 horas, no estágio de maturação II (verdes e com leves traços amarelos), e armazenadas a 25 ± 2°C e 72% UR (Areia-PB, 2004).

Açúcares Redutores (AR). O teor de AR aumentou com o armazenamento e com as concentrações de CaC₂, sendo os valores máximos atingidos com 23 g.m⁻³ de CaC₂ ('Nanica') e com 17 g.m⁻³ de CaC₂ ('Pacovan'). No tratamento-controle, foram obtidos valores superiores de AR do que nos frutos tratados com CaC₂. Quando o amadurecimento foi atingido, observou-se maior decréscimo nos teores de AR na 'Pacovan', em ambos os tratamentos, com relação à 'Nanica'. A elevação dos teores de açúcares redutores foi possivelmente decorrente da hidrólise do amido e da inversão de sacarose em glicose mais frutose (Kays, 1997). Efeito semelhante foi observado em bananas 'Pacovan' (Oliveira Neto, 2002), 'Cavendish' (Palmer, 1971) e 'Prata' (Busquet et al., 2002).

Clorofila e Evolução da Cor. O teor de clorofila decresceu durante o armazenamento, com o aumento das doses de carbureto de cálcio, para as bananas 'Nanica' e 'Pacovan'. Na dose de 45 g.m⁻³ de CaC₂, a clorofila dos frutos foi reduzida a valores mínimos aos 10 dias, enquanto para as da cultivar 'Pacovan' (Figura 4B), com dose de 15 g.m⁻³ de CaC₂, a clorofila declinou para valores mínimos após 8 dias de armazenamento (Figura 4A e 4B). O tratamento-controle, em ambas as cultivares, ainda apresentava traços verdes após 10 dias, sendo que a 'Nanica' permaneceu com teores mais elevados que a 'Pacovan'. Em bananas, a degradação da clorofila é o principal evento no amadurecimento, enquanto a síntese de outros pigmentos é realizada em níveis relativamente baixos (Lizada et al., 1990). A perda da cor verde deve-se à decomposição estrutural da clorofila, devido aos sistemas enzimáticos que atuam isoladamente ou em conjunto (Chitarra e Chitarra, 2005), principalmente pela ação da clorofilase sobre os cloroplastos, que revela a cor amarela. Essa atividade evolui junto com o aumento climatérico da respiração, apresentando sua máxima atividade coincidente com a ocorrência do pico climatérico (Kays, 1997). O declínio da clorofila inversamente ao aumento dos carotenóides foi relatado em banana 'Nanicão' por Oliveira Neto e Silva (2004). Lelievre et al. (1997) afirmam que a evolução da cor pode ser dependente ou independente da ação do etileno. No entanto, o tratamento com

etileno exógeno, ou seus análogos, acelerou a degradação da clorofila da casca de bananas do grupo Cavendish (Ke e Tsai, 1988). Em bananas, o papel do etileno, bem como seus análogos (Abeles et al., 1992), é de catalisador, acelerando e coordenando os processos relacionados à produção de pigmentos e perda de clorofila (Dominguez e Vendrell, 1993), portanto regulando o amarelecimento da casca (Jones et al., 2001). Também nesse experimento, a evolução da coloração ocorreu inversamente ao conteúdo de clorofila na casca, à medida que a maturação avançava. A coloração amarela evoluiu durante o armazenamento e com o aumento das doses de CaC₂, atingindo valores máximos entre 8 e 10 dias, com dose de 45 g.m⁻³ de CaC₂ para a cultivar Nanica e com 18 g.m⁻³ de CaC₂ para a 'Pacovan' (Figuras 5A e 5B). A evolução da cor foi lenta em banana 'Nanica', onde a que recebeu a dose de 30 g.m⁻³ de CaC₂ atingiu grau 7 entre 8 e 10 dias. A dose de 45 g.m⁻³ de CaC₂ levou ao grau 7 após 6 dias de armazenamento, passando a apresentar acentuadas manchas marrons após 10 dias (Figura 5A). A cultivar Pacovan apresentou maior estabilidade no desenvolvimento da cor durante o armazenamento, principalmente para as doses mais baixas (7 a 15 g.m⁻³) de CaC₂ (Figura 5B). Neste experimento, com bananas colhidas no estágio II de maturação, observou-se desenvolvimento uniforme da cor da casca, principalmente para a cultivar Pacovan. Os resultados deste trabalho demonstram que o acetileno liberado pela reação do CaC₂ com a umidade do ar ativou e uniformizou o amadurecimento de bananas 'Nanica' e 'Pacovan', com reflexos na elevação da taxa respiratória, na evolução da cor amarela e na degradação da clorofila e do amido, e aumento no conteúdo de açúcares redutores.

