

**Compostos bioativos e carboidratos em banana ‘pacovan’ submetida ao revestimento  
com cera de carnaúba**

**Bioactive compounds and carbohydrates in the ‘pacovan’ banana subjected to coating  
with carnaúba wax**

**Compuestos bioactivos y carbohidratos en plátanos ‘pacovan’ recubiertos con cera de  
carnauba**

Recebido: 18/11/2020 | Revisado: 29/11/2020 | Aceito: 03/12/2020 | Publicado: 05/12/2020

**Aline Kelly Pedro de Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6076-9941>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pernambuco, Brasil

E-mail: [alinne.agro@gmail.com](mailto:alinne.agro@gmail.com)

**Raunira da Costa Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8917-8360>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [arinuar@hotmail.com](mailto:arinuar@hotmail.com)

**Laesio Pereira Martins**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3252-0807>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [laesiopmartins@gmail.com](mailto:laesiopmartins@gmail.com)

**Solange de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8587-4828>

Universidade Federal da Paraíba, Brasil

E-mail: [solange\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:solange_ufpb@yahoo.com.br)

**Adriana Ferreira dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6442-7255>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [adrefesantos@yahoo.com.br](mailto:adrefesantos@yahoo.com.br)

**Álison Bruno Borges de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3856-6213>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pernambuco, Brasil

E-mail: [alisonbruno.alimentos@gmail.com](mailto:alisonbruno.alimentos@gmail.com)

## Resumo

Objetivou-se no presente trabalho avaliar os compostos bioativos e carboidratos em banana ‘Pacovan’ submetida ao revestimento com cera de carnaúba, armazenada a 23 °C e 13 °C. Os cachos de bananas foram obtidos no município de Bananeiras (PB), colhidos no período da manhã, no estágio de maturação totalmente verde, com adoção das Boas Práticas Agrícolas (BPA). Os frutos foram selecionados, sanificados e submetidos aos tratamentos controle (sem revestimento) e cera de carnaúba a 5%, 7,5% e 10%. As avaliações foram realizadas nos tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento (23 °C) e 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias (13 °C) com o fim de determinar açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), ácido ascórbico (AA) e polifenóis extraíveis totais (PET). As Bananas ‘Pacovan’ armazenadas a 13 °C e revestidas com cera de carnaúba apresentaram maior estabilidade nos teores de ácido ascórbico e polifenóis e prolongamento de vida útil por mais 8 dias em relação ao armazenamento a 23 °C.

**Palavras-chave:** *Musa spp*; Polifenóis; Ácido ascórbico.

## Abstract

The aim of this study was to evaluate the bioactive compounds and carbohydrates in the ‘Pacovan’ banana subjected to coating with carnauba wax, stored at 23 °C and 13 °C. The Bananas were obtained in the city of Bananeiras, Paraíba State, Brazil, collected in the morning, in the totally green maturity stage, with the adoption of Good Agricultural Practices (GAP). In Physiology Post Harvest Laboratory, the fruits were sorted, sanitized and subjected to treatment control (with no covering) and carnauba wax at 5%, 7.5%, and 10%. The evaluations were performed at 0; 2; 4; 6; 8 and 10 days of storage ( $23 \pm 2$  °C) and 0; 4; 8; 12; 16 and 20 days ( $13 \pm 1$  °C), with the aim of determining the total soluble sugars (TSS), the reducing sugars (RS), the non-reducing sugars (ANR), the ascorbic acid (AA), and the total extractable polyphenols (PET). The temperature of 13 °C provided the fruits of the ‘Pacovan’ banana a life extension of more than 8 days, stability in levels of ascorbic acid and polyphenols compared to storage at 23 °C.

**Keywords:** *Musa spp*; Polyphenols; Ascorbic acid.

## Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar los compuestos bioactivos y carbohidratos en plátanos ‘Pacovan’ recubiertos con cera de carnauba, almacenados a 23°C y 13°C. Los racimos de plátano se cosecharon en el municipio de Bananeiras (estado de Paraíba, Brasil), por la

mañana, en etapa de maduración totalmente verde, con la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Se seleccionaron e higienizaron los frutos, los cuales constituyeron el tratamiento control (sin recubrimiento) y el tratamiento con cera de carnauba al 5%, 7,5% y 10%. Las evaluaciones se realizaron en los tiempos 0, 2, 4, 6, 8 y 10 días de almacenamiento a 23°C y 0, 4, 8, 12, 16 y 20 días de almacenamiento a 13°C, para la determinación de azúcares solubles totales (AST), azúcares reductores (AR), azúcares no reductores (ANR), ácido ascórbico (AA) y polifenoles extraíbles totales (PET). Los plátanos ‘Pacovan’ recubiertos con cera de carnauba y almacenados a 13°C mostraron una mayor estabilidad en los niveles de ácido ascórbico y polifenoles y una vida útil prolongada por más otros 8 días en comparación con los plátanos almacenados a 23°C.

