

Controle do amadurecimento de banana 'BRS princesa' com 1 – metilciclopropeno

Ripening control of 'BRS princesa' banana with 1 - methylcyclopropene

Ariane Castricini

*Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais,
Brasil*

ariane@epamig.br

Maria Geralda Vilela Rodrigues

*Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais,
Brasil*

magevr@epamig.br

Raquel Rodrigues Soares Sobral

*Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais,
Brasil*

Eugenio Ferreira Coelho

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
eugenio.coelho@embrapa.br*

Hellen Sílvia Angélica de Oliveira

*Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil
hellenangelica.2@gmail.com*

Diego Batista Souza

*Universidade Estadual de Montes Claros, Brasil
db203963@gmail.com*

Recepción: 11 Noviembre 2023

Aprobación: 21 Diciembre 2023

Publicación: 31 Diciembre 2023



Acceso abierto diamante

Resumo

O aumento da atividade respiratória e da síntese de etileno após a colheita, desencadeiam o amadurecimento, tornando a banana palatável, mas também perecível. O bloqueio da ação do etileno pode ser feito pelo metilciclopropeno (1-MCP). No presente trabalho o amadurecimento da banana 'BRS Princesa' foi avaliado após a exposição ao 1 – MCP nas doses de 0,0 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm e 0,7 ppm e armazenada em temperatura ambiente, até que a perda de massa fresca mínima, fosse 10%. Frutas expostas a 0,0 ppm e 0,4 ppm de 1 – MCP perderam 11,97% e 10,51% de sua massa fresca no 14º e 16º dia após a exposição ao produto, respectivamente, para aquelas expostas à 0,6 ppm e 0,7 ppm, a respectiva perda foi de 11,05% e 10,39%, no 20º dia. As doses de 1 – MCP reduziram a atividade respiratória, não interferiram no desverdecimento natural, mas na intensidade da cor amarela. Frutos mais firmes, com menor teor de sólidos solúveis e índice de maturação foram aqueles expostos às doses crescentes de 1 – MCP. A exposição da banana 'BRS Princesa' ao 1 – MCP nas doses de 0,6 ppm e 0,7 ppm aumenta seu tempo de conservação, desacelerando o amadurecimento.

Palavras-chave: *Musa* sp., bloqueador de etileno, pós-Colheita, qualidade.

Abstract

The increase in respiratory activity and ethylene synthesis after harvest triggers ripening, making the banana palatable, but also perishable. Blocking the action of ethylene can be done by methylcyclopropene (1-MCP). In the present work, the ripening of 'BRS Princesa' banana was evaluated after exposure to 1 - MCP at doses of 0.0 ppm, 0.4 ppm, 0.6 ppm and 0.7 ppm and stored at room temperature, until the minimum loss of fresh mass was 10%. Fruits exposed to 0.0 ppm and 0.4 ppm of 1 - MCP lost 11.97% and 10.51% of their fresh mass on the 14th and 16th day after exposure to the product, respectively, for those exposed to 0.6 ppm and 0.7 ppm, the respective loss was 11.05% and 10.39%, on the 20th day. Doses of 1 - MCP reduced respiratory activity, did not interfere with natural degreening, but with the intensity of the yellow color. Firmer fruits, with lower soluble solids content and maturation index were those exposed to increasing doses of 1 - MCP. Exposure of 'BRS Princesa' banana to 1 - MCP at doses of 0.6 ppm and 0.7 ppm increases its shelf life, slowing down ripening.

Keywords: *Musa* sp., Ethylene blocker, Postharvest, Quality.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de banana em 2022 foi 6.854,22 milhões de toneladas, sendo Minas Gerais o segundo maior produtor, após São Paulo (IBGE, 2023). A maior parte comercializada pertence aos grupos Cavendish e Prata, mas há mercado e preferência dos consumidores para aquelas do grupo Maçã.

O cultivo da bananeira 'Maçã' vem sendo reduzido devido a suscetibilidade à fusariose, doença fúngica que impede seu cultivo. No entanto, o genótipo 'BRS Princesa', desenvolvido e registrado pela Embrapa, no Registro Nacional de Cultivares em 2008, é tipo 'Maçã', possui frutos pequenos e de acordo com Nomura et al. (2013), resistência aos principais problemas fitossanitários da cultura, como a fusariose, Sigatoka Amarela (*Mycosphaerella musicola*) e Sigatoka Negra (*M. fijiensis*). Castricini et al. (2019), avaliaram a aceitação e a intenção de compra pela banana 'BRS Princesa' e os resultados indicaram que os consumidores comprariam esses frutos, preferencialmente, se apresentados em buque de três e seis frutos.

O aumento da atividade respiratória e da produção do fitormônio etileno após a colheita da banana é característico, esses eventos fisiológicos desencadeiam o amadurecimento. Porém, a velocidade com que o amadurecimento ocorre, pode ser distinta entre os grupos genômicos e relativa sensibilidade ao etileno (CASTRICINI et al., 2022; PAULO; ALMEIDA; BENDER, 2023), temperatura e umidade relativa durante o armazenamento, danos mecânicos, uso de embalagens e/ou de produtos que bloqueiam a ação do etileno.