CONCLUSÕES

1- O acetileno liberado da reação do CaC₂ com a umidade aumentou a intensidade e antecipou o pico respiratório de bananas 'Pacovan' e 'Nanica', colhidas no estágio II de maturação. A cultivar Pacovan apresentou maior sensibilidade ao etileno.

2- O acetileno acentuou a coloração amarela de bananas 'Nanica' e 'Pacovan' nas doses de 30 g.m⁻³ e 7 a 15 g.m⁻³ de CaC₂, respectivamente, promovendo maior uniformidade do desenvolvimento da cor e do amadurecimento.

3- O acetileno liberado da reação do CaC₂ aumentou as taxas de degradação do amido e da clorofila, proporcionando acentuado aumento nos teores de açúcares redutores.

4- Em conjunto, nas condições em que o experimento foi realizado, doses de CaC₂ na faixa entre 15 a 20 g.m⁻³ e de 25 a 30 g.m⁻³ liberam acetileno em concentrações suficientes para uniformizar o desenvolvimento da cor e o amadurecimento de bananas 'Pacovan' e 'Nanica', respectivamente.

REFERÊNCIAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT JR, M.E. **Ethylene in plant biology**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414p.

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Washington, v.24, n.1, p.1-15, 1985.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Banana**. Brasília, 2000. 8p. (Frutisérias). Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/publicacoes.html>. Acesso em: 18 jan. 2004.
- BUSQUET, R.N.B.; CONEGLIAN, R.C.C.; VASCONCELOS, M.A. S.; ROSA, R.C. Avaliação da maturação de banana Prata (*Musa* spp.), submetida a diferentes concentrações de carbureto de cálcio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD-ROM.
- CANCIAN, A. J.; CARVALHO, V. D. Manejo pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.63, p.47-51, 1980.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- DOMINGUEZ, M.; VENDRELL, M. Ethylene biosynthesis in banana fruit: Evolution of EFE activity and ACC levels in peel and pulp during ripening. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.68, n.1, p. 63-70. 1993.
- EMPRESA ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA PARAIBA. **Diagnóstico e perspectivas da bananicultura do Brejo Paraibano: relatório de pesquisa 2003-2005**. João Pessoa: EMEPA, 2006. 122p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. 533p.
- JONES, B.; PECH, J. C.; BOUZAYEN, J. M.; LELIEVRE, M.; GRIS, F.; ROMAJO, A.; LANCHE, R. BEN-ARIE; PHILOSOPH-HADAS, S. Ethylene and developmentally- regulated processes in ripening climacteric fruit. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.553, n.1, p.133-138. 2001.
- KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens:AVI,1997. 532p.
- KE, L. S.; TSAI, P.L. Changes in ACC content and EFE activity in the peel end pulp of banana fruit during ripening in relation to ethylene production. **Journal of the Agriculture**, Beltsville, v.143, p.48-60. 1988.
- LELIÈVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Compenhagen, v.101, p.727-739, 1997.
- LIZADA, M. C. C.; PANTÁSTICO, E. B.; SHUKOR, A. R. A.; SABARI, S. D. Ripening of banana: changes during ripening in banana. In: HASSAN, A.; PANTASTICO, Er. B. (Ed.). **Banana fruit development, postharvest physiology, handling and marketing, in Asean**, Boston: Chapman and Hall, 1990. cap.5, p.65-84.
- LOESECKE, H.W.V. **Bananas: chemistry, physiology, and technology**. New York: Chapman and Hall, 1950. 189p.
- MARRIOT, J. Bananas: physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. **CRC Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition**, Cleveland, v.13, n.1. p. 41-88. 1980.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- OLIVEIRA NETO, O. C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de Bananas Prata, Pacovan e Nanicão tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. 2002. 155f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2002.
- OLIVEIRA NETO, O. C. ; SILVA, S. M. Mudanças nas clorofilas e carotenóides totais de banana 'Prata' tratada com 1-metilciclopropeno e atmosfera modificada. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v. 47, p.122-124, 2004.
- PALMER, J. K. The banana. In: HULME, A. C. (Ed). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1971. v.2, p.65-101.
- REID, M. Ethylene in postharvest technology. In: KADER, A.A. (Ed). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002. p.149-162.
- SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER., G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. 454p.