

**AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA VIDA ÚTIL DE
BANANA NANICA (*Musa acuminata*.)**

BRUNA FERNANDES ORTEGA

DALICE RUI FURINI

DOURADOS, MS

2023

**BRUNA FERNANDES ORTEGA
DALICE RUI FURINI**

**AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA VIDA ÚTIL DE
BANANA NANICA (*Musa acuminata*.)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profª Drª Silvia Maria Martelli

Área de concentração: Ciências Agrárias:
5.07.02.00-9 - Tecnologia de Alimentos

DOURADOS, MS

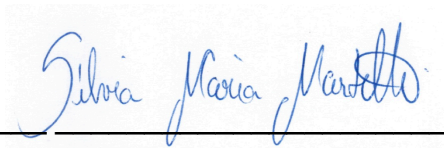
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

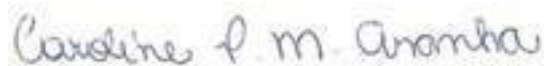
**Avaliação de revestimentos comestíveis na vida útil de banana
nanica (*Musa acuminata*.)**

Aprovado em: 21/11/2023.

BANCA EXAMINADORA



Profª Drª Silvia Maria Martelli
(Presidente - Orientador)



Profª Drª Caroline Pereira Moura Aranha
(Membro)



Mestre Igor Gabriel Silva Oliveira
(Membro)

AValiação DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA VIDA ÚTIL DE BANANA NANICA (*Musa acuminata*.)

Bruna Fernandes Ortega
Dalice Rui Furini
Silvia Maria Martelli

Resumo

Derivado da celulose, a carboximetilcelulose (CMC) é um polímero conhecido por suas propriedades de formação de filme e espessamento. Os revestimentos comestíveis que utilizam CMC criam uma camada protetora na superfície das frutas, diminuindo a deterioração e evitando a perda de umidade. O ácido giberélico (AG3), tem o potencial de aprimorar a qualidade dos frutos e atrasar o processo de amadurecimento. Neste estudo, CMC e ácido giberélico (AG3) foram utilizados para estender a vida útil de bananas nanicas. Foram avaliados os parâmetros de acidez titulável, análises estatísticas, análise visual, colorimetria, perda de massa, pH e sólidos solúveis. Visualmente as combinações de CMC e AG3 atrasaram o amadurecimento, de acordo com a colorimetria o CMC e AG3 (0,05% e 0,15%) obtiveram os menores valores para b*. O tratamento CMC + AG3 0,05% mostrou o melhor desempenho em reduzir a perda de massa, considerando os valores de pH, o inicial obteve diferença significativa ao nível de 5% das demais amostras. O revestimento CMC + AG3 0,05% se mostrou eficaz de acordo com o parâmetro de sólidos solúveis, enquanto que Ag3 0,05% e CMC + AG3 0,05% obtiveram valores satisfatórios de acidez titulável pontuando o retardamento da amadurecimento, por fim, as coberturas à base de CMC + AG3, mesmo em diferentes concentrações, demonstraram índices de maturação mais baixos, apontando a diminuição no processo de amadurecimentos das frutas.

Palavras-chave: Ácido giberélico; Carboximetilcelulose; Coberturas comestíveis.

Abstract

Derived from cellulose, carboxymethylcellulose (CMC) is a polymer known for its film-forming and thickening properties. Edible coatings using CMC create a protective layer on the surface of fruits, reducing deterioration and preventing moisture loss. Gibberellic acid (AG3) has the potential to enhance fruit quality and delay the ripening process. In this study, CMC and gibberellic acid (AG3) were used to extend the shelf life of dwarf bananas. Parameters including visual analysis, weight loss, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio, colorimetry, and statistical analyses were evaluated. Visually, combinations

of CMC and AG3 delayed ripening. According to colorimetry, CMC and AG3 (0.05% and 0.15%) yielded the lowest b^* values, with AG3 0.05% maintaining the least luminous fruits. The CMC + AG3 0.05% treatment performed best in terms of weight loss. Regarding pH, the initial pH showed a significant difference compared to the other samples at the 5% level. The CMC + AG3 0.05% coating proved effective in terms of soluble solids, while AG3 0.05% and CMC + GA3 0.05% obtained satisfactory titratable acidity values, indicating a delay in ripening. Ultimately, CMC + AG3-based coatings, even in different concentrations, demonstrated low maturation indices, indicating a reduction in the fruit ripening process.

Keywords: Carboxymethylcellulose; Edible coatings; Gibberellic acid.

Introdução

O Brasil se destaca como o terceiro maior produtor global de frutas, ocupando a vigésima terceira posição no ranking dos exportadores ao redor do mundo. A produção anual brasileira ultrapassa as 40 milhões de toneladas, no entanto, menos de 3% dessa produção é destinada à exportação. Essa realidade reflete um consumo interno significativo (Kist et al., 2019). No entanto, uma parcela dessa produção não chega a ser consumida pela população, pois se perde durante o armazenamento (Borges et al., 2016).

A rápida deterioração das frutas, causada pela persistência dos processos metabólicos na fase pós-colheita, aliada a práticas inadequadas durante a colheita, transporte e armazenamento, são os principais responsáveis pela degradação da qualidade (Carvalho et al., 2001).

A banana nanica apresenta uma durabilidade limitada, pois são consideradas frutas climatéricas e altamente sensíveis aos efeitos de temperatura, tornando-se mais propensa a perdas após a colheita, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, durante a fase de venda (Mahajan et al., 2014; Oliveira et al., 2016).

A banana nanica possui desafios em termos de consumo, sendo um deles o rápido escurecimento e amadurecimento da fruta. Esse processo está relacionado à atuação das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, que estão principalmente concentradas na polpa da fruta e têm sua atividade ampliada quando a banana é cortada ou descascada. Além disso, a quantidade de água presente no alimento influencia diretamente a atividade dessas enzimas (Melo; Vilas-Boas, 2006).

Visando uma forma de prolongar a vida útil da banana nanica, diversas técnicas são empregadas, como a aplicação dos chamados revestimentos comestíveis, que são formados por materiais atóxicos, tendo como função controlar a durabilidade de frutas e alimentos em geral, por meio de controle de ações metabólicas do fruto, formando uma barreira semipermeável (Fratari et al., 2021). Sua função principal é a de criar uma superfície por meio de uma película fina com propriedades que levam a um controle da perda de gases ou vapor d'água, podendo ser enriquecidas com antioxidantes e/ou antimicrobianos que são eficientes na preservação da qualidade e na durabilidade dos frutos pós-colheita (Suput et al., 2015).

Nesse contexto, a utilização de revestimentos comestíveis é uma alternativa promissora para melhorar a conservação da banana, oferecendo uma barreira física entre o produto e o ambiente externo. Esses revestimentos podem ser formulados com ingredientes naturais, como o CMC e o AG3, que têm demonstrado potencial para retardar o amadurecimento e a deterioração das frutas.

O CMC é frequentemente utilizada como revestimento comestível em frutas, contribuindo para a preservação e qualidade pós-colheita, este tipo de revestimento forma uma barreira protetora na superfície da fruta, retardando a perda de água, reduzindo a respiração e a taxa de degradação de nutrientes, pode ajudar a prevenir a deterioração física, química e microbiológica, aumentando a vida útil das frutas. É um polímero semi sintético aniônico, amplamente utilizado na área alimentícia, além de ser atóxica, biocompatível e biodegradável (Liu et al., 2006).

O AG3 é objeto de estudo especialmente na fase pós-colheita. Isso se deve ao seu potencial de aprimorar a qualidade dos frutos e atrasar o processo de amadurecimento, sendo mediado por um intrincado mecanismo de sinalização. Este mecanismo está diretamente relacionado à atividade das enzimas que desempenham um papel crucial no processo de amadurecimento (Rosseto et al., 2004).

Espera-se que a combinação de CMC e AG3 seja capaz de retardar o amadurecimento da banana nanica, reduzir a perda de qualidade e prolongar sua vida útil. Isso teria implicações significativas para a indústria alimentícia, permitindo o transporte e armazenamento de bananas em condições mais favoráveis, ampliando sua disponibilidade e reduzindo os desperdícios.

Sabendo das perspectivas acerca do uso de revestimentos comestíveis, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de filmes comestíveis à base de ácido giberélico e carboximetilcelulose na conservação da banana nanica (*Musa acuminata*.) armazenada à temperatura de aproximadamente 23 °C, utilizando como parâmetros análises físico-químicas como acidez titulável, cor das bananas, perda de massa, pH, ratio e sólidos solúveis.

Materiais e Métodos

As bananas nanicas (*Musa acuminata*.) foram adquiridas no comércio local da cidade de Dourados-MS, selecionadas com base na integridade da casca e tamanhos mais próximos da uniformidade.. Em seguida, as bananas foram lavadas em água corrente a fim de remover sujeiras superficiais. Após a lavagem, foram secas com papel absorvente. Posteriormente, foram armazenadas em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) e separadas em grupos de tratamento, sendo cada grupo composto por dez bananas.

Para a elaboração das coberturas, foram utilizadas CMC (CAS: 9000-11-17), Sorbitol (CAS: 50-70-4) e AG3 (CAS: 77-06-5). Foram elaboradas coberturas com diferentes concentrações de AG3, com e sem a adição do biopolímero CMC.

Preparo dos revestimentos

O revestimento à base de CMC foi produzido a partir da solubilização em concentrações de 0,5% (m/v) e os revestimentos à base de AG3 produzidas a partir da solubilização do composto em concentrações de 0,05% (m/v), 0,1% (m/v) e 0,15% (m/v) em água destilada sendo homogeneizados com agitador mecânico a 400 rpm por 15 minutos. As composições finais de cada tratamento foram descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações utilizadas no recobrimento das bananas

Tratamentos		Composição	
Código	CMC (g/100mL)	AG3 (mg/L)	Sorbitol (g/g CMC)
Controle	-	-	-
AG3 0,05%	-	50	-
AG3 0,1%	-	100	-
AG3 0,15%	-	150	-
CMC	0,5	-	0,2
CMC + AG3 0,05%	0,5	50	0,2
CMC + AG3 0,1%	0,5	100	0,2

Os revestimentos foram preparados e utilizados imediatamente. Para cada tratamento, 10 unidades de bananas foram posicionadas em grades e os revestimentos foram aplicados utilizando a técnica de pincelagem. As bananas foram deixadas nas grades em temperatura ambiente até que a secagem estivesse completa. Após a completa secagem, as frutas foram enumeradas, posicionadas em bandejas plásticas que anteriormente foram limpas e sanitizadas com álcool 70% em ângulo fixo para a realização da coleta de imagens. As bandejas com as amostras foram acondicionadas em laboratório com temperatura controlada a 23°C simulando as condições de armazenamento em supermercados.