O metilciclopropeno (1-MCP) é um regulador de crescimento, bloqueador da ação do etileno, liberado no Brasil para uso em pós-colheita de banana, de acordo com o Agrofit (BRASIL, 2023), sendo efetivo no atraso do amadurecimento da fruta. No entanto, a concentração inadequada, o tempo de exposição ao produto e os métodos de manuseio podem afetar o amadurecimento normal, interferindo na mudança da cor verde para amarelo, no amolecimento e na formação de voláteis, que são componentes importantes da qualidade da banana (ZHU et al., 2015).

As diferentes marcas comerciais de metilciclopropeno especificam as doses, intervalo entre a colheita e aplicação e estádio fisiológico de maturação, para aplicação do produto em banana, mas não é específica em função dos grupos genômicos, que possuem características fisiológicas, físicas, químicas e sensoriais, distintas em pós-colheita, conforme verificado por Castricini et al. (2015; 2017; 2019; 2022). Castricini et al. (2022), verificaram que o amadurecimento da banana 'BRS Princesa' é semelhante ao de Prata – Anã que, por sua vez é mais responsiva ao etileno durante a climatização que a 'Grande Naine' (PAULO et. al., 2023). Na literatura não foram encontrados registros da ação do 1 – MCP sobre o amadurecimento da banana 'BRS Princesa'. Neste sentido objetivou-se com este trabalho avaliar o amadurecimento da banana 'BRS Princesa' após a exposição à diferentes doses de 1 – MCP e armazenadas em temperatura ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Frutos da bananeira 'BRS Princesa' foram adquiridos de lavoura localizada no município de Nova Porteirinha-MG, no estádio 1 de coloração da casca, ou seja, verde, segundo escala de Von Loesecke, utilizada nas Normas de Classificação da Banana, da CEAGESP (PBMH & PIF, 2006). Foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita da Epamig Norte, localizado no mesmo município, no mesmo dia da colheita.

Após a colheita dos cachos, despencamento e divisão das pencas em buques de quatro frutos, efetuou-se a limpeza e lavagem destes em caixas plásticas contendo detergente neutro. Os buques permaneceram sob bancada até que secassem naturalmente, para então serem submetidos à aplicação de diferentes doses do 1 – metilciclopropeno (1 – MCP), cujo produto comercial é o SmartFresh™, que contém 33 g/kg (3,3% m/m) de 1 – Metilciclopropeno.

A aplicação e exposição dos frutos às doses de 0,0 (controle) ppm de 1-MCP, 0,4 ppm de 1-MCP, 0,6 ppm de 1-MCP e 0,7 ppm de 1-MCP se deu no interior de câmara hermética de 21,6 m³, com ventilação interna.

No interior da mesma foi inserido um recipiente com o produto em pó e adicionada água para diluição, volatilização e exposição dos frutos ao 1 - MCP. A câmara permaneceu fechada por no mínimo 12 horas, período proposto na bula do produto. Os frutos do tratamento 'controle' também permaneceram na câmara, porém sem exposição ao 1 - MCP.

Após a aplicação do 1 - MCP, os buques foram armazenados sob bancada, no laboratório, até que atingissem perda de massa fresca $\geq 10\%$. A temperatura ambiente e umidade média durante o período de armazenamento foi de $24,5 \pm 1^\circ\text{C}$ e 50,53%, respectivamente. Avaliou-se o tempo de armazenamento, ou seja, dias até que os frutos atingissem perda de massa fresca $\geq 10\%$ e a perda de massa fresca diária, em relação ao início, meio e fim do armazenamento. Assim, estipulou-se como 'início', o primeiro dia da aplicação do 1 - MCP, já o 'meio' e o 'fim' foram distintos para cada tratamento. A duração do armazenamento foi distinta em função da dose de 1 - MCP aplicada.

As avaliações da cor da casca e da atividade respiratória também foi realizada no início, meio e fim do armazenamento. A cor da casca foi avaliada por colorimetria, com colorímetro Konica Minolta, modelo Chroma meter CR 400, expressa por ângulo hue ($^\circ\text{Hue}$) – ângulo que identifica a cor e parâmetros de luminosidade (L^*) e croma (C^*). A atividade respiratória foi determinada por titulometria (DELIZA et al., 2008), expressa em mg de CO_2/kg de massa fresca h^{-1} .

No fim do armazenamento determinou-se, por refratometria, o teor de sólidos solúveis, expresso em °Brix; a acidez titulável de acordo com Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995), índice de maturação (RATIO), por meio da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e a firmeza, determinada na região equatorial dos frutos com casca, por texturômetro marca Bishop FT 327, expressa em N. Por serem avaliações destrutivas, estas só foram realizadas no fim do armazenamento.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições, cada qual, composta por um buque de quatro frutos. Foi realizada análise de variância (anova) geral considerando o tempo de armazenamento e as doses de 1 - MCP, como fontes de variação. O tempo de armazenamento foi contado em dias e dividido em início, meio e fim, em função do intervalo entre o primeiro dia após a aplicação do produto e o último, este, determinado pela perda de massa fresca $\geq 10\%$.

Para dados com distribuição normal dos erros, identificada por testes específicos, foi realizada estatística paramétrica por ANOVA e teste Tukey para avaliar diferenças entre médias e análise de regressão quadrática. Para dados sem distribuição normal dos erros foi utilizada estatística não paramétrica, por meio do teste Kruskal-Wallis e médias comparadas por teste Dunn's post-hoc. O software SISVAR® 5.8 (FERREIRA, 2015) e PAST 4.03 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001) foram utilizados nas análises estatísticas. Todas as análises acima citadas foram realizadas a 5% de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de armazenamento dos frutos, ou seja, o período de avaliação após a aplicação do 1 - MCP foi distinto em função da dose do produto aplicada. Na Tabela 1 são apresentados os dias necessários para que frutos expostos às diferentes doses de 1-MCP, atingisse perda de massa fresca $\geq 10\%$. Este percentual de perda de massa fresca foi assim estipulado, pois perda acima deste valor pode depreciar a aparência dos frutos, por se apresentarem 'murchos'. Comparativamente em mangas, quando a perda de massa fresca é favorecida, são registradas tanto perdas quantitativas, resultantes da menor massa para comercialização, quanto prejuízos à aparência (murchura e enrugamento), à textura (amaciamento, flacidez e perda de resistência, de crocância e de suculência) e ao valor nutritivo do fruto (FAASEMA;ALAKALI; ABU, 2014).

Para banana a perda de massa influencia também no valor pago ao produtor no momento da venda, sendo que uma porcentagem relativa à perda de massa é descontada do peso total comercializado, assumindo-se equivalente perda no peso final da fruta devido à transpiração.

Tabela 1

Tempo de armazenamento para que bananas 'BRS Princesa' submetidas a diferentes doses de 1-MCP atinjam perda de massa fresca $\geq 10\%$.

Dose de 1-MCP (ppm)	Tempo para perda de massa fresca $\geq 10\%$
0,0 - Controle	14 dias – 11,97%
0,4	16 dias – 10,51%
0,6	20 dias – 11,05%
0,7	20 dias – 10,39%

A perda de massa fresca das bananas não submetidas ao 1-MCP (0,0 ppm – controle), foi $\geq 10\%$ a partir do 14º dia após a colheita (Tabela 1). O tempo necessário para que os frutos submetidos às doses crescentes de 1-MCP, tivessem no mínimo 10% de perda de massa fresca, foi superior aquele quando não se aplicou o produto. Assim, 16 e 20 dias foram necessários para que a banana 'BRS Princesa' submetida a 0,4 ppm, 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1-MCP, respectivamente, atingisse a perda de massa mínima estipulada neste estudo. Na prática, as técnicas capazes de prolongar o tempo de conservação são importantes por permitirem maior período de comercialização, mas sem prejuízos à qualidade.

Ocorreu interação significativa entre as doses de 1 – MCP e o tempo de armazenamento, para a perda de massa fresca. A perda de massa no início do armazenamento após à exposição ao 1 – MCP é considerada zero e o peso dos frutos neste momento, é utilizado como base para os cálculos no meio e fim do armazenamento. Na Figura 1A é apresentada a perda de massa fresca em cada tempo, em função das doses do produto. Na metade do tempo de armazenamento (meio), ou seja, no 7º e 8º dia para frutos expostos a 0,4 ppm e 0,6 ppm de 1 – MCP, respectivamente e no 10º dia para aqueles expostos a 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 – MCP, a perda foi de 3,1% (para 0,0 ppm), 4,4% (0,4 ppm), 5,6% (0,6 ppm) e 4,7% (0,7 ppm). Embora numericamente a perda de massa tenha sido próxima, a diferença de três e dois dias no tempo de armazenamento, especialmente com pequena perda de massa fresca, permite manutenção da qualidade, principalmente porque a aparência da fruta é bastante comprometida quando ocorre perdas elevadas.

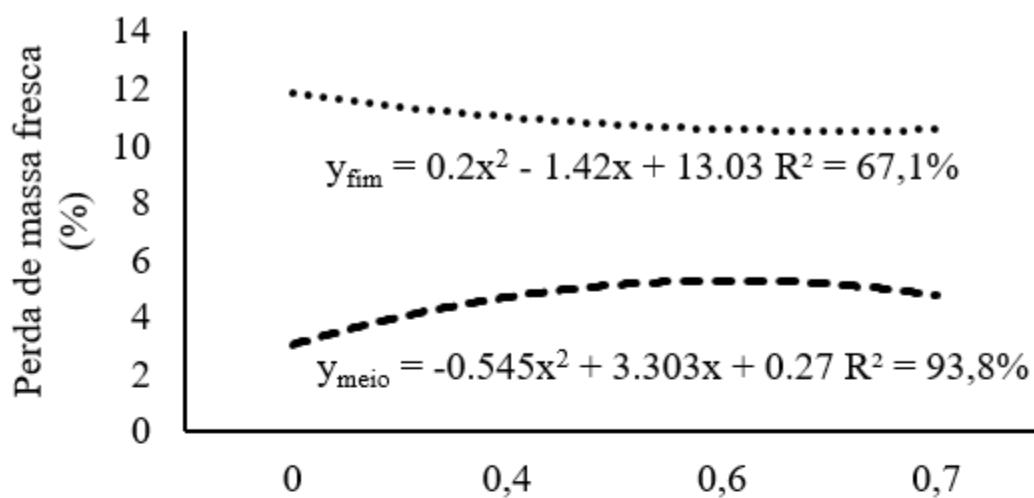
No final do armazenamento, ou seja, no 14º, 16º e 20º dia após a exposição à 0,0 ppm, 0,4 ppm e ambos 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 – MCP, respectivamente, a perda de massa fresca se reduziu, em função do aumento da dose do produto. O 1 – MCP é um regulador de crescimento, que atua como bloqueador da ação do etileno durante o amadurecimento, o etileno por sua vez promove o amadurecimento de frutos climatéricos, como a banana. Durante o amadurecimento a perda de água é um evento comum, mas o controle da temperatura e umidade ambiente, assim como o bloqueio da ação do etileno, podem reduzir a amplitude de perda entre o início e fim do armazenamento.

No presente trabalho, os frutos foram armazenados em condição ambiente, sem refrigeração, o que favorece o aumento da produção de etileno e da atividade respiratória e, consequentemente, as modificações comuns do amadurecimento, segundo Barbosa et al. (2019), a transferência de calor do ambiente para a casca causa perda de umidade da superfície da fruta. No entanto, nota-se o efeito positivo do 1 – MCP, quando o tempo de armazenamento é ampliado com redução da perda de massa.

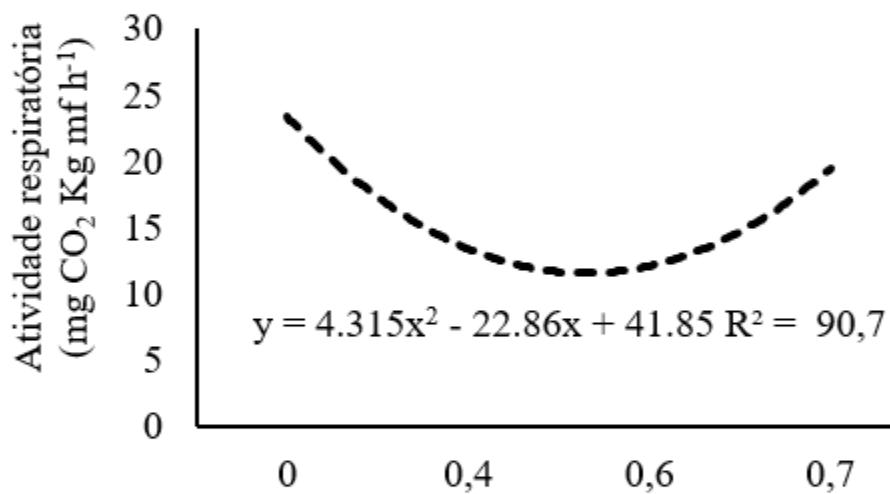
A atividade respiratória foi influenciada pelos efeitos isolados das doses de 1 – MCP e do tempo de armazenamento. Bananas 'BRS Princesa' tiveram maior atividade respiratória quando não expostas ao 1 – MCP (Figura 1B), ou seja, sem bloqueio da ação do etileno que, segundo Wang, Nie e Cantwell (2014), atua como regulador endógeno da respiração. Para frutos expostos às doses de 1 – MCP a atividade respiratória foi

menor, assim como também relatado por Zhu et al. (2015), onde o 1-MCP atrasou e inibiu significativamente o aparecimento do pico respiratório e de produção de etileno.

A



B



C

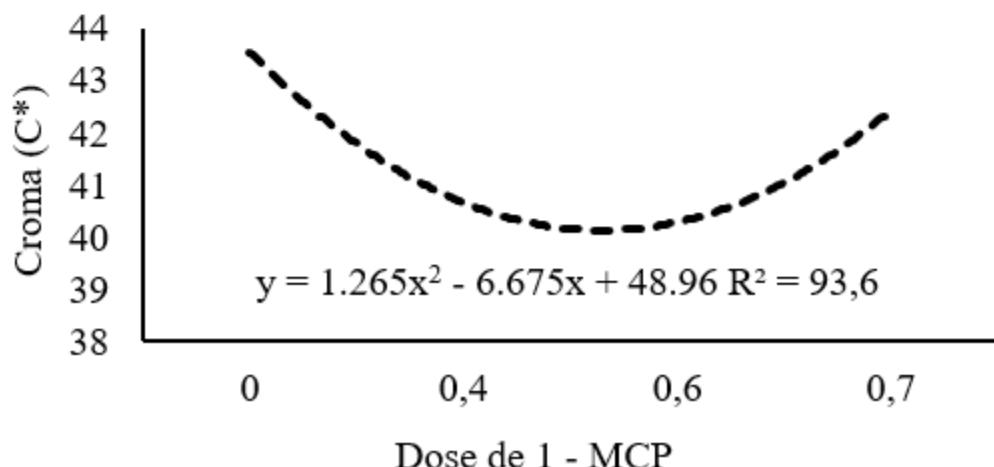


Figura 1

Perda de massa fresca (A) de bananas 'BRS' Princesa no início, meio e fim do armazenamento após a exposição ao 1 - MCP. Atividade respiratória (B) e croma (C), após a exposição ao 1 - MCP.

Entre o início e o meio do tempo de armazenamento não ocorreu diferença significativa para a atividade respiratória (Tabela 2C), o período citado corresponde a sete, oito e dez dias após a aplicação de 0,0 ppm, 0,4 ppm e ambas doses de 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 - MCP, respectivamente. O tempo de manutenção de baixa atividade respiratória é relativamente maior com a utilização das maiores doses do produto, na prática esta tendência pode promover maior tempo de conservação, por desacelerar o amadurecimento e, consequentemente a senescência da fruta. No final do armazenamento a atividade respiratória foi maior, no entanto, conforme apresentado na Tabela 1, o término das avaliações foi distinto, em função do limite de perda de massa fresca estipulado neste estudo. O aumento da atividade respiratória é um evento comum durante o amadurecimento dos frutos climatéricos, mas a velocidade com que acontece pode ser controlada por meio de técnicas de conservação pós-colheita, como o armazenamento refrigerado e o 1 - MCP. O aumento do intervalo de tempo entre a colheita e destino final da fruta é desejável, desde que a qualidade seja mantida e satisfatória. No presente estudo, o fim do armazenamento ocorreu aos 14 dias e 16 dias para frutos expostos a 0,0 ppm e 0,4 ppm de 1- MCP, respectivamente e no 20º dia para aqueles expostos a 0,6 ppm e 0,7 ppm, assim, ocorreu uma diferença mínima de 4 dias de conservação entre os frutos não expostos ou expostos à 0,4 ppm em relação aqueles expostos a 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 -MCP.

Tabela 2

Luminosidade (L*) e croma (C*) da cor da casca de banana 'BRS Princesa' durante o armazenamento, após a aplicação de 1 - MCP.

Armazenamento	A) L*	B)	C*)	C) Atividade respiratória
Início	62,65	B	40,08	B
Meio	62,33	B	39,73	B
Fim	69,80	A	45,41	A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey.

Os parâmetros °Hue, L* e C* que caracterizam a cor da casca, brilho e intensidade da mesma, respectivamente, variaram conforme o tempo de armazenamento e/ou a dose de 1 - MCP em que as bananas 'BRS Princesa' foram expostas. Na Tabela 3 é apresentada a mudança da cor verde para amarela, pela redução dos valores angulares Hue, entre o início e fim do armazenamento, para cada dose de 1 - MCP aplicada. A tendência de perda da coloração verde durante o amadurecimento da banana é comum, mas o uso de técnicas que retardem este evento, contribui com a ampliação do tempo de conservação, pois o desverdecimento é acompanhado de outras mudanças, como amolecimento e suscetibilidade à danos mecânicos e podridões. Neste sentido, ressalta-se que o tempo de armazenamento tido como meio e fim não foi igual, pois se levou em consideração os dias para que a perda de massa fresca fosse no mínimo 10%. Assim, ainda que todos os frutos estivessem amarelos, para aqueles expostos às doses mais elevadas houve um ganho de seis dias e quatro dias no final do armazenamento, em relação aqueles expostos 0,0 ppm e 0,4 ppm de 1 - MCP.

Tabela 3

[°]Hue da cor da casca de banana 'BRS Princesa' durante o armazenamento, após a aplicação de 1 – MCP.

Armazenamento	Dose de 1-MCP (ppm)							
	0,0	0,4	0,6	0,7				
Início	105,01	Aa	103,3	Aa	104,37	Aa	103,89	Aa
Meio	97,14	Aa	100,97	Aa	102,18	Aa	101,31	Aa
Fim	77,17	Ba	78,49	Ba	81,66	Ba	82,86	Ba

Medias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Dunn's post-hoc.

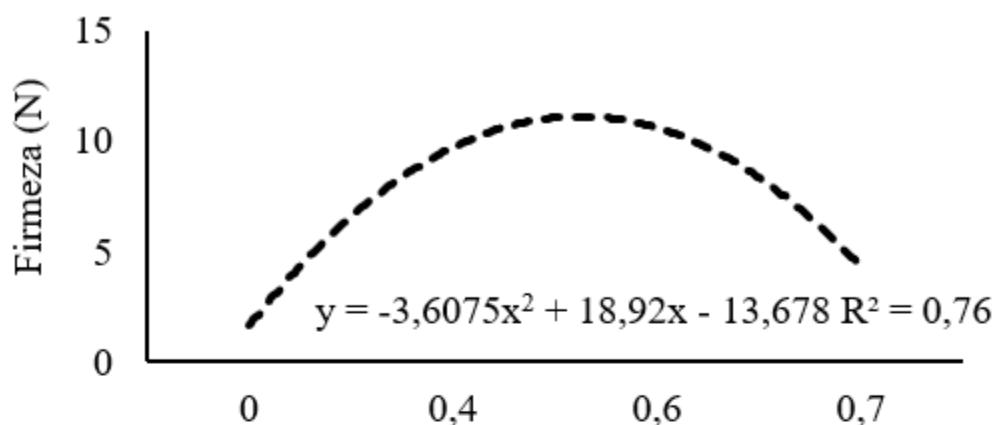
Pinheiro, Vilas Boas e Mesquita (2005), verificaram que a aplicação de 50 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP atrasou, visualmente, o início do amadurecimento de bananas 'Maçã' em aproximadamente 8 dias, baseando-se nas primeiras mudanças de coloração da casca, enquanto os demais tratamentos (100; 150 e 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP) atrasaram este início em aproximadamente 10 dias, em comparação ao controle (0 $\mu\text{L L}^{-1}$ de 1-MCP). No entanto, segundo os autores ocorreu amarelecimento desuniforme da casca dos frutos submetidos a 100; 150 e 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ e aparência comprometida no final do armazenamento.

Dentro de cada período de armazenamento, as diferentes doses de 1 – MCP não influenciaram na mudança da cor da casca da banana (Tabela 3), a tonalidade verde ou amarela permaneceu semelhante, independente da dose de exposição ao produto.

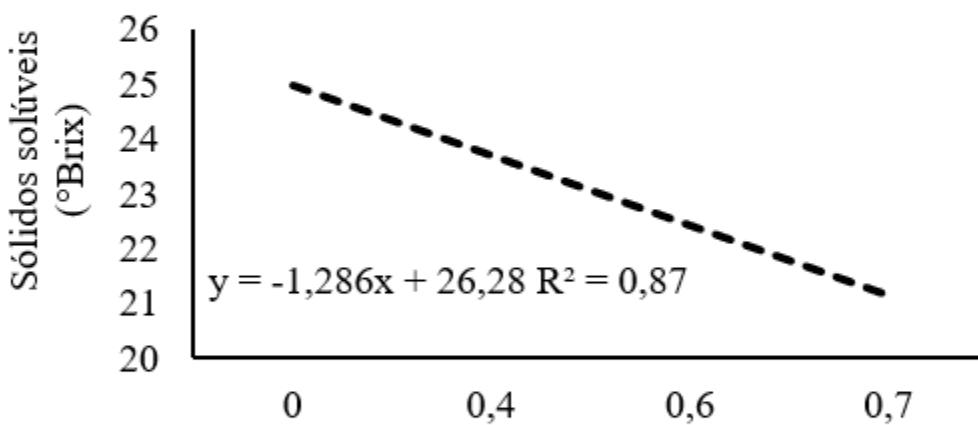
Assim como o valor angular Hue, os valores de L^* (luminosidade) e C^* (croma) foram maiores no fim do armazenamento, indicando aumento da luminosidade e da intensidade da cor da casca, com a mudança da cor verde para amarela (Tabela 2 A e B). O croma também variou em função das doses de 1 – MCP aplicada, conforme pode ser visto na Figura 1 C. Bananas não expostas ao 1 – MCP (0,0 ppm) tiveram a cor da casca amarela com maior intensidade que aquelas expostas, onde, em geral, ocorreu redução da intensidade da cor com a utilização do 1 – MCP, provavelmente pelo amadurecimento mais lento. Botondi et al. (2014), verificaram o bloqueio ao amadurecimento de bananas da cultivar Williams em termos de mudança de cor, amolecimento, degradação do amido e aparecimento de manchas pretas, devido à forte redução da produção de etileno e CO_2 , com a utilização de 300 nmol mol⁻¹ 1-MCP por 16 horas.

A firmeza, o teor de sólidos solúveis e o índice de maturação (ratio) das bananas 'BRS Princesa', no último dia de armazenamento, ou seja, no 14º dia, 16º dia e 20º dia para frutos expostos a 0,0 ppm, 0,4 ppm e ambos 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 – MCP, respectivamente, foram distintos (Figura 2 A, B e C).

A



B



C

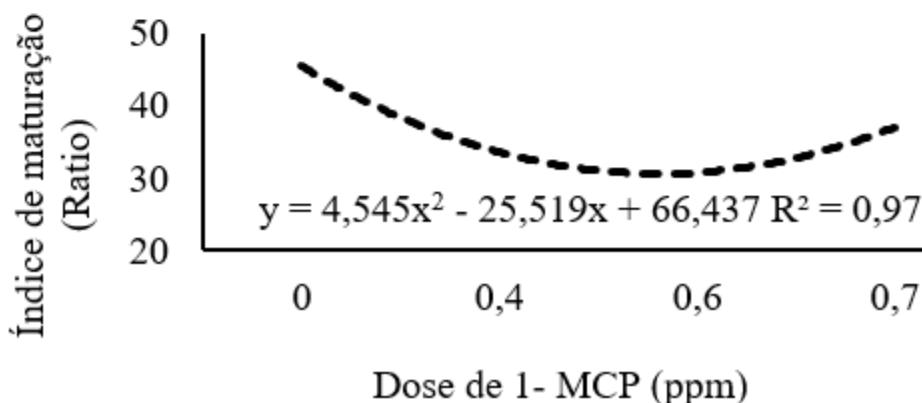


Figura 2

A – Firmeza (A). Sólidos solúveis (B). Índice de maturação (C) de banana 'BRS Princesa' aos 14, 16 e 20 dias após a aplicação de 0,0 ppm, 0,4 ppm e ambos 0,6 ppm e 0,7 ppm de 1 – MCP, respectivamente.

A firmeza foi maior nos frutos expostos a 0,4 ppm de 1 – MCP e 0,6 ppm de 1 – MCP, frutos menos firmes foram aqueles expostos a 0,0 ppm e 0,7 ppm do produto. Embora frutos expostos a 0,7 ppm tenham

apresentado firmeza semelhante, porém superior daqueles não expostos, há de se considerar a diferença de seis dias de armazenamento entre ambos, portanto, no presente estudo, houve um ganho em vida de prateleira para frutos expostos ao 1 – MCP e armazenados sem refrigeração. A manutenção da firmeza é importante tanto para a resistência ao transporte, com redução de danos mecânicos e suscetibilidade a podridões, quanto para manuseio das frutas, além do aspecto sensorial, como a textura característica da banana.

O armazenamento de bananas do grupo Cavendish em temperatura elevada acelerou a redução da firmeza, aumentou a produção de etileno e resultou em amadurecimento irregular da fruta, no entanto, a aplicação de 1-MCP antes do armazenamento em alta temperatura atrasou o amadurecimento e simultaneamente suprimiu a expressão de genes associados à via de sinalização do etileno (YAN et al., 2011).

O teor de sólidos solúveis decresceu 1,28° Brix à medida que se aumentou a dose de exposição das frutas ao 1 – MCP (Figura 2B). Este componente de qualidade é indicativo do amadurecimento, pois tende a aumentar nesta fase. Assim, as bananas não expostas ao 1 – MCP (0,0 ppm) apresentaram maior teor de sólidos solúveis, denotando completo amadurecimento no 14º dia de armazenamento, correspondendo a dois e seis dias de diferença em relação àquelas expostas à 0,4 ppm e ambos 0,6 ppm e 0,7 ppm, respectivamente. Os valores no último dia de armazenamento, foi 25,5°Brix, 23,2°Brix, 21,8°Brix e 21,7°Brix, para bananas 'BRS Princesa' expostas às doses de 1 - MCP de 0,0 ppm, 0,4 ppm, 0,6 ppm e 0,7 ppm, respectivamente.

No estádio 6 de maturação, que corresponde a fruta com casca totalmente amarela, Castricini et al. (2015) registraram 26,7 ° Brix, 23,18 ° Brix e 22,9 ° Brix para bananas 'Prata – Anã', 'BRS Platina' e 'Fhia – 18', respectivamente. Para diferentes cultivares de banana verde, os teores variaram de 3,66° Brix a 6,30° Brix e quando maduras, de 22,01° Brix a 29,53° Brix (AQUINO et al., 2017). O teor de sólidos solúveis de bananas Cavendish, cv Williams foi inferior, durante 35 dias de armazenamento, após a exposição ao 1-MCP (BOTONDI et al., 2014).

A tendência de redução do índice de maturação apresentado na Figura 2C, é reflexo da redução do teor de sólidos solúveis e manutenção da acidez titulável entre as frutas expostas à diferentes doses e do 1 – MCP. A relação SS/AT é considerada uma das formas mais práticas de se avaliar o sabor dos frutos (AGUIAR et al., 2015), assim, para maiores valores desta relação, se pressupõe que os frutos estejam mais amadurecidos, como aqueles expostos à 0,0 ppm em relação aqueles expostos às doses crescentes de 1 – MCP, com menores valores.

Não houve diferença significativa para a acidez titulável dos frutos expostos às diferentes doses de 1- MCP, sendo em média 0,65% de ácido málico, acidez superior aos 0,58% registrados na cartilha 'Banana Princesa' (LÉDO et al., 2008). Aguiar et al. (2020), trabalharam com a faixa de 0,0 ppm a 1,0 ppm de 1 – MCP e verificaram redução da acidez titulável até aproximadamente a dose de 0,6 ppm do produto.

Não houve diferença significativa para os açúcares redutores, sendo em média 9,06%. Aquino (2014) comparou 15 cultivares de banana em estádio verde e maduro, e dentre estas, a cultivar Caipira apresentou as menores porcentagens de açúcar redutor, sendo 0,06% quando verde e 4,18% quando madura. A banana Mysore apresentou a maior porcentagem, verde ou madura, sendo 0,39% e 12,58%, respectivamente. Para a banana Maçã a variação foi de 0,11% e 9,78%, entre os estádios de maturação.

CONCLUSÃO

O 1 – MCP desacelera o amadurecimento de banana 'BRS Princesa', armazenada em condição ambiente.

A exposição da banana 'BRS Princesa' ao 1 – MCP nas doses de 0,6 ppm e 0,7 ppm aumenta seu tempo de conservação.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo financiamento do projeto de pesquisa (APQ – 01726-21) e concessão de Bolsa de Iniciação Científica aos dois últimos autores.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F.S.; DIAS, W. P. A.; SANTOS, T. C.; PINHEIRO, J. M. S.; MIZOBUTSI, G. P.; CASTRICINI, A.; FONSECA, S. N. A.; PARAIZO, E. A.; SOBRAL, R. R. S.; OLIVEIRA, S. M. Action of 1-Methylcyclopropene on Postharvest Conservation of Banana -Prata-Anã' Gorutuba Clone. *Journal of Agricultural Science*, v. 12, p. 322-330, 2020.
- AGUIAR, R. S.; ZACCHEO, P. V. C.; STENZEL, N. M. C.; SERA, T.; NEVES, C. S. V. J. Yield and quality of fruits of hybrids of yellow passion fruit in northern Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 1, p. 130-137, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-012/14>
- AOAC. *Official methods of analysis* 16th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA. 1995.
- AQUINO, C.F. *Características físicas e químicas e potencial antioxidante dos frutos de 15 cultivares de bananeiras*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2014. 116f. Disponível em: <https://locus.ufv.br//handle/123456789/6332> Acesso 13 abr. 2023.
- AQUINO, C.F.; SALOMÃO, L.C.C.; CECON, P.R.; SIQUEIRA, D. L. de. RIBEIRO, S.M.R. Physical, chemical and morphological characteristics of banana cultivars depending on maturation stages. *Revista Caatinga*, v. 30, n. 1, p. 87 – 96, 2017.
- BARBOSA, L. F. S.; ALVES, A. L.; SOUSA, K. dos S. M. de; NETO, A. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; VIEIRA, J. F. Qualidade pós-colheita de banana 'Pacovan' sob diferentes condições de armazenamento. *Magistra*, v. 30, p. 28 – 36, 2019.
- BOTONDI, R.; SANCTIS, F. de; BARTOLONI, S.; MENCARELLI, F. Simultaneous application of ethylene and 1-MCP affects banana ripening features during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 94, p. 2170–2178, 2014. DOI 10.1002/jsfa.6599.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários*. Brasília, DF: MAPA, 2023. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 16 fev. 2023.
- CASTRICINI, A.; DIAS, M. S. C.; RODRIGUES, M. G. V.; OLIVEIRA, P. M. de. Quality of organic banana produced in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.39, n.2, e-813. Epub June 05, 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017813>
- CASTRICINI, A.; OLIVEIRA, P.M.de; MARTINELI, M.; DELIZA, R.; RODRIGUES, M.G.V. Bananas apresentadas em dedos e buquês: qualidade e preferência do consumidor. *Revista Sítio Novo*, v. 3, p. 5-19, 2019
- CASTRICINI, A.; RODRIGUES, M. G. V.; OLIVEIRA, P. M. de; COELHO, E. F.; REIS, J. B. R. da S. Amadurecimento de bananas 'Grande Naine', 'BRS Princesa', 'Prata-Anã' clone Gorutuba e 'Prata-Anã' produzidas no Norte de Minas Gerais. Belo Horizonte: EPAMIG, 2022. 6p. Circular Técnica, n.378, 2022.

- CASTRICINI, A.; SANTOS, L.O.; DELIZA, R.; COELHO, E. F.; Rodrigues, M.G.V. Caracterização pós-colheita e sensorial de genótipos de bananeiras tipo Prata. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, p. 27-37, 2015.
- DELIZA, R.; CASTRICINI, A.; CONEGLIAN, R. C. C.; POLIDORO, J. C. **Determinação da taxa respiratória de mamão ‘Golden’**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2008. 4p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado Técnico, 132).
- FAASEMA, J.; ALAKALI, J.S.; ABU, J.O. Effects of storage temperature on 1-methylcyclopropene-treated mango (*Mangifera indica*) fruit varieties. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.38, p.289-295, 2014. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2012.00775.x.
- FERREIRA, D. F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.6. Lavras MG: UFLA, 2015.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. Past: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Patentologia Electronica*, v. 4, n. 1, 9p. 2001.
- IBGE. SIDRA. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, [2023]. Tabela 1613 - Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras permanentes. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 06 out. 2023.
- LÉDO, A. da S.; SILVA JUNIOR, J. F. da; SILVA, S. de O. e; LÉDO, C. A. da S. **Banana Princesa: variedade tipo Maçã resistente à Sigatoka – amarela e tolerante ao mal – do – Panamá**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. 2008. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATC/19951/1/f_01_2008.pdf Acesso em 13 abr. 2023.
- NOMURA, E. S.; MORAES, W. S.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; FUZITANI, E. J.; SAES, L. A.; AMORIM, E. P.; SILVA, S. O. Evaluation of banana genotypes over two crop cycles under subtropical conditions in the Ribeira Valley, São Paulo, Brazil. *Acta Horticulturae*, v.986, p.61-70, 2013. <http://dx.doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.986.4>
- PAULO, B. K.; ALMEIDA, G. K. de; BENDER, R. J. Ethylene concentrations and temperatures on degreening of bananas from a subtropical área. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.53, n.1, 2023. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20210381>
- PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. **Normas de Classificação de Banana**. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29). Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/banana.pdf>. Acesso 02 fev. 2023.
- PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; MESQUITA, C. T. Ação do 1-metilciclopropeno (1-MCP) na vida de prateleira da Banana ‘Maçã’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 27, n. 1, p. 25-28, 2005.
- WANG, Q.; NIE, X.; CANTWELL, M. Hot water and ethanol treatments can effectively inhibit the discoloration of fresh-cut sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. *Postharvest Biology and Technology*, v.94, p.49–57, 2014.
- YAN, S.; CHEN, J.; YU, W.; KUANG, J.; CHEN, W.; LI, X.; LU, W. Expression of genes associated with ethylene-signalling pathway in harvested banana fruit in response to temperature and 1-MCP treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91, p. 91: 650–657, 2011. DOI 10.1002/jsfa.4226
- ZHU, X.; SHEN, L.; FU, D.; SI, Z.; WU, B.; CHEN, W.; LI, X. Effects of the combination treatment of 1-MCP and ethylene on the ripening of harvested banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, v.107, p.23-32, 2015.

**Disponible en:**

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81377384003>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Ariane Castricini, Maria Geralda Vilela Rodrigues,
Raquel Rodrigues Soares Sobral, Eugênio Ferreira Coelho,
Hellen Sílvia Angélica de Oliveira, Diego Batista Souza

**Controle do amadurecimento de banana 'BRS princesa'
com 1 - metilciclopropeno**

Ripening control of 'BRS princesa' banana with 1 -
methylcyclopropene

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha
vol. 24, núm. 2, p. 16, 2023
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.,
México
reginaldo.baez@gestagro.com.mx

ISSN: 1665-0204