**Palabras clave:** *Musa spp*; Polifenoles; Ácido ascórbico.

## 1. Introdução

A banana (*Musa spp.*) constitui uma das principais frutíferas produzida em todos os continentes. A Ásia é responsável pela maior produção mundial, sendo a Índia o maior produtor, com 30,8 milhões de toneladas, e o Brasil o quarto, com 6,8 milhões de toneladas, e o terceiro em área plantada, com 4781.169 ha. A região nordeste do país é responsável pela maior produção brasileira, tendo destaque à banana ‘Pacovan’ como a mais cultivada (FAO, 2020).

A banana é um fruto climatérico de vida pós-colheita relativamente curta e que apresenta mudanças acentuadas durante o amadurecimento. Uma das mudanças bioquímicas corresponde à conversão dos carboidratos, onde há a hidrólise do amido e acúmulo de açúcares, como sacarose, frutose e glicose (Brackmann, et al., 2006; Sarmiento, et al., 2015). Outra mudança importante corresponde à diminuição na adstringência, na qual a polpa da banana verde apresenta forte adstringência determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. À medida que o fruto amadurece ocorre polimerização destes compostos, com conseqüente diminuição na adstringência (Vilas Boas, et al., 2001). Em estudo realizado por Faller & Fialho (2009) observou-se que 33,6% dos polifenóis totais consumidos diariamente pela população brasileira provêm da banana.

Durante o processamento ou armazenamento de frutos e hortaliças pode ocorrer perdas de ácido ascórbico através de uma série de rotas diferenciadas (Rosa, et al., 2007), sendo importante a utilização de métodos que minimizem a perda dos compostos bioativos e aumentem a vida pós-colheita. Os revestimentos comestíveis estão amplamente sendo

estudados em função de potencialmente prolongar a vida de prateleira, atuando como uma barreira a gases ( $O_2$  e  $CO_2$ ) e vapor de água, podendo ainda carrear compostos antimicrobianos, antioxidantes, entre outros (Saha, et al., 2016).

Várias pesquisas têm mostrado a eficiência da cera de carnaúba na redução da síntese de açúcares em laranja ‘Valência Delta’ (Pereira, et al., 2014), na redução da perda de peso em tomate ‘Débora’ (Chiumarelli & Ferreira, 2006), na manutenção da coloração externa e firmeza em caquis ‘Fuyu’ (Silva, et al., 2011). Na manutenção da firmeza, da cor, dos sólidos solúveis e do ácido ascórbico em mangas ‘Tommy Atkins revestimento à base de emulsão de polissacarídeos de algas com cera de carnaúba (Braga, et al., 2017). Diante desse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar os compostos bioativos e carboidratos em banana ‘Pacovan’ submetida ao revestimento com cera de carnaúba, armazenada a 23 °C e 13 °C.

## 2. Metodologia

Este trabalho trata-se de uma pesquisa experimental, quantitativa, conforme Pereira, et al. (2018). Bananas ‘Pacovan’ foram obtidas em plantio comercial no município de Bananeiras (PB), localizada na Microrregião do Brejo Paraibano, situado a 6° 45’ (S) e 35° 37’ (W). A colheita foi realizada nas primeiras horas da manhã, com adoção das Boas Práticas Agrícolas (CEAGESPE, 2006). Os cachos foram colhidos no estágio de maturação totalmente verde, retirando-se com auxílio de facas afiadas e sanificadas, e os operadores envolvidos na colheita usavam luva de látex. Ainda no campo, os cachos foram despencados, separando-se as 4ª e 5ª pencas e dividindo-as em buquês de 3 frutos. Realizou-se uma pré-sanitização com solução de hipoclorito de sódio na concentração 0,5 mL.L<sup>-1</sup>. Posteriormente, os buquês foram acondicionados em caixas plásticas previamente sanificadas e transportados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Sociais Humanas e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba. No laboratório, os buquês foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de danos, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio na concentração de 2 mL.L<sup>-1</sup> durante 10 minutos e enxaguados com água destilada.

Realizou-se a aplicação dos tratamentos com cera de carnaúba (Fruit wax®, FNT, Campinas, Brasil com 18 a 21% de carnaúba) nas seguintes concentrações: controle (0%, sem revestimento), 5%, 7,5%, e 10% de cera de carnaúba. As bananas foram imersas nas suspensões de cera de carnaúba por cinco segundos e colocadas em mesa de aço inoxidável para secar naturalmente em temperatura ambiente. Sequencialmente foram acondicionadas em bandejas de polipropileno e distribuídas ao acaso nos locais de armazenamento em

temperatura ambiente ( $23\pm 2$  °C e  $70\pm 5\%$  de UR) e BOD ( $13\pm 1$  °C e  $80\pm 5\%$  de UR). As avaliações foram realizadas nos tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento ( $23$  °C) e 0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias ( $13$  °C). Foram as seguintes determinações: ácido ascórbico (AA), segundo Strohecker & Henning (1967); polifenóis extraíveis totais (PET), conforme Larrauri, et al., (1997), açúcares solúveis totais (% de glicose, frutose e sacarose), pelo método de ANTRONA proposto por Yemn & Willis (1954); açúcares redutores (AR), pelo método de DNS, conforme Miller (1959), e açúcares não redutores (ANR), obtidos pela diferença dos açúcares solúveis totais (AST) e açúcares redutores (AR).

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial  $4 \times 6$  (3 concentrações de cera de carnaúba + controle e 6 períodos de armazenamento) para cada temperatura. Cada parcela foi constituída de um buquê contendo 3 frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAS® versão 9.1 (SAS, 2009), licenciado pela Universidade Federal da Paraíba.

### **3. Resultados e Discussão**

De acordo com a Tabela 1, segundo a análise de variância, houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos e períodos de armazenamento para o ácido ascórbico (AA) na banana ‘Pacovan’.

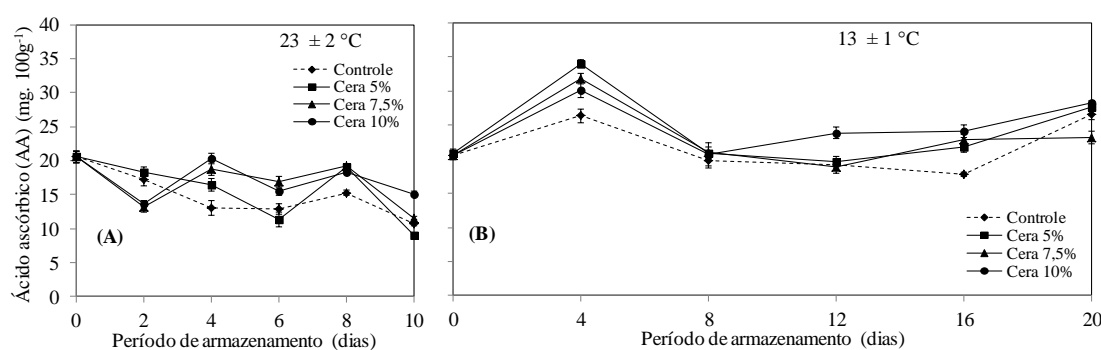
**Tabela 1.** Significância do teste F da análise de variância para os efeitos dos tratamentos e do período de armazenamento sobre as variáveis ácido ascórbico (AA), polifenóis extraíveis totais (PET), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR) e açúcares não redutores (ANR) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a  $23 \pm 2$  °C e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa.

Tratamentos e Interação	23 °C				
	AA	PET	AST	AR	ANR
	----- Significância do teste F -----				
Tratamento (T)	13,69**	4,93**	1,49 <sup>ns</sup>	50,03**	10,17**
Período (P)	289,92**	10,0**	2989,3**	2402,38**	231,49**
T x P	19,69**	3,60**	0,86 <sup>ns</sup>	12,57**	2,94**
CV (%)	6,49	8,37	6,03	7,32	2,75

ns= não significativo, \*\*= significativo ao nível de 1% de probabilidade. Período (P) de armazenamento = 23 oC (0; 2; 4; 6; 8 e 10 dias); Tratamentos (T) = controle, cera de carnaúba a 5%, cera de carnaúba a 7,5%, e cera de carnaúba a 10%; CV= Coeficiente de variação; PET); açúcares solúveis totais (AST); açúcares redutores (AR); e açúcares não redutores (ANR). Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 1A encontram-se expressos os conteúdos de ácido ascórbico (AA) de banana ‘Pacovan’ armazenada a 23 °C. Durante o armazenamento fora verificado oscilação no conteúdo de ácido ascórbico. Os tratamentos que receberam o revestimento de cera de carnaúba nas concentrações de 7,5 e 10% apresentaram os maiores teores de AA, enquanto que as bananas do tratamento-controle o menor teor. Fernandes, et al., (2010) observaram este comportamento em mamão ‘Formosa’ revestida com cera de carnaúba a 20%. A utilização do revestimento de cera de carnaúba proporcionou aos frutos de banana ‘Pacovan’ manutenção nos teores de AA durante o armazenamento (Figura 1A).

**Figura 1.** Ácido ascórbico - AA (mg. 100g<sup>-1</sup>) (A e B) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a  $23 \pm 2$  °C e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa e  $13 \pm 1$  °C e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa. Barras verticais representam o erro padrão da média.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para a variável ácido ascórbico (AA) de banana ‘Pacovan’ armazenadas a 13 °C houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos, período de armazenamento e tratamento versus período de armazenamento (Tabela 2).