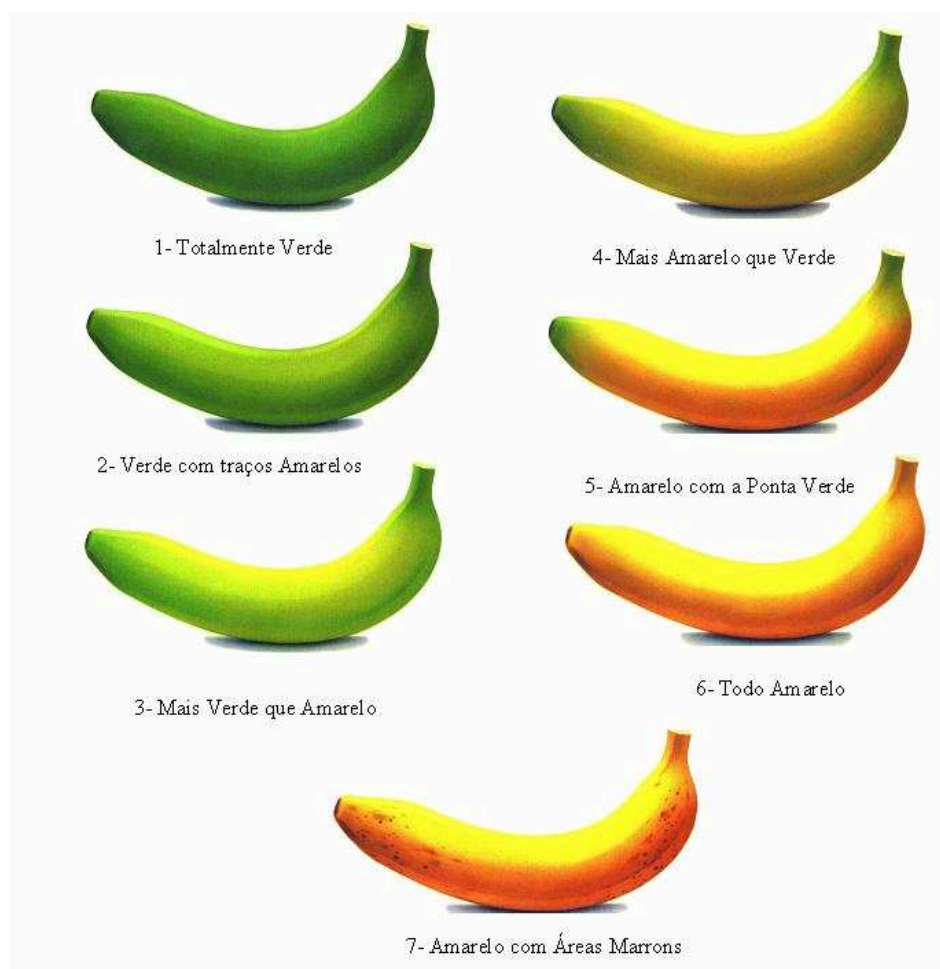
Análises

Para avaliar os efeitos dos revestimentos sobre as frutas, foram realizadas as seguintes análises: acidez titulável, análise visual, colorimetria (coletando dois pontos de coloração na parte superior das cascas das bananas), perda de massa, pH, sólidos solúveis e ratio.

Análise visual

No decorrer do experimento foram coletados registros fotográficos a fim de se realizar a avaliação visual das frutas, coletadas nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 12, 14, 16 e 19 de armazenamento. As imagens obtidas foram classificadas em uma escala subjetiva de notas segundo o índice de maturação definido por Von Loesecke (CEAGESP, 2006) que classifica os frutos em 7 categorias conforme a Figura 1.

Figura 1. (CEAGESP, 2006).



Perda de massa

Para a determinação da perda de massa, foram pesadas 4 bananas de cada tratamento em balança analítica (Analyser-Mark 500) nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 12, 14, 16 e

19 do armazenamento e a perda de massa foi calculada de acordo com a Equação 1 e expressa em porcentagem.

$$PM = \frac{(M_o - M_f)}{M_o} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

PM = Perda de massa;

M_o = Massa inicial da amostra;

M_f = Massa final da amostra;

Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH dos frutos foi realizada utilizando-se um pHmetro de bancada, LAB METER pH-3B, e soluções padrões de pH 4 e 7 para calibração do aparelho antes da leitura.. As bananas foram trituradas em mixer manual e a mistura diluída em água destilada na proporção de 2 g para 1 mL.

Teor de sólidos solúveis

A polpa foi triturada e diluída em água destilada, fez-se então a refratometria utilizando o refratômetro Vortex VX0-90, conforme Instituto Adolf Lutz (2008). Os resultados foram expressos em °Brix.

Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por titulação segundo a metodologia proposta pelas Normas Analíticas do Instituto Adolf Lutz (2008). Os resultados foram expressos em % de ácido málico e calculados de acordo com a Equação 2:

$$\frac{\text{g de ácido málico}}{100\text{g amostra}} = \frac{V \cdot N \cdot fac \cdot 100}{P \cdot 1000} \quad (2)$$

Onde:

V = volume da solução de NaOH gastos na titulação, em mL;

N = normalidade da solução de NaOH (0,1);

f_{ac} = fator do ácido predominante (ácido málico);

P = quantidade de amostra (g)

Índice de maturação ou ratio

A análise do índice de maturação ou ratio foi determinada pela razão entre os sólidos solúveis totais e acidez total titulável (IAL, 2008).

Parâmetros de cor

A análise colorimétrica foi realizada utilizando colorímetro digital CR 400 (Konica Minolta ®), operando no sistema CIELab (L^* , a^* , b^*). As análises foram realizadas nos dias 0, 2, 4, 7, 9, 12, 14, 16 e 19 de armazenamento, sendo feitas em duplicata no quadrante superior das 10 bananas de cada tratamento. Foram coletados os valores de L^* (luminosidade), a^* (coordenada verde/vermelho) e b^* (coordenada azul/amarelo). As diferenças totais (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) foram obtidas com base no primeiro dia de análise. Os valores de cromaticidade (C^*) foram calculados de acordo com a Equação 3 e os valores de diferença total de cor (E) segundo a Equação 4. Os resultados das análises foram expressos em média.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (\text{Eq. 4})$$

Análises estatísticas

O programa STATISTICA versão 12.0, foi utilizado para calcular as análises de variância (ANOVA) e Tukey. O teste de Tukey foi utilizado para determinar diferenças significativas entre as médias das amostras no intervalo de 95% de confiança ($P < 0,05$), sendo os resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão (DP).

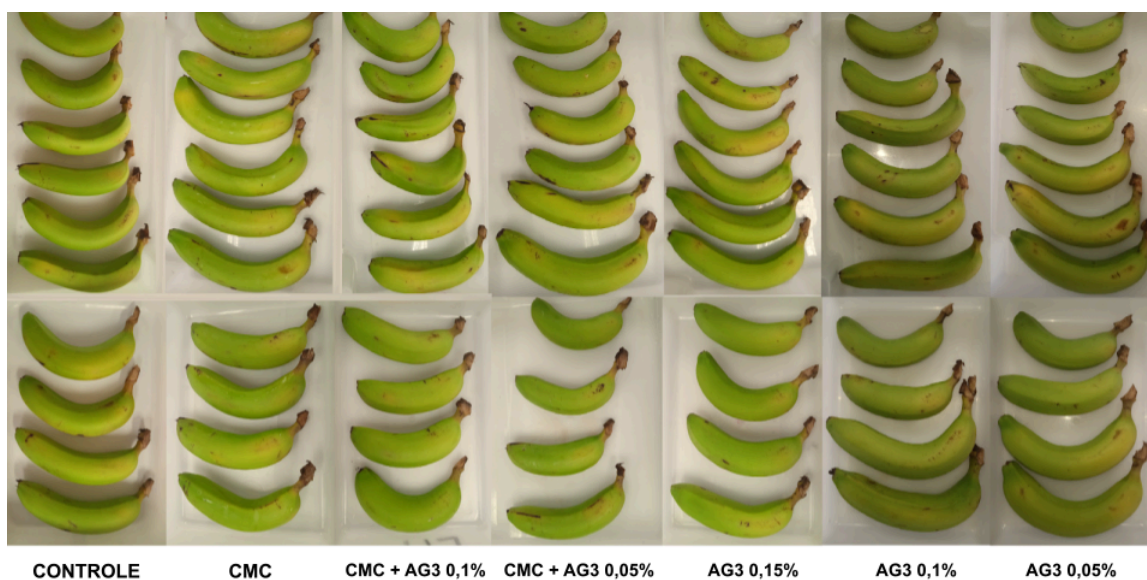
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise visual

Na casca da banana, a coloração indica um estágio adequado de amadurecimento e qualidade. Bananas com coloração uniforme são geralmente associadas a frutas de boa qualidade e sabor. Além disso, a ausência de danos físicos, como amassados, cortes ou arranhões, é um indicador de frescor e integridade do produto, assim como a quantidade de bananas no cacho, textura, aroma, tamanho e outros aspectos também são levados em consideração no processo de compra (Matsuura, 2004). As Figuras de 2 a 10 a seguir correspondem às imagens coletadas a fim de avaliar a aparência visual das frutas durante o armazenamento, a 23 °C. Na Tabela 3 está demonstrada a porcentagem de amadurecimento

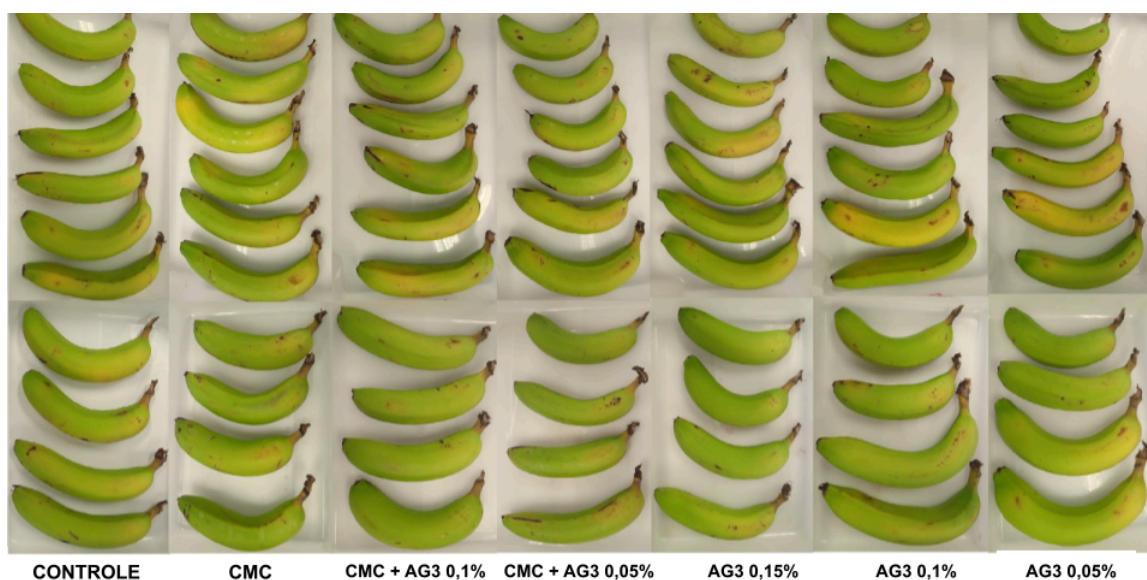
dos frutos de acordo com o índice de maturação definido por Von Loesecke (CEAGESP, 2006).