**Tabela 2.** Significância do teste F da análise de variância para os efeitos dos tratamentos e do período de armazenamento sobre as variáveis ácido ascórbico (AA), polifenóis extraíveis totais (PET), açúcares solúveis totais (AST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada  $13 \pm 1$  °C e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa.

Tratamentos e Interação	13°C				
	AA	PET	AST	AR	ANR
	----- Significância do teste F -----				
Tratamento (T)	17,26**	38,3**	39,95**	45,13**	1,99 <sup>ns</sup>
Período (P)	163,93**	313,73**	1712,75**	1749,78**	107,9**
T x P	7,31**	43,98**	5,51**	5,71**	1,57
CV (%)	4,96	7,63	5,96	5,59	2,57 <sup>ns</sup>

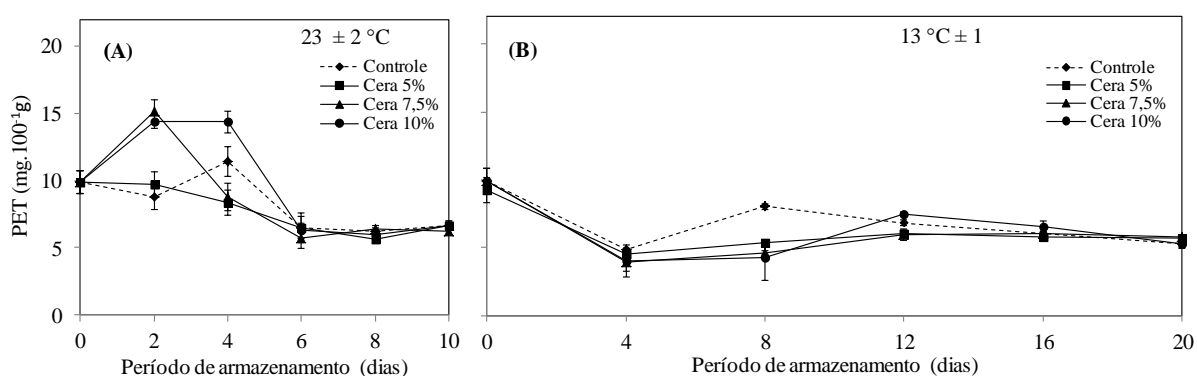
ns= não significativo; \*\*= significativo ao nível de 1% de probabilidade; Período (P) de armazenamento = 13°C (0, 4, 8, 12, 16 e 20 dias); Tratamentos (T) = controle, cera de carnaúba a 5%, cera de carnaúba a 7,5% e cera de carnaúba a 10%; CV= Coeficiente de Variação; ácido ascórbico (AA); polifenóis extraíveis totais (PET); açúcares solúveis totais (AST); açúcares redutores (AR); e açúcares não redutores (ANR). Fonte: Dados da pesquisa

Na Figura 1B encontram-se expressos os conteúdos de ácido ascórbico (AA) de banana ‘Pacovan’ armazenada a 13 °C. O maior teor de AA foi encontrado no 4º dia de armazenamento, onde os frutos do tratamento-controle apresentaram 26,4 mg/100g e os frutos que receberam revestimentos de cera de carnaúba nas concentrações de 5, 7,5 e 10% apresentaram 31,8, 30,1 e 30,2 mg/100g, respectivamente. A manutenção ou a elevação dos níveis de ácido ascórbico durante o armazenamento pode ser decorrente das transformações bioquímicas que ocorrem no período de armazenamento do fruto (Santos, et al., 2013). Pode-se observar nas Figuras 1A e 1B que frutos armazenados a 13 °C apresentaram teor de AA superior aos frutos armazenados a 23 °C. No último período de avaliação os frutos armazenados a 23 °C tiveram valores de AA variando de 9,0 a 15,1 mg/100, enquanto que nos frutos armazenados a 13 °C esses valores foram de 23,2 a 28,3 mg/100g, indicando que os revestimentos de cera de carnaúba e o armazenamento a 13 °C ajudaram na retenção dessa vitamina. Deve-se levar em consideração que a temperatura de armazenamento a 13 °C pode ter reduzido às reações de degradação do fruto e, conseqüentemente, a estabilidade do AA.

Ocorreu diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos e períodos de armazenamento para a variável polifenóis extraíveis totais (PET) de banana ‘Pacovan’

revestidas com e sem cera de carnaúba, armazenadas a 23 °C e 13 °C (Tabela 1 e 2). Verificou-se que os maiores teores de PET foram encontrados nos primeiros períodos de armazenamento, onde os maiores valores foram obtidos nos frutos que receberam o revestimento de cera de carnaúba nas concentrações de 7,5 e 10% (15,2 e 14,2 mg/100g), respectivamente. Após o 4º dia ocorreu estabilidade nestes teores (Figura 2A). Esses compostos são sintetizados por vias metabólicas durante o desenvolvimento e a maturação de frutos com diferentes funções bioquímicas e físicas (Pourcel, et al., 2007). O acúmulo de compostos fenólicos é variável e depende, entre muitos fatores, das condições de armazenamento (Veberic, et al., 2008).

**Figura 2.** Polifenóis extraíveis totais- PET (mg. 100g<sup>-1</sup>) (A e B) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a 23 ± 2 °C e 70 ± 5% de umidade relativa e 13 ± 1 °C e 80 ± 5% de umidade relativa. Barras verticais representam o erro padrão da média.



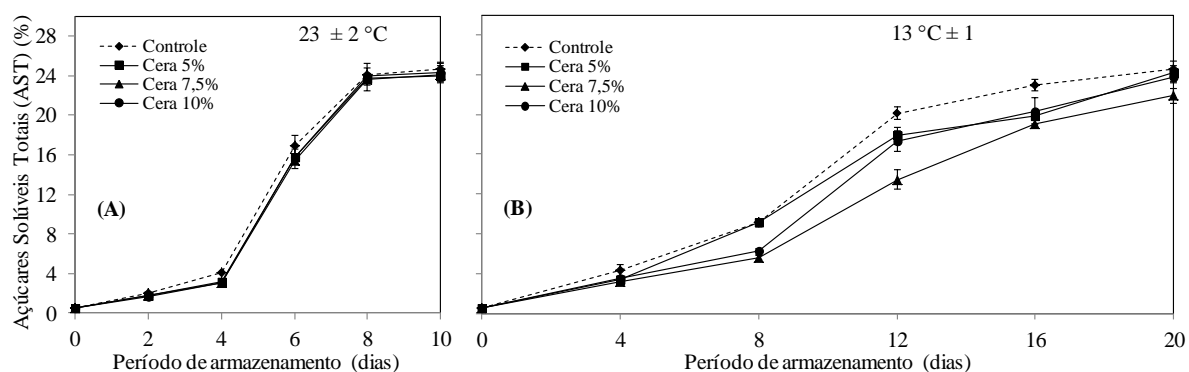
Fonte: Dados da pesquisa.

Durante o armazenamento a 13 °C foi observado que o maior teor de PET foi encontrado no tempo zero do experimento (9,9 mg/100g para todos os tratamentos) e nos frutos do tratamento-controle (8,0 mg/100g) no 8º dia de armazenamento (Figura 2B). Talvez este aumento nos teores de PET no 8º dia de armazenamento nos frutos que não receberam o revestimento de cera de carnaúba tenha alguma relação com provável estresse sofrido. No caso dos frutos revestidos, a cera de carnaúba inibiu o estresse durante o armazenamento. Os compostos fenólicos são substâncias do metabolismo secundário do fruto e sua variação durante a etapa pós-colheita muitas vezes está relacionada à fisiologia normal da maturação (Harborne & Williams, 2000) ou como resposta a estresses ambientais envolvendo temperatura, transpiração, oxigênio e patógenos (Roussos, et al., 2007). A cera de carnaúba na concentração de 10% apresentou eficiência na manutenção de PET quando armazenada a 13 °C.



Os resultados demonstram que o conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) em bananas revestidas com e sem cera de carnaúba armazenada a 23 °C não apresentaram impacto significativo entre os tratamentos, apenas entre os períodos de armazenamento (Tabela 1). O conteúdo de açúcares solúveis totais (AST) foram crescentes em todos os períodos, principalmente para os frutos do tratamento-controle. Observou-se aumento considerável após o 4º dia de armazenamento nos frutos armazenados a 23 °C (Figura 3A), enquanto que nos frutos mantidos a temperatura de 13 °C esse aumento foi verificado após o 8º dia (Figura 3B). O aumento nos teores de AST foi esperado durante o armazenamento e ocorreu em virtude da hidrólise do amido e acúmulo de açúcares (Brackmann, et al., 2006). As bananas revestidas com cera de carnaúba apresentaram o mesmo comportamento de bananas do tratamento-controle, demonstrando que o revestimento não produziu uma barreira ao O<sub>2</sub>, a qual não foi eficiente em diminuir a taxa dos processos respiratórios e consequentemente retardar a síntese de açúcares (Figura 3A).

**Figura 3.** Açúcares solúveis totais –AST (%) (A e B) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a 23 ± 2 °C e 70 ± 5% de umidade relativa e 13 ± 1 °C e 80 ± 5% de umidade relativa. Barras verticais representam o erro padrão da média.



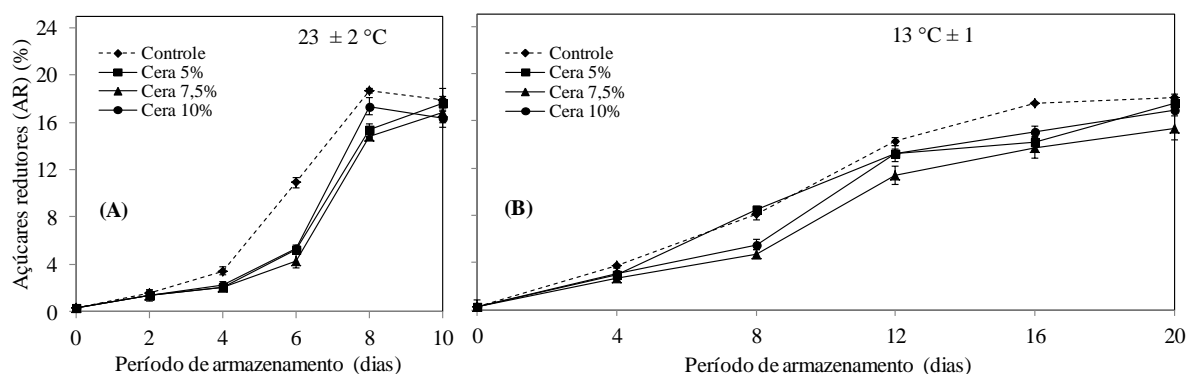
Fonte: Dados da pesquisa.

A análise estatística revelou que houve efeito significativo ( $p < 0,01$ ) entre os tratamentos e períodos de armazenamento para a variável açúcares solúveis totais (AST) de bananas armazenadas a 13 °C (Tabela 2). De acordo com os resultados apresentados na Figura 3B verificou-se que a concentração de cera de carnaúba a 7,5% apresentou o menor teor de AST, enquanto que no tratamento-controle este valor foi maior. Os melhores resultados ocorreram quando bananas revestidas com cera de carnaúba a 7,5% e armazenadas a 13° C apresentaram evolução menos acentuada nos AST, sendo o tratamento efetivo na manutenção

dos teores de AST, proporcionando menores médias, sugerindo que nos frutos do tratamento-controle houve um metabolismo mais intenso.

Verificou-se diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre tratamentos e períodos de armazenamento para a variável açúcares redutores (AR) da banana ‘Pacovan’ revestida com e sem cera de carnaúba, armazenada a  $23^{\circ}\text{C}$  e  $13^{\circ}\text{C}$  (Tabela 1 e 2). Observou-se síntese de açúcares redutores (AR) ao longo do período de armazenamento, sobretudo nos frutos sem revestimentos. Este comportamento também foi observado por Maqbool, et al., (2011) ao encontrarem menor síntese de AR em bananas revestidas com quitosana e maior em banana sem revestimento. O maior teor de AR ocorreu no 8º dia para o tratamento controle (18,7%) e cera de carnaúba na concentração de 10% (17,3%) (Figura 4A). As bananas revestidas com cera de carnaúba nas concentrações de 5% e 7,5% não apresentaram declínio nos teores de AR ao final do armazenamento, supondo que o revestimento reduziu a síntese de AR.

**Figura 4.** Açúcares redutores (AR) (%) (A e B) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa e  $13 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa. Barras verticais representam o erro padrão da média.



Fonte: Dados da pesquisa.

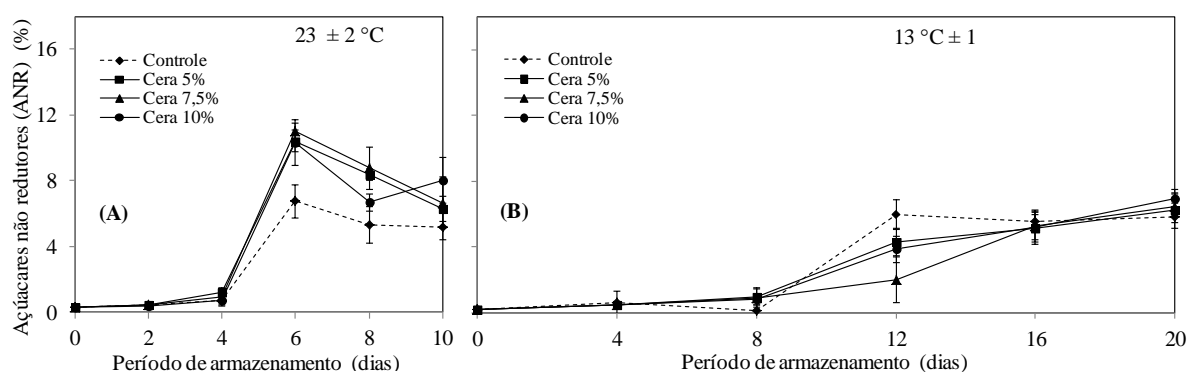
Os frutos armazenados a  $13^{\circ}\text{C}$  apresentaram inicialmente 0,3% de açúcares redutores. No decorrer do armazenamento ocorreu acréscimo de AR em todos os tratamentos. Após o 12º dia os frutos apresentaram aumento expressivo, indicando início do amadurecimento. O aumento no teor de AR durante o armazenamento também foi observado por Nogueira, et al., (2007) em banana ‘Pacovan’. O uso da cera de carnaúba reduziu a síntese de AR, principalmente nos frutos revestidos a 7,5% de cera de carnaúba, que apresentaram 15,4% de AR no 20º dia de armazenamento, enquanto que os frutos do tratamento-controle apresentaram 18% de AR, indicando que o revestimento pode ter diminuído a velocidade da

atividade das enzimas amilases, glicosidases e fosforilases, as quais atuam nas reações de hidrólise dos carboidratos complexos em açúcares solúveis (Baez-Sañudo, et al., 2009).

Para os açúcares não redutores (ANR) de banana ‘Pacovan’ armazenadas a 23 °C os tratamentos apresentaram interação significativa ( $p < 0,01$ ) (Tabela 1). Durante o armazenamento foi observado aumento nos teores ANR e posterior decréscimo no 6º dia (Figura 5A). O maior declínio foi observado nas bananas que não receberam revestimento de cera de carnaúba. O declínio nos teores de ANR pode ser atribuído à utilização dos mesmos no metabolismo respiratório das bananas (Prill, et al., 2011). Esse comportamento ocorreu, provavelmente, devido ao revestimento da cera de carnaúba não ter criado uma barreira na casca dos frutos, favorecendo a aceleração na maturação.

Para a variável açúcares não redutores (ANR) de bananas ‘Pacovan’ armazenadas a 13 °C os tratamentos não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) apenas para os períodos de armazenamento (Tabela 2). As bananas apresentaram pico para os ANR aos 12 dias de armazenamento, onde os frutos do tratamento-controle apresentaram o maior teor (5,8%), seguido de declínio. Os demais tratamentos com cera de carnaúba a 5%, 7,5% e 10% tiveram pico crescente, apresentando, no último período, 6,7%, 6,5% e 6,9% de ANR, respectivamente (Figura 5B). Este comportamento pode indicar que a refrigeração retardou o processo de senescência, não levando à diminuição dos teores de sacarose ao final do armazenamento (Vila, et al., 2007).

**Figura 5.** Açúcares não redutores (ANR) (%) (A e B) de banana ‘Pacovan’ revestida com cera de carnaúba, armazenada a  $23 \pm 2$  °C e  $70 \pm 5\%$  de umidade relativa e  $13 \pm 1$  °C e  $80 \pm 5\%$  de umidade relativa. Barras verticais representam o erro padrão da média.



Fonte: Dados da pesquisa.

#### 4. Conclusão

O uso do revestimento de cera de carnaúba influenciou positivamente a estabilidade de ácido ascórbico e polifenóis totais, principalmente nos frutos armazenados a 13 °C. A cera de carnaúba associada ao resfriamento (13 °C) também foi eficiente em retardar a síntese de carboidratos em banana 'Pacovan', principalmente na concentração de 7,5%.

Sugere-se novos estudos que investiguem a atividade antioxidante e a estabilidade de outros compostos bioativos em banana 'Pacovan', revestidas com cera de carnaúba, armazenadas em temperatura ambiente e de refrigeração.

#### Referências

- Baez-Sañudo, M., Siller-Cepeda, J., Muy-Rangel, D., Heredia, J. B. (2009). Extending the shelf-life of banana with 1-methylcyclopropene and a chitosan based edible coating. *Journal of the Science Food and Agriculture*, 89 (14), 2343-2349.
- Brackmann, A., Cristiano André Steffens, C. A., Sestari, I., Neuwald, D. A., Giehl, R. F. H. (2006). Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana prata com absorção de etileno. *Ciência e Agrotecnologia*, 30 (5), 914-919.
- Braga, A. C., Rodrigues, M. J., Souza Filho, M. S. M., Azeredo, H. M. C., Silva, E. O., Oliveira, A. V., Ribeiro, H. L. (2017) *Uso de Revestimento de polissacarídeos de algas marinhas e cera de carnaúba na conservação pós-colheita de mangas*. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical.
- CEAGESP (2006). Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. *Normas de Classificação de Banana*. São Paulo: Centro de Qualidade em Horticultura - CQH/CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).
- Chiumarelli, M., Ferreira, M. D. (2006). Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. *Horticultura Brasileira*, 24 (3), 381-385.

Faller, A. L. K. & Fialho, E. (2009). Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. *Revista Saúde Pública*, 43 (2), 211-218.

FAO [2020] - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Food and agricultural commodities production. Recuperado de < [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/)>.

Fernandes, P. L. O., Aroucha, E. M. M., Souza, P. A., Sousa, A. E. D., Fernandes, P. L. O. (2010). Qualidade de mamão 'Formosa' produzido no RN e armazenado sob atmosfera passiva. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (4), 599-604.

Harborne, B. J. & Williams, C. A. (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55 (6), 481-504.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (4), 1390-1393.

Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Zahid, N., Siddiqui, Y. (2011). Effect of a novel edible composite coating based on gum arabic and chitosan on biochemical and physiological responses of banana fruits during cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (10), 5474-5482.

Miller, G. L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Analytical Chemistry*, 31 (3), 426-428.

Nogueira, D. H., Pereira, W. E., Silva, S. M., Araújo, R. C. (2007). Mudanças fisiológicas e químicas em bananas 'Nanica' e 'Pacovan' tratadas com carbureto de cálcio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29 (3), 460-464.

Pereira, G. S., Machado, F. L. C., Costa, J. M. C. (2014). Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja 'Valência Delta' durante armazenamento ambiente. *Revista Ciência Agronômica*, 45 (3), 520-527.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).

Pourcel, L., Routaboul, Jean-Marc., Cheynier, V. Lepiniec, L., Debeaujon, I. (2007). Flavonoid oxidation in plants: from biochemical properties to physiological functions. *Trends in Plant Science*, 12, 29-36.

Prill, M. A. S., Neves, L. C., Grigio, M. L., Vasconcelos, L. L., Silva, S., Chagas, E. A., Campos, A. J. (2011) Climatização de bananas ‘Prata-Anã’: métodos e tempos para o desverdecimento após o armazenamento refrigerado. *Revista Agro@ambiente On-line*, 5 (2), 134-142.

Rosa, J. S., Godoy, R. L. O., Oiano Neto, J., Campos, R. S., Matta, V. M., Freire, C. A., Silva, A. S., Souza, R. S. (2007). Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27 (4), 837-846.

Roussos, P. A., Matsoukib, A., Pontikis, C. A., Chronopoulou-Serelib, A. (2007). Relations of environmental factors with the phenol content and oxidative enzyme activities of olive explants. *Scientia Horticulturae*, 113, 100-102.

Saha, N. R., Sarkar, G., Roy, I., Rana, D., Bhattacharyya, A., Adhikari, A. Mukhopadhyay, A., Chattopadhyay, D. (2016). Studies on methylcellulose/ pectin/ montmorillonite nanocomposite films and their application possibilities. *Carbohydrate Polymers*, 136, 1218-1227.

Santos, C. M., Abreu, C. M. P., Freire, J. M., Corrêa, A. D. (2013) Atividade antioxidante de frutos de quatro cultivares de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 (2), 339-344.

Sarmiento, D. H. A., Souza, P. A., Sarmiento, J. D. A., Freitas, R. V. S., Salgado Filho, M. (2015). Armazenamento de banana ‘prata catarina’ sob temperatura ambiente recobertas com fécula de mandioca e PVC. *Revista Caatinga*, 28 (2), 235 – 241.

SAS [2009] Institute Inc. Statistical analytical system. Cary, North Carolina, versão 9.1.

Silva, M. C., Atarassi, M. E., Ferreira, M. D., Mosca, M. A. (2011). Qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. *Ciência Agrotecnologia*, 35, 144-151.

Strohecker, R., Henning, H. M. (1967). *Analisis de vitaminas: métodos comprobados*. Madrid: Paz Montalvo, 428.

Veberic, R., Colaric, M., Stampar, F. (2008). Phenolic acids and flavonoids of fig fruit (*Ficus carica* L.) in the northern Mediterranean region. *Food Chemistry*, 106, 153-157.

Vilas Boas, E. V. B., Alves, R. E., Filgueiras, H. A. C., Menezes, J. B. et al. (2001). *Características da Fruta*. In: Matsuura, F. C. A. U., Polegatti, I. S. Banana: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 15-19.

Vila, M. T. R., Lima, L. C. O., II, Vilas Boas, E. V. B., Hojo, E. T. D., Rodrigues, L. J., Paula, N. R. F. (2007). Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. *Ciência e Agrotecnologia*, 31 (5), 1435-1442.

Yemn, E.W., Willis, A. J. (1954) The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal*, 57 (3), 508-514.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Aline Kelly Pedro de Araújo – 16,66%

Raunira da Costa Araújo – 16,66%

Laesio Pereira Martins – 16,66%

Solange de Sousa – 16,66%

Adriana Ferreira dos Santos – 16,66%

Álison Bruno Borges de Sousa – 16,66%