Figura 2. Zero dias de armazenamento.



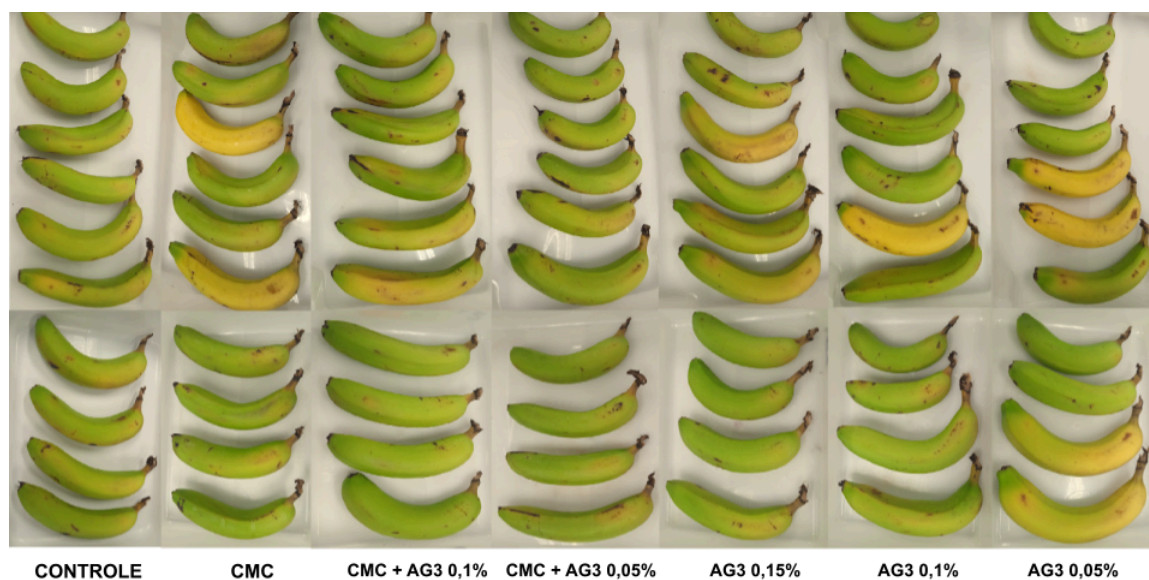
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 3. Dois dias de armazenamento.



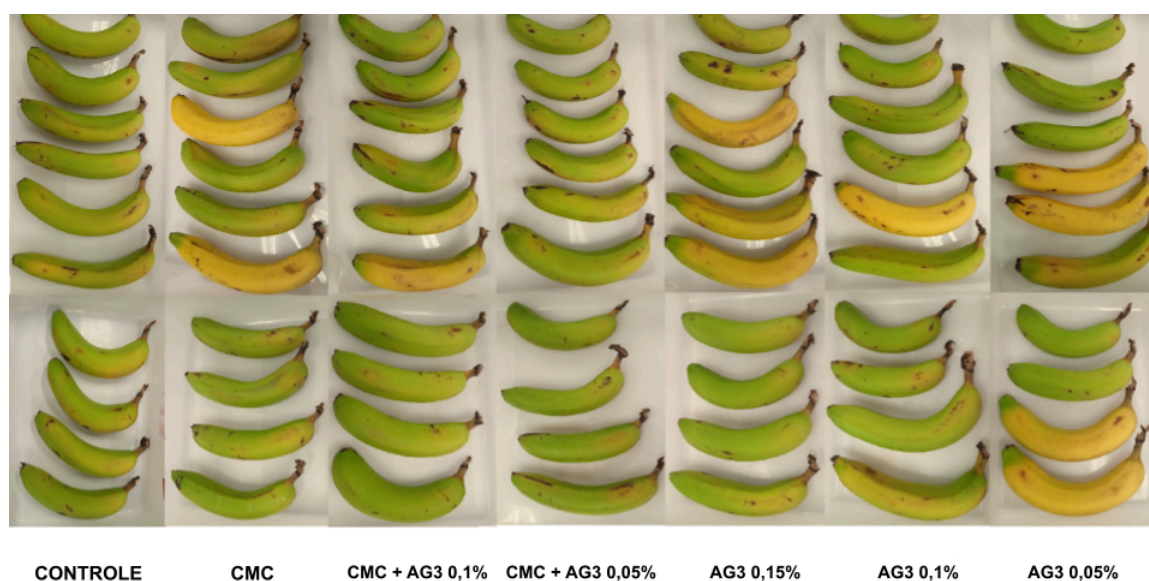
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 4. Quatro dias de armazenamento.



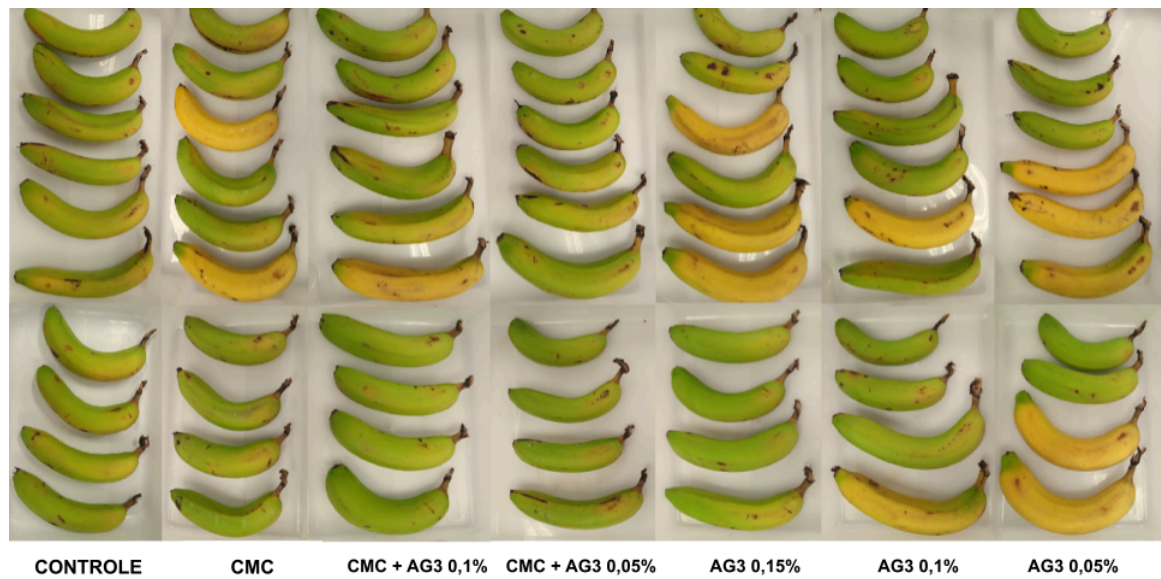
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 5. Sete dias de armazenamento.



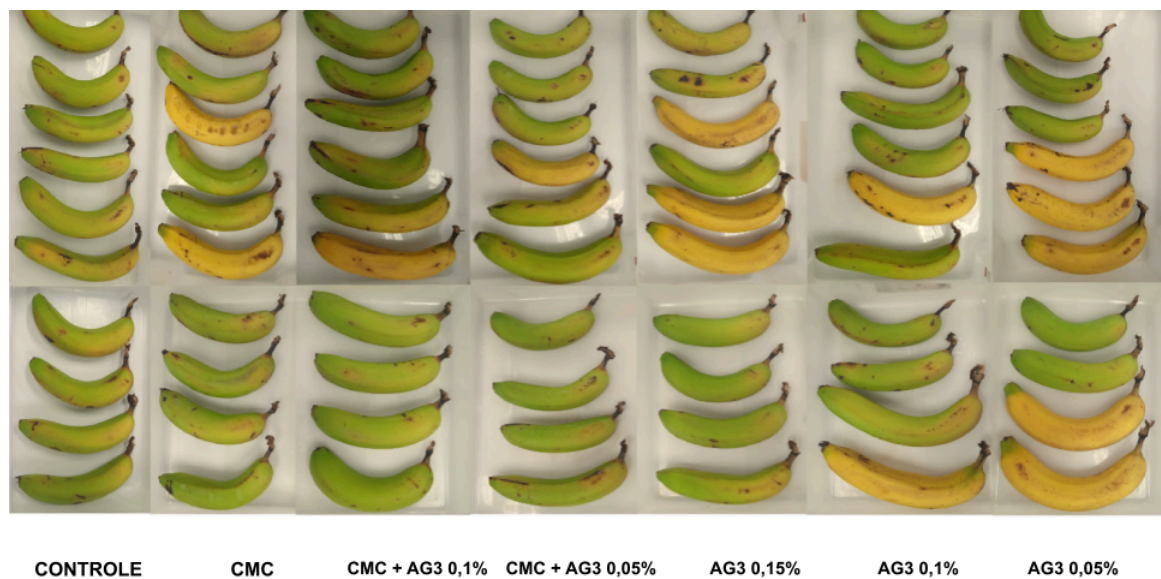
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 6. Nove dias de armazenamentos



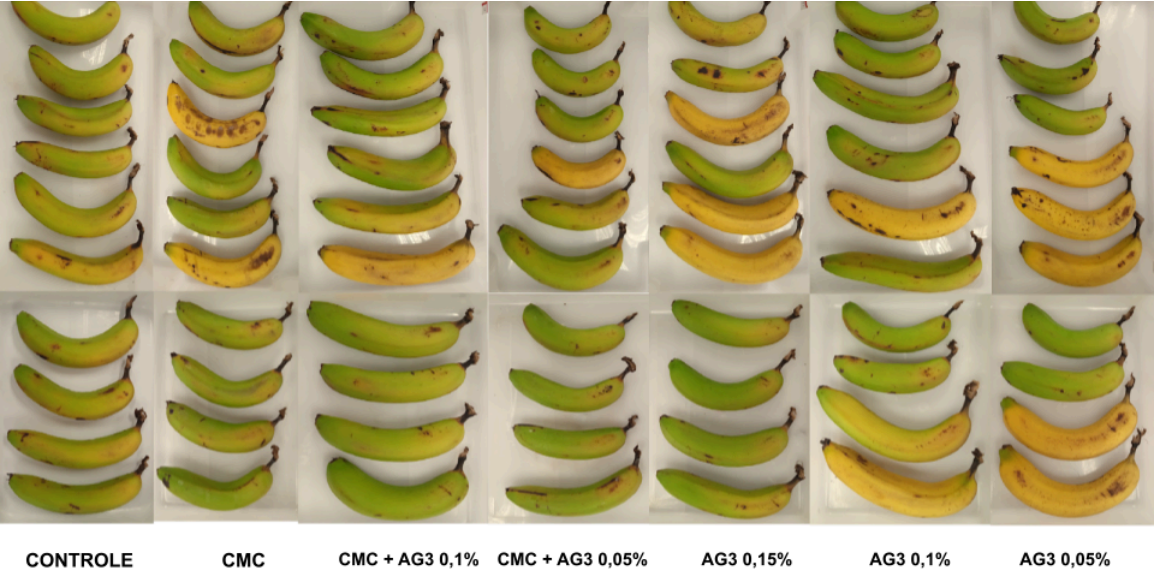
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 7. Doze dias de armazenamento



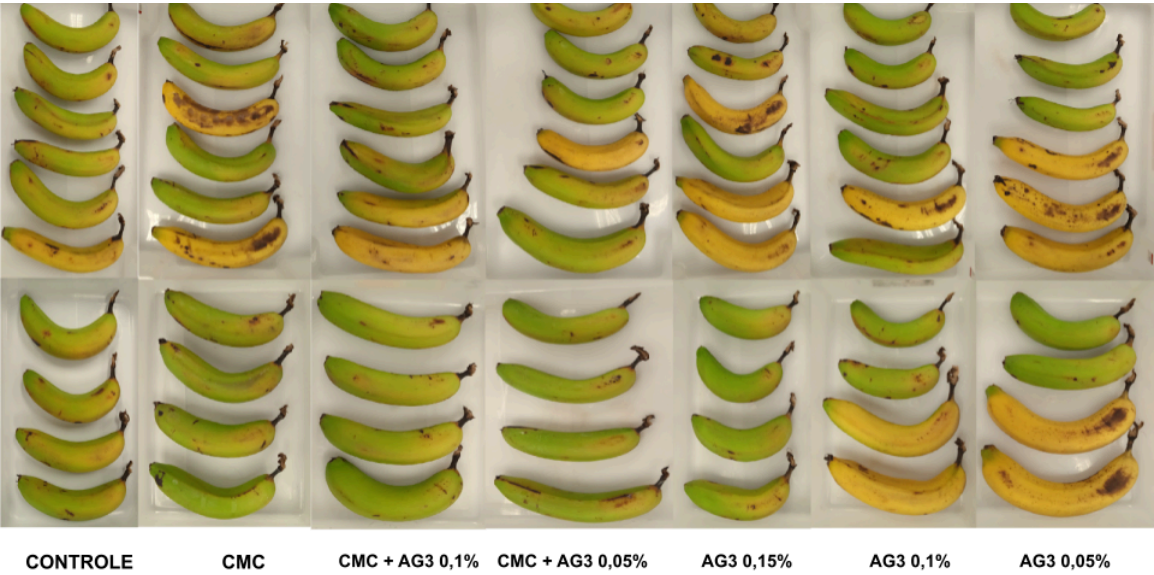
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 8. Quatorze dias de armazenamento.



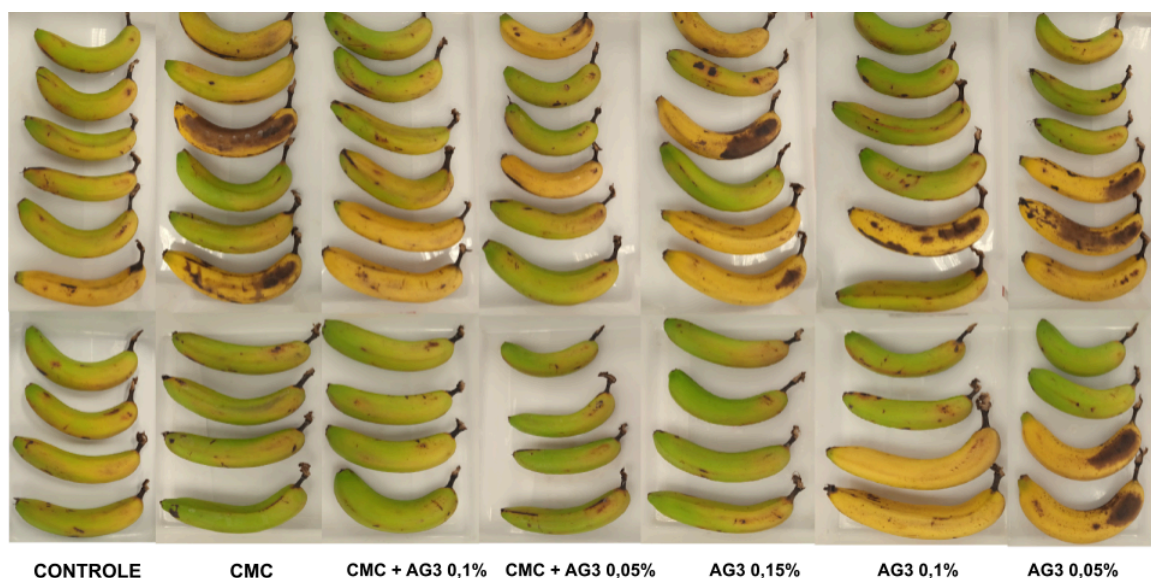
Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 9. Dezesesseis dias de armazenamento.



Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Figura 10. Dezenove dias de armazenamento.



Fonte: Próprios autores, pesquisa de campo.

Tabela 2. Porcentagem de frutos nos diferentes níveis de coloração da casca da banana ‘Nanica’ de acordo com a classificação de CEAGESP, 2006

Tempo de armazenamento (dias)	Coberturas	Níveis de coloração da casca (%)						
		1	2	3	4	5	6	7
0	Controle	-	100	-	-	-	-	-
	CMC	-	100	-	-	-	-	-
	AG3 0,05%	-	60	40	-	-	-	-
	AG3 0,1%	-	100	-	-	-	-	-
	AG3 0,15%	-	80	20	-	-	-	-
	CMC + AG3 0,05%	-	100	-	-	-	-	-
	CMC + AG3 0,1%	-	100	-	-	-	-	-
9	Controle	-	70	30	-	-	-	-
	CMC	-	50	30	-	10	10	-
	AG3 0,05%	-	50	-	10	30	10	-
	AG3 0,1%	-	80	-	10	-	10	-

	AG3 0,15%	-	50	20	-	30	-	-
	CMC + AG3 0,05%	-	100	-	-	-	-	-
	CMC + AG3 0,1%	-	80	10	-	10	-	-
19	Controle	-	-	50	40	10	-	-
	CMC	-	10	50	20	20	-	-
	AG3 0,05%	-	40	10	-	30	10	10
	AG3 0,1%	-	30	30	10	10	10	10
	AG3 0,15%	-	30	20	10	30	-	10
	CMC + AG3 0,05%	-	70	10	-	10	10	-
	CMC + AG3 0,1%	-	40	30	10	10	10	-

Nas Figuras 2 e 3 é possível observar que nos primeiros dias de armazenamento, as frutas apresentavam o estágio 2 de maturação segundo a escala de maturação de Von Loesecke, demonstrando pouca evolução, contudo nas Figuras 4 e 5 começam a surgir maior diferenciação de cores, com frutas nos índices 4 e 5 de maturação.

Nos primeiros sete dias de armazenamento houveram poucas alterações de cor visíveis nas bananas nanicas denominadas controle assim como visto por Soares (2022), onde nas primeiras 144h de experimento foi quase imperceptível ver alguma mudança nos estágios de maturação, sob condições de bananas estarem em frascos e sem indução de amadurecimento como nas demais bananas do estudo em questão, enquanto que nos demais tratamentos ao decorrer dos mesmos dias surgiram maior variedade nos estágio de maturação das bananas.

Na Tabela 2 são apresentados os níveis de maturação, em porcentagem, das bananas em três dias alternados (0, 9 e 19), onde podemos ver numericamente como se deu a distribuição de estágios de maturação ao longo dos dias. No período de zero dias as bananas pertencentes aos tratamentos AG3 0,05% e AG3 0,15% foram as únicas que tiveram diferentes estágios sendo eles 60% e 80%, respectivamente, no estágio 2 e 40% e 20% no estágio 3, enquanto que as demais estavam no estágio 2.

No nono dia de armazenamento foi possível ver mais variações, sendo que CMC, AG3 0,05% e AG3 0,1% já obtiveram bananas no estágio de maturação 6. AG3 0,15% e CMC + AG3 0,1% também apresentaram frutos no estágio de maturação 4. As bananas de controle dividiram-se nos estágios 2 e 3 (70% e 30% respectivamente) enquanto que no tratamento CMC + AG3 0,05% as bananas continuavam todas no grau de maturação 2 como no início do experimento, demonstrando maior lentidão no amadurecimento.

No último dia, todos os tratamentos se dispersaram em ao menos 3 estágios diferentes de maturação, sendo que no CMC + AG3 0,05% 70% das bananas ainda se encontravam no estágio 2 de maturação e em seguida AG3 0,05% e CMC + AG3 0,1%, apresentando ambas 40% nesse estágio também. No estágio 3, o tratamento CMC se igualou ao controle, tendo 50% das bananas presentes nessa fase. Os tratamentos contendo diferentes proporções de AG3 tiveram 10% de bananas presentes no estágio 7, sendo que AG3 0,1% foi o único tratamento a ter todos os estágios de maturação concomitantemente, com exceção do estágio 1.

Observou-se que, ao longo do experimento, os revestimentos a base da combinação de CMC e AG3 culminaram no atraso no amadurecimento das frutas, perceptível na Figura 10, mantendo maior número de frutos verdes e prevenindo estágios avançados de amadurecimento, como ocorreu nos tratamentos em diferentes concentrações de CMC e AG3, com altas ocorrências de frutos no estágio 7. Devido ao tamanho desuniforme das bananas selecionadas é perceptível que bananas maiores amadureceram mais rápido em relação às menores, não foi encontrado referências na literatura a respeito desse parâmetro.

Parâmetros de cor

A colorimetria é a ciência que investiga a tonalidade com base na apreensão visual humana, com o colorímetro desempenhando o papel de dispositivo empregado para efetuar a análise das tonalidades. O espaço cromático $L^*a^*b^*$ (CIELAB) é um dos espaços de cores amplamente reconhecidos para a avaliação de tonalidades, desfrutando de um uso difundido (Facundo, 2013)

Dentro do espaço CIELAB, o valor L^* representa o nível de luminosidade, enquanto as coordenadas a^* e b^* indicam a cromaticidade, sinalizando a direção da cor. $+a^*$ aponta para o vermelho, $-a^*$ para o verde, $+b^*$ para o amarelo e $-b^*$ para o azul. O ponto central é considerado acromático, ou seja, não possui cor. Além disso, é essencial calcular o parâmetro chamado croma (C^*), que fornece informações sobre a intensidade da cor (Facundo, 2013)

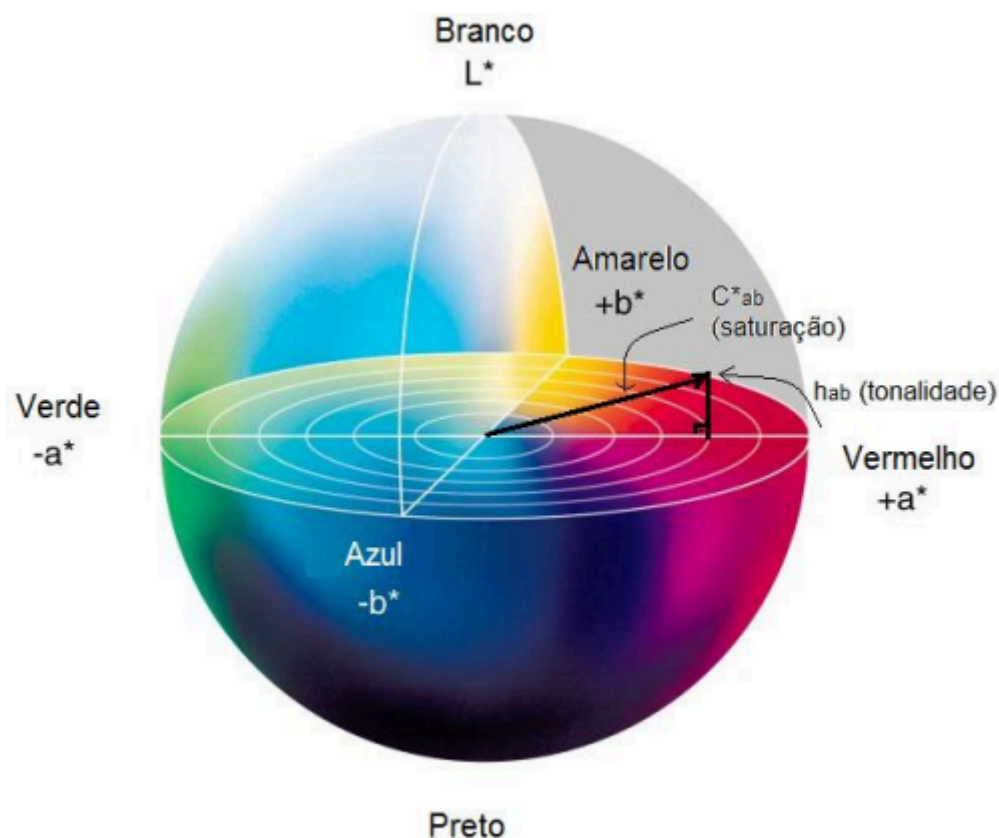


Figura 11. Coordenadas do sistema espacial CIELAB (Baseado no manual Konika Minolta (2007), com modificações por Facundo, 2013)

Segundo Borba (2005) os valores obtidos para luminosidade variam de 0 (preto) a 100 (branco), na Tabela 3 são apresentados os valores médios obtido para a luminosidade (L^*).

Os valores obtidos para o parâmetro L^* estão representados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados obtidos do parâmetro de cor L^* .

L^*							
Dias	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
0	63,81 ^{aA}	63,01 ^{aAB}	64,78 ^{aA}	62,88 ^{aA}	62,93 ^{aA}	63,27 ^{aA}	63,53 ^{aA}
2	60,26 ^{aA}	60,49 ^{aAB}	61,29 ^{aA}	59,15 ^{aA}	61,15 ^{aAB}	60,44 ^{aAB}	61,01 ^{aA}
4	61,84 ^{aA}	62,44 ^{aAB}	62,75 ^{aA}	61,00 ^{aA}	62,65 ^{aA}	61,26 ^{aAB}	62,68 ^{aA}
7	62,60 ^{aA}	63,68 ^{aA}	64,81 ^{aA}	63,16 ^{aA}	63,08 ^{aA}	61,17 ^{aAB}	62,89 ^{aA}

9	62,96 ^{aA}	63,10 ^{aAB}	64,83 ^{aA}	62,75 ^{aA}	62,24 ^{aA}	61,53 ^{aAB}	63,11 ^{aA}
12	62,66 ^{aA}	62,76 ^{aAB}	64,24 ^{aA}	62,00 ^{aA}	62,60 ^{aA}	61,25 ^{aAB}	62,49 ^{aA}
14	61,07 ^{aA}	59,82 ^{aAB}	61,91 ^{aA}	60,99 ^{aA}	62,57 ^{aA}	58,05 ^{aAB}	61,81 ^{aA}
16	60,84 ^{aA}	58,99 ^{aAB}	57,25 ^{aAB}	59,06 ^{aA}	59,49 ^{aAB}	60,70 ^{aAB}	62,60 ^{aA}
19	62,61 ^{aA}	55,25 ^{abB}	48,05 ^{bB}	57,18 ^{abA}	53,89 ^{abB}	56,82 ^{abB}	61,32 ^{abA}

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente, a nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey

Os valores de luminosidade obtidos indicam frutos com cores claras devido a proximidade dos valores aos da cor branca pura. As amostras finais do grupo tratado com 0,05% de AG3 registraram uma média mais baixa, este resultado indica que, a essa concentração, o AG3 manteve as frutas ligeiramente menos luminosas em comparação ao grupo controle.

Como observado por Silva (2021) em aplicação de cobertura a base de *Aloe vera* em bananas, a claridade das bananas indica maior amadurecimento visto que mudanças como a síntese de carotenóides promove uma coloração mais clara das cascas seguida de escurecimento enzimático.

Os valores obtidos para o parâmetro a^* de cor variando de verde (-a) a vermelho (+a) estão representados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos do parâmetro de cor a^* .

a^*							
Dias	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
0	-9,65 ^{aD}	-10,98 ^{aC}	-11,67 ^{aC}	-12,64 ^{aD}	-11,83 ^{aD}	-11,72 ^{aD}	-12,63 ^{aE}
2	-9,57 ^{aD}	-9,08 ^{aBC}	-8,93 ^{aBC}	-10,45 ^{aCD}	-9,72 ^{aCD}	-9,77 ^{aCD}	-10,59 ^{aDE}
4	-6,53 ^{aDC}	-5,42 ^{aABC}	-4,83 ^{aABC}	-8,06 ^{aBCD}	-6,42 ^{aBCD}	-6,11 ^{aBC}	-9,03 ^{aCDE}
7	-5,40 ^{aDC}	-5,77 ^{aABC}	-2,67 ^{aABC}	-7,01 ^{aBCD}	-4,14 ^{aABCD}	-6,71 ^{aBCD}	-6,47 ^{aBCD}
9	-4,39 ^{aC}	-4,10 ^{aABC}	-1,38 ^{aAB}	-5,59 ^{aBCD}	-2,25 ^{aABC}	-5,97 ^{aBC}	-5,58 ^{aBCD}
12	-3,22 ^{aBC}	-2,94 ^{aAB}	-0,32 ^{aAB}	-4,01 ^{aBC}	-1,56 ^{aABC}	-3,31 ^{aB}	-4,03 ^{aBC}

14	2,14 ^{aA}	-2,92 ^{aAB}	1,04 ^{aA}	-1,8 ^{aAB}	0,12 ^{aAB}	-2,66 ^{aB}	-2,03 ^{aB}
16	0,53 ^{aAB}	-2,07 ^{aAB}	2,28 ^{aA}	-1,45 ^{aAB}	0,36 ^{aAB}	-1,67 ^{aB}	-2,07 ^{aB}
19	1,85 ^{aA}	0,58 ^{abA}	4,11 ^{bA}	3,23 ^{abA}	3,94 ^{abA}	4,55 ^{abA}	3,27 ^{abA}

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente, a nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey

Durante o amadurecimento, a degradação da clorofila, responsável pela cor verde, é mais intensa que a ocorrente em outros pigmentos e indica o amadurecimento fazendo visível os pigmentos carotenóides já existentes revelando a cor amarela (SILVA, 2006). O processo de desverdecimento ocorre devido à degradação da molécula de clorofila, um fenômeno influenciado pela ação da enzima clorofilase. Normalmente, o aumento da atividade dessa enzima está correlacionado com a liberação de etileno durante o processo de amadurecimento do fruto (Tucker, 1993; Jacomino, 2002).

As amostras controle diferiram-se ao nível de 5% de significância das coberturas analisadas e, em todas as amostras, foi observado um aumento geral no componente a*, com efeitos menos pronunciados nas amostras cobertas com CMC, essa observação também pode estar potencialmente associada à degradação da clorofila que é inversamente proporcional ao aumento da concentração dos carotenóides devido ao amadurecimento (Aquino, 2018).

O componente b*, com as médias representadas na Tabela 5, indica a variação de azul (-b) a amarelo (+b).

Tabela 5. Resultados obtidos para o parâmetro de cor b*.

b*							
Dias	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
0	40,98 ^{abA}	39,61 ^{bAB}	41,29 ^{abA}	39,36 ^{bA}	45,64 ^{abA}	40,68 ^{abA}	40,3 ^{abA}
2	39,8 ^{aA}	38,31 ^{aAB}	39,36 ^{aA}	39,43 ^{aA}	40,26 ^{aAB}	39,5 ^{aA}	39,27 ^{aA}
4	39,62 ^{aA}	40,5 ^{aAB}	40,95 ^{aA}	40,34 ^{aA}	41,65 ^{aAB}	40,3 ^{aA}	40,64 ^{aA}
7	41,89 ^{aA}	39,86 ^{aAB}	42,06 ^{aA}	41,41 ^{aA}	41,77 ^{aAB}	39,83 ^{aA}	40,86 ^{aA}

9	42,26 ^{aA}	41,37 ^{aA}	41,56 ^{aA}	41,36 ^{aA}	40,86 ^{aAB}	40,26 ^{aA}	41,08 ^{aA}
12	42,32 ^{aA}	40,44 ^{aAB}	41,82 ^{aA}	41,25 ^{aA}	41,85 ^{aAB}	40,01 ^{aA}	41,07 ^{aA}
14	41,36 ^{aA}	38,62 ^{aAB}	40,03 ^{aA}	40,33 ^{aA}	41,84 ^{aAB}	40,32 ^{aA}	40,58 ^{aA}
16	41,14 ^{aA}	38,16 ^{aAB}	36,67 ^{aA}	39,22 ^{aA}	40,25 ^{aAB}	40,27 ^{aA}	41,51 ^{aA}
19	43,67 ^{aA}	33,05 ^{aB}	27,53 ^{aB}	36,89 ^{aA}	33,95 ^{aB}	37,64 ^{aA}	39,83 ^{aA}

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente, a nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey

Nas Tabelas 4 e 5 é possível observar que, após 19 dias de armazenamento, as amostras com coberturas contendo apenas CMC, AG3 0,05% e AG3 0,15% mantiveram menores valores para b* indicando um atraso no desverdecimento em relação às demais coberturas. Segundo Paulo (2010) no sub-grupo Cavendish, ao qual a banana Nanica pertence, o processo da hidrólise do amido ocorre de forma mais lenta, logo, as coberturas citadas retardaram ainda mais esse processo.

A cromaticidade expressa à intensidade da cor, quanto maior o valor, maior a intensidade (Santos et. al., 2018). Os respectivos valores obtidos estão presentes na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados obtidos do parâmetro de cor C*

Dias	Cromaticidade (C*)						
	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
0	42,54 ^{bcA}	41,28 ^{cA}	43,04 ^{bcA}	41,55 ^{cA}	47,37 ^{bA}	42,44 ^{bcA}	75,25 ^{aA}
2	41,01 ^{aA}	39,52 ^{aAB}	40,52 ^{aA}	40,95 ^{aA}	41,65 ^{aAB}	40,81 ^{aAB}	40,79 ^{aB}
4	40,63 ^{aA}	41,22 ^{aA}	41,84 ^{aA}	41,49 ^{aA}	42,53 ^{aAB}	41,38 ^{aAB}	41,76 ^{aB}
7	42,49 ^{aA}	40,85 ^{aAB}	42,88 ^{aA}	42,29 ^{aA}	42,51 ^{aAB}	40,54 ^{aAB}	41,62 ^{aB}
9	42,65 ^{aA}	41,89 ^{aA}	42,21 ^{aA}	42,08 ^{aA}	41,65 ^{aAB}	40,89 ^{aAB}	41,73 ^{aB}

12	42,60 ^{aA}	40,97 ^{aAB}	42,51 ^{aA}	41,91 ^{aA}	42,43 ^{aAB}	40,42 ^{aAB}	41,55 ^{aB}
14	41,72 ^{aA}	39,45 ^{aAB}	40,84 ^{aA}	40,93 ^{aA}	42,30 ^{aAB}	40,79 ^{aAB}	40,89 ^{aB}
16	41,59 ^{aA}	38,91 ^{aAB}	37,74 ^{aA}	39,94 ^{aA}	41,08 ^{aAB}	40,74 ^{aAB}	41,82 ^{aB}
19	43,83 ^{aA}	33,66 ^{abB}	29,04 ^{bB}	37,50 ^{abA}	34,76 ^{abB}	38,27 ^{abB}	40,21 ^{abB}

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente, a nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey

Na Tabela 6 observa-se que não houve diferença significativa para a amostra controle e AG3 0,1% entre os dias, os tratamentos com maior diferença significativa foram os CMC, AG3 0,15% e CMC + AG3 0,05%, as demais coberturas não apresentaram diferença significativa entre si. Os dados que mais se distanciaram dos demais valores foram os de 29,04, para o último dia na cobertura AG3 0,05%, e 75,25, para o primeiro dia no tratamento CMC + AG3 0,1%, entretanto, nos demais dias e tratamentos, os valores permaneceram dentro de uma faixa de 33,66 para CMC.

O dia 0 foi o dia que mais demonstrou diferenças significativas entre as amostras, enquanto que do dia 2 ao dia 16, não houve diferença significativa a 5%, ao passo que no último dia de armazenamento é possível notar diferenças significativas entre as amostras controle e AG3 0,05%, sendo que as demais não diferenciaram entre si. Valores similares também foram encontrados por Santos et. al. (2018) em bananas ‘Prata-Anã’, onde o valor mínimo de C* encontrado foi de 36,82 e 41,94, para bananas submetidas a conservação de inicialmente caixas de papelão, armazenadas em câmara refrigerada a 12°C por 25 dias. Após esse intervalo de tempo, os frutos foram retirados das embalagens e deixados à temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) por 10 dias.

De acordo com Ribeiro (2006), ao analisar a cromaticidade da casca de bananas "Prata-Anã" após 18 semanas de desenvolvimento, foi observado que os valores médios estimados atingiram 34,09 quando os frutos foram armazenados a 15°C. Prill et al. (2012) sugerem que a variação na coloração da casca dos frutos durante o amadurecimento pode estar relacionada ao processo de degradação da clorofila, associado ao metabolismo respiratório dos frutos.

Os valores de C* baixos representam cores impuras (acinzentadas), e os elevados, as cores puras, como observado por Castricini et al. (2012), a partir do nono dia do experimento, os frutos adquiriram uma tonalidade amarela, tornando-se progressivamente mais pura até o momento em que se inicia o processo de amadurecimento.

Os valores do trabalho em questão encontram-se em maioria relativamente superior ao trabalho de Facundo (2013) que observou dois cultivares por aproximadamente por 15 dias e encontrou valores de C* evoluindo de 25, no primeiro dia pós colheita, para 30 a 35 no fim do armazenamento, para bananas cultivares Prata e Nanicao, os valores de C* permaneceram invariáveis ao longo do período de armazenamento, 21 a 22 no primeiro dia pós-colheita a 19 a 22, no final do armazenamento sob condições de 19 °C.

Santana et. al. (2009) obteve valores brevemente superiores, trazendo em sua análise a variação de cores das cascas de bananas dos cultivares: Japira (47,92), Maravilha (47,26), Prata Anã (50,73), Preciosa (52,25), PV 42-53 (48,86), Thap Maeo (49,92), Grand Naine (49,46) e Pacovan (51,10), onde as frutas foram climatizadas em pincas a 28 °C até atingirem o estágio 6 de maturação.

Pode-se considerar que as bananas encontraram-se com o valor C* em uma faixa numérica aceitável de acordo com a temperatura ambiente (aproximadamente 23 °C), caso a temperatura houvesse sido menor, nesse quesito, seria possível retardar ainda mais o amadurecimento da cor da casca neste parâmetro.

A medida da diferença de cor ΔE simplifica a comparação entre amostras, pois se trata de um único valor que representa os três parâmetros do espaço de cor CIE L*a*b* (Ferreira, 2017). Os valores de diferença total de cor de cada amostra estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados obtidos a partir das variações totais de cor

Diferença total de cor (E)							
Dias	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
2	6,65 ^{ba}	5,01 ^{bb}	22,25 ^{aa}	6,68 ^{bbc}	8,01 ^{bb}	4,39 ^{bc}	4,69 ^{bd}
4	9,44 ^{ba}	32,72 ^{aa}	24,66 ^{aa}	7,38 ^{bbc}	10,16 ^{bb}	6,98 ^{bbc}	5,34 ^{bd}
7	8,39 ^{ca}	32,80 ^{aa}	25,69 ^{aba}	-0,27 ^{cc}	12,18 ^{bcb}	6,88 ^{bbc}	7,28 ^{cd}
9	8,87 ^{ba}	16,99 ^{abAB}	27,00 ^{aa}	8,86 ^{bbc}	14,26 ^{bab}	7,04 ^{bbc}	8,18 ^{bcbd}
12	9,72 ^{ba}	15,62 ^{bab}	28,25 ^{aa}	10,52 ^{bab}	14,29 ^{bab}	10,04 ^{bbc}	9,65 ^{bcbd}

14	12,95 ^{bA}	16,73 ^{abAB}	28,55 ^{aA}	14,28 ^{bAB}	15,68 ^{abAB}	10,49 ^{bB}	13,11 ^{bAB}
16	14,14 ^{bA}	9,62 ^{bAB}	30,23 ^{aA}	15,11 ^{bAB}	17,14 ^{bAB}	11,19 ^{bB}	11,21 ^{bBC}
19	13,37 ^{bA}	19,10 ^{abAB}	32,50 ^{aA}	20,24 ^{abA}	25,79 ^{abB}	18,83 ^{abA}	16,99 ^{abA}

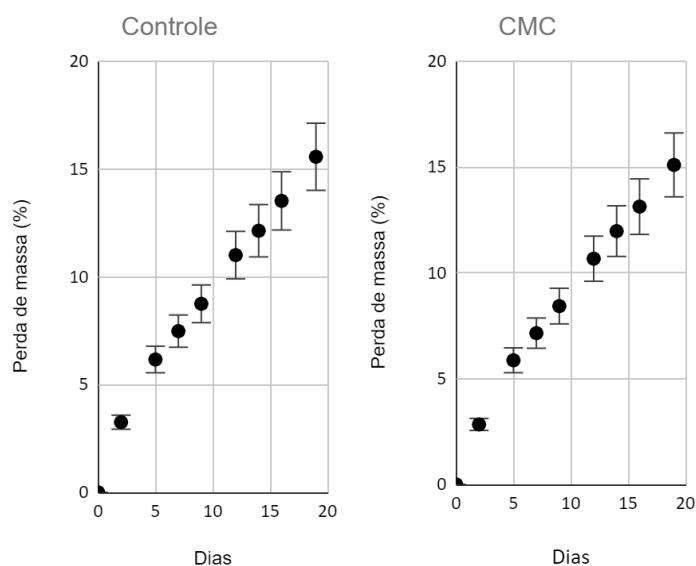
Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na vertical, e minúscula na horizontal, não diferem estatisticamente, a nível de 5% probabilidade, pelo teste de Tukey

O valor de E obteve diferença significativa nas coberturas de CMC nos primeiros 2 e 4 dias de armazenamento, as amostras contendo AG3 0,1% diferem entre si entre os dias 7 e 12 demonstrando maior variação de cor, As amostras que continham a combinação de CMC + AG3 só apresentaram uma diferença significativa entre o segundo e o décimo quarto dia de armazenamento. O aumento dos valores medidos reflete perdas substanciais nas cores das amostras em comparação ao inicial (de Oliveira, 2015).

Assim como observado por Álvares (2003), em avaliação do amadurecimento e qualidade da banana Prata, a variação de cor foi ascendente e pode aumentar com o tempo e com a temperatura (Moura, 2007).

Perda de massa

Durante o amadurecimento da banana nanica, ocorrem várias mudanças físicas e químicas que impactam sua composição e propriedades. Uma observação notável desse processo é a redução de massa, causada tanto pela transpiração quanto pela respiração dos frutos. Quanto maior o grau de amadurecimento da banana, mais massa ela perde. É importante ressaltar que a perda de massa é apenas um aspecto do amadurecimento da banana.



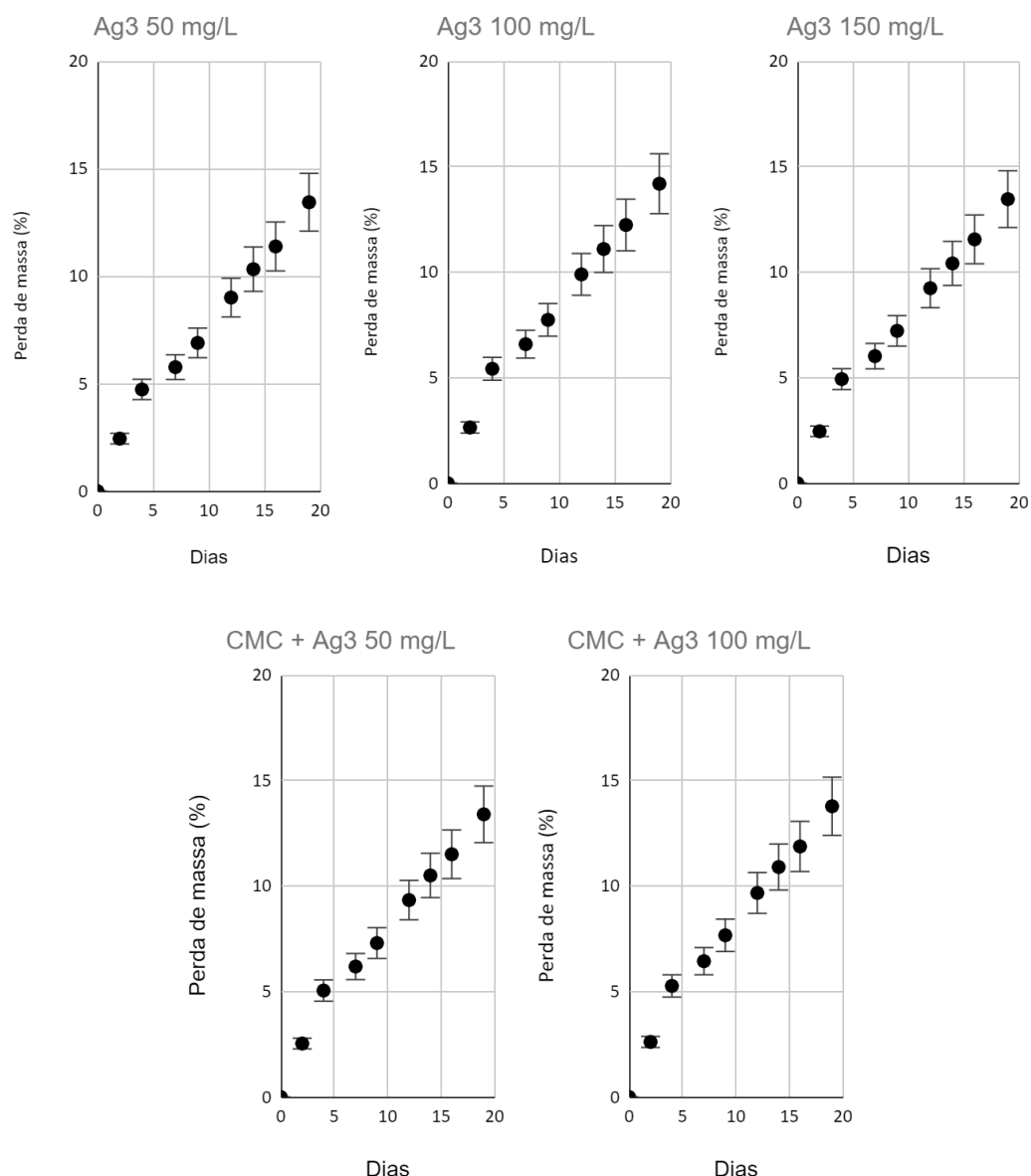


Figura 15. Perda de massa das bananas durante o armazenamento

Conforme se observa na Figura 15, verifica-se uma perda gradual de massa nos frutos armazenados no decorrer de 19 dias, em cada tratamento.

No segundo dia de armazenamento, o controle apresentou perda de 3,25% e os demais variaram de 2,4% (AG3 0,05%) a 2,8% (CMC), já do quinto ao nono dia as perdas oscilaram entre 4,73% (AG3 0,05%) e 8,74% (Controle). No dia doze, o controle havia perdido 11%, mais do que todos os demais tratamentos, sendo que o menor valor foi do AG3 0,05% com 9%. Entre os dias quatorze e dezesseis a perda de massa se manteve entre 10,33% (AG3 0,05%) e 13,52% (Controle) No dia dezenove, último dia, o controle havia perdido 15,56%, em seguida o CMC com 15,1% e o tratamento CMC + AG3 0,05% estava com 13,4%, com as demais porcentagem então variando dentro dessa faixa.

Os comportamentos das perdas nos tratamentos de diferentes concentrações de AG3 e CMC + AG3 foram similares entre si ao longo dos dias, tendo entre os dias de 5 a 10, uma perda de 5% a 10%. O controle e CMC, por sua vez, tiveram o mesmo comportamento.

O controle e o tratamento CMC mostraram ter uma perda de massa acima de 15% no último dia de experimento em comparação ao dia 0 de armazenagem, enquanto que os demais obtiveram valores entre 10% e 15% de perda no dia 19, portanto, as demais coberturas foram mais eficientes ao reter a transpiração, dando um destaque especial para os seguintes tratamentos: AG3 0,05% com 13,44%, AG3 0,15% com 13,46% e CMC + AG3 0,1% com 13,78%.

pH

O pH da polpa da banana, em estudo realizado por Bezerra e Dias (2009), foi medido em 4,8. Extratos de banana têm um pH ácido, independentemente do estágio de maturação, de acordo com um estudo recente de Machado et al. (2020). Podemos observar na Tabela 8 que a média de pH se encontrava alta no momento inicial e também em todos os tratamentos ao final dos dias de armazenamento, sem grandes oscilações

Tabela 8. Valores de pH, valor inicial de $6,750^{ab} \pm 0,04$ no Dia 0

Valores de pH	
Tratamentos	Dia 19
Controle	$6,570^{ab} \pm 0,20$
CMC	$6,705^{ab} \pm 0,01$
AG3 0,05%	$6,630^{ab} \pm 0,04$
AG3 0,1%	$6,635^{ab} \pm 0,02$
AG3 0,15%	$6,865^a \pm 0,08$
CMC + AG3 0,05%	$6,865^a \pm 0,01$
CMC + AG3 0,1%	$6,530^b \pm 0,04$

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com a Instrução Normativa nº37 publicada em 8 de outubro de 2018 pelo Governo Federal, o pH da polpa de banana deve se situar no valor mínimo de 4,1. (Brasil, 2018). Observando a Tabela 8 acima, pode-se observar que as bananas permaneceram em valor ácido independente do tratamento a que foram submetidas. Nas bananas analisadas no dia inicial encontrou-se o valor médio de 6,75, que comparando

com os demais valores médios não houveram grandes oscilações de pH, sendo que as bananas de controle tiveram o menor pH de 6,25 e as bananas revestidas com AG3 0,15% e CMC + AG3 0,05% tiveram os maiores valores, sendo respectivamente 6,84 e 6,88.

Em estudo de Ribeiro et.al (2012) a banana Caipira, em sistema convencional e orgânico, apresentou também os maiores valores de pH em 5,10, os valores de pH observados para Banana Prata-Anã ficaram em 4,54, o que destaca a acidez normalmente encontrada em cultivares de banana, o que vai de encontro aos resultados encontrados no cultivo da Banana Nanica aqui realizado, entretanto, quanto mais próximo do valor de 4,1, mais maduro está o fruto, logo, no trabalho em questão observou-se um pH elevado, mantendo o amadurecimento relativamente lenta comparado aos da literatura.

O pH inicial não diferenciou significativamente dos tratamentos CMC, AG3 0,05% e AG3 0,1%, contudo diferenciou significativamente das bananas revestidas com CMC + AG3 0,1%, que por sua vez obteve diferença significativa dos valores de AG3 0,15% e CMC + AG3 0,05%.

Teor de sólidos solúveis

Uma das formas de avaliação da qualidade e amadurecimento da fruta depende do grau Brix, (°Bx), e é utilizado para medir a porcentagem de sólidos solúveis ou a doçura e a concentração de açúcar em frutas, assim como ácidos (Munhoz, 2013). Os valores obtidos foram expressos na Tabela 9.

Tabela 9. Valores de sólidos solúveis, valor inicial de $1,33^d \pm 0,001$ no Dia 0

Teores de sólidos solúveis em Brix°	
Tratamentos	Dia 19
Controle	$14,00^b \pm 0,28$
CMC	$13,75^b \pm 0,50$
AG3 0,05%	$19,95^a \pm 0,21$
AG3 0,1%	$19,55^a \pm 0,21$
AG3 0,15%	$19,05^a \pm 0,35$
CMC + AG3 0,05%	$6,45^c \pm 0,07$
CMC + AG3 0,1%	$13,25^b \pm 0,21$

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), o teor de Sólidos Solúveis Totais (SST), medido em graus Brix (°Brix), nas diferentes variedades de frutas, aumenta conforme avançam em seu estágio de maturação, o que pode ser observado no trabalho em questão comparando o valor Brix inicial (Dia 0) e os respectivos valores obtidos em cada tratamento ao final (Dia 19).

Seguindo a Instrução Normativa (IN) nº37 do MAPA (Brasil, 2018), que define o valor mínimo para a polpa da banana como sendo 18,5 Brix°, vemos que apenas nos três tratamentos à base de AG3 em diferentes concentrações estão de acordo com a Instrução Normativa, tendo uma média de 19,52 °Brix.

Os valores obtidos foram inferiores aos de Campos et al. (2003), que detectaram valores de SST em banana 'Nanicão' de SC (25,35 °Brix) e MT (24,20 °Brix), e Jesus et al. (2004) que notaram valores de 24,2 °Brix em bananas 'Nanica', logo, ainda que o °Brix tenha aumentado ao longo do armazenamento, pode-se concluir que o principal objetivo do experimento foi alcançado, que consistia em retardar o amadurecimento das bananas.

Os tratamentos com AG3 em diferentes concentrações não diferenciam entre si, mas obteve-se diferença significativa com os tratamentos CMC, CMC + AG3 0,1% e o controle, enquanto isso, as bananas submetidas ao tratamento de CMC + AG3 0,05% diferenciou significativamente dos demais e se mostrou bastante eficaz, tendo o menor Brix°, respectivamente 6,45. O valor inicial se diferenciou significativamente de todos os demais tratamentos.

Acidez titulável

Após a conclusão das análises, foram calculadas as médias apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10. Valores de acidez titulável, valor inicial de $0,21^d \pm 0,05$ no Dia 0

Valores de acidez titulável	
Tratamentos	Dia 19
Controle	$0,26^c \pm 0,40$
CMC	$0,26^c \pm 0,21$
AG3 0,05%	$0,15^e \pm 0,15$
AG3 0,1%	$0,31^{ab} \pm 0,10$
AG3 0,15%	$0,28^{bc} \pm 0,21$
CMC + AG3 0,05%	$0,16^e \pm 0,12$

CMC + AG3 0,1%

0,34^a ± 0,26

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em estudo de Ribeiro et.al (2012) foram realizadas análises de acidez titulável em bananas caipira e prata-anã com métodos semelhantes aos utilizados neste trabalho, através do resultado expresso em porcentagens de ácido málico. Os valores encontrados nos cultivares caipira e prata-anã variaram em 0,14 e 0,21, enquanto que os valores aqui encontrados variaram entre 0,15 e 0,34, se aproximando então dos números obtidos pelo autor citado.

No estudo de Nérís et al. (2017) foram realizadas análises da acidez titulável em cascas de cultivares de banana, entre eles a nanica. O resultado encontrado apontou que a acidez da banana nanica aumentou ao atingir o estágio de amadurecimento chegando aos valor de 0,29. Já neste estudo, podemos observar a crescente no valor de acidez titulável do estado inicial ($0,21 \pm 0,05$) atingindo seu maior valor no tratamento CMC + AG3 0,1% a saber $0,34 \pm 0,26$.

O estudo de Rezende et.al. (2008) realizado com o cultivar banana nanicão, a acidez total titulável, foi associada ao aumento da concentração de ácido málico. A banana nanicão apresentou no fruto verde valores de 0,27% de ácido málico por 100 g de polpa. Já no fruto maduro os valores encontrados foram de 0,36% de ácido málico por 100 g de polpa para a banana Nanicão, respectivamente.

Neste estudo, os valores observados estiveram ligeiramente abaixo, com o estágio inicial registrado em 0,21 e o valor máximo identificado ocorrendo no 19º dia, com 0,34.

Os valores vão de encontro aos estudos de Chitarra & Chitarra (2005) que afirma que algumas frutas, como é o caso da banana nanica, apresentam valores mais baixos no estágio verde e aumento gradativo de acordo com o nível de maturação atingido.

Índice de maturação ou ratio

O índice de maturação, também conhecido por ratio, é definido como a relação entre sólidos solúveis totais (SST ou Brix°) e acidez titulável (ATT), sendo uma medida importante para avaliar o grau de maturação de um fruto (Munhoz, 2013).

O índice tem um impacto direto na receptividade e escolha dos compradores, sendo uma ferramenta crucial na indústria alimentícia para assegurar a excelência dos itens. Quanto maior o ratio, maior a sensação de doçura dos frutos (Iensen, 2013).

Na Tabela 11 estão descritos os valores de índice de maturação para cada tratamento.

Tabela 11. Comparação entre valores de índice de maturação, valor inicial de 6,33

	Valores de índice de maturação						
	Controle	CMC	AG3 0,05%	AG3 0,1%	AG3 0,15%	CMC + AG3 0,05%	CMC + AG3 0,1%
Índice de maturação	53,85	52,88	133,00	63,06	68,04	40,31	38,97

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), essa relação é uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo mais representativa do que a medição isolada de açúcares ou acidez.

Os índices de maturação estavam dentro dos parâmetros mínimos estabelecidos para a polpa de banana, conforme Instrução Normativa nº 37 do MAPA (Brasil, 2018), que é de 9,25.

No entanto, os valores de controle e demais tratamentos são muito superiores aos descritos por Silva et al. (2017) que analisaram cultivar banana prata *in natura* obtendo o valor de 7,71, aproximado do valor inicial de 6,33 neste estudo.

Os valores mais baixos foram dos tratamentos de CMC + AG3 nas duas diferentes concentrações. O valor mais alto foi de 133,00 para o tratamento AG3 0,05%, logo, as bananas correspondentes a esse tratamento amadureceram mais do que o esperado de acordo com esse parâmetro.

Silva et al. (2020) apresentaram um valor médio de índice de maturação de 76,80 para banana cv. BRS Vitória, Bezerra e Dias (2009) analisaram 78,95 e 78,95 para as cvs. Caipira e Thap Maeo, Ribeiro et al. (2012) retratou valores de 92,40, 108,02 e 104,90, para cvs. Maravilha, Prata-Anã e Tropical (convencional) respectivamente, enquanto Nágela et al. apresentaram o ratio da banana cv. Nanica que variou de 22,11 a 70,28 no estágio de maturação avançado da fruta.

1 CONCLUSÃO

Analisando visualmente, os revestimento a base da combinação de CMC e AG3 atrasaram o amadurecimento de forma perceptível mantendo os frutos mais verdes, em análise digital amostras com coberturas contendo apenas CMC, AG3 0,05% e AG3 0,15% apresentaram valores menores para o parâmetro b^* , sugerindo um retardo no processo de desverdecimento em relação aos outros tratamentos.

O CMC, assim como o grupo controle, obteve perda de massa acima de 15% indicando falha ao reter a respiração. O pH inicial se diferiu significativamente entre as amostras controle e das bananas revestidas com CMC + AG3 0,1%. No que diz respeito ao Brix°, as bananas submetidas ao tratamento de CMC + AG3 0,05% demonstraram diferença significativa das demais, logo, se mostrou eficaz de acordo com este parâmetro.

Se tratando da acidez titulável, foi observado que as amostras com AG3 0,05% e CMC + AG3 0,05% apresentaram os valores mais baixos comparado com as demais, sendo eles respectivamente de 0,15 e 0,16, comprovando assim o retardamento do amadurecimento das frutas. Observando o índice de maturação, nota-se que os tratamentos CMC + AG3 em ambas concentrações obtiveram valores satisfatórios, que também pontuam um amadurecimento tardio.

Pode-se inferir que o uso de coberturas contendo 0,05% de AG3, quer combinadas com o CMC ou não, resulta no retardo do processo de amadurecimento das bananas, reduzindo a perda de massa e preservando suas características organolépticas por um período prolongado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Modelo de referência da revista:

ALEXANDER, L.; GRIERSON, D. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of experimental botany*, v. 53, n. 377, p. 2039-2055, 2002

ÁLVARES, V. D. S. Amadurecimento e qualidade da banana 'Prata'(Musa AAB subgrupo Prata) submetida a diferentes concentrações de etileno. 2003

AQUINO, C. F.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; RIBEIRO, S. M. R.; SIQUEIRA, D. L. D.; CECON, P. R. Carotenóides na polpa e casca de bananas de 15 cultivares em dois estádios de maturação. *Revista Ceres*, v. 65, pág. 217-226, 2018

BEZERRA, V. S.; DIAS, J. S. A. Avaliação físico-química de frutos de bananeiras. *Acta Amazônica*, v. 39(2), p. 423-428, 2009

BORGES, I. V.; CAVALCANTI, L. S.; FIGUEIREDO A. N.; ALMEIDA, J. R. G. S.; ROLIM, L. A.; LIMA, M. A. G. Aplicação de revestimento com extratos de jurema preta no controle de antracnose em frutos de manga. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v. 17(2), p. 205-216, 2016

BORBA, A. M.; SARMENTO, S; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. *Food Science and Technology*, v. 25, p. 835-843, 2005

BRASIL (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 37, de 08 de outubro de 2018. Continuação, Anexo II, Parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. *Diário Oficial da União*, 08 de outubro de 2018

CAMPOS, R. P.; VALENTE, J. P.; PEREIRA, W. E. Conservação pós-colheita de banana cv. Nanicao climatizada e comercializada em Cuiabá - MT e região. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, p.172-174, 2003

CARVALHO, H. A.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B.; CARVALHO, H. S. Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. *Cienc. Agrotec., Lavras*, v. 25, n.3, p. 605-615, 2001

CASTRICINI, A; COELHO, E. F; RODRIGUES, M. G. V; COUTINHO, R. C. Caracterização pós-colheita de frutos de bananeira'BRS Platina'de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. Revista Brasileira de fruticultura, v. 34, p. 1013-1021, 2012

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras, MG: 2005

DE OLIVEIRA, E. B.; GURJÃO, F. F.; GOUVEIA, D. S.; PAULA, A.; ROCHA, T.; NUNES, E. N. Cinética de manipulação de núcleos de frutas frescas refrigeradas. Revista AGROTEC–v , v. 1, pág. 183-189, 2015

FACUNDO, H. V. V. Armazenamento a baixas temperaturas de diferentes cultivares de bananas: efeito nos atributos de qualidade. Tese de Doutorado, 2013, 172p. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013

FERREIRA, M. D; SPRICIGO, P. C. Colorimetria-princípios e aplicações na agricultura. 2017

FRATARI, S. C.; OLIVEIRA, A. P.; FARIA, R. A. P. G.; VILLA, R. D. Revestimentos comestíveis para conservação pós-colheita de banana: uma revisão. In: Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 4. [s.l.] Editora Científica Digital, p. 444–467. 2021

IAL, IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análises de alimentos 4ed São Paulo. SP, Brasil, v. 1002, 2008

IENSEN, D.; SANTOS, I. V.; QUAIST, E.; RAUPP, D. S. Desenvolvimento de geleia de Kiwi: influência da polpa, da pectina e do Brix na consistência. Revista Unopar, Ponta Grossa, v. 15, Esp., 2013

JACOMINO, A. P.; KLUGE R. A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P. R. D. C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. *Scientia Agricola*, 59, 303-308. 2002

JESUS, S. C.; FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. *Bragantia*, v. 63, p.315-323, 2004

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. Anuário brasileiro de horti&fruti. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, p. 96, 2019

KONICA MINOLTA SENSING, INC. 2007. Precise Color Communication. Color control from perception to instrumentation. Acesso em: <http://konicaminolta.com/instruments/about/network>. 19 de outubro de 2023

LIU Y.; LI J.; DONG H. Controlled release of herbicide acetochlor from clay/CMC gel formulations; *Agric Food Chem.*, p. 27-56, 2006

MACHADO, C.; SCHULZ, F.; MARQUES, K. R.; SOARES, S. R. S. Acompanhamento Do PH Da Banana-Maçã Durante O Processo De Maturação Do Fruto. Local de publicação: Jaraguá do Sul/SC, p. 1 e 2, 2020

MAHAJAN, P. V.; CALEB, O. J.; SINGH, Z.; WATKINS, C. B.; GEYER, M. Postharvest treatments of fresh produce. *Philosophical Transactions of The Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 1-19, 2014

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Abr 2004. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/RJxLJvgX47yD3VnKZNz39Kz/> 19 de outubro de 2023

MELO, A. A. M.; VILAS-BOAS, E. V. de B. Inibição do escurecimento enzimático de banana 'Maçã' minimamente processada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26, n. 1, p. 110-115, jan./mar. 2006

MOURA, S. C. S. R. D.; BERBARI, S. A.; GERMER, S. P. M.; ALMEIDA, M. E. M. D.; FEFIM, D. D. A. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. *Food Science and Technology*, v. 27, p. 141-148, 2007

MUNHOZ, J. R.; MORABITO, R. Uma abordagem de otimização robusta no planejamento agregado de produção na indústria cítrica. *Production*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 422-435, 2013

NÁGELA, F. M. P.; ARCAS, A. S.; FARIA, R.; SANTANA, G. M.; ARRUDA L. C.; ROSA J. S.; CAMPOS, G. S. D. L. Características físico-químicas de banana comercializada sob temperatura ambiente em Cuiabá-MT. In: *Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos*, 2013 *Anais eletrônicos*. Campinas, Galoá, 2013. Acesso em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/papers/caracteristicas-fisico-quimicas-de-banana-comercializada-sob-temperatura-ambient?lang=pt-br> 17 de outubro de. 2023

NERIS, T. S.; SILVA, S. S.; LOSS, R. A.; CARVALHO, J. W. P., GUEDES, S. F.. Avaliação físico-química da casca da banana in natura e desidratada em diferentes estágios de maturação. *Periódicos UFCA, Revista Ciências e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 5-22, 2018

OLIVEIRA, E. S., VIANA, F. M. P.; MARTINS, M. V. V. Alternativas a fungicidas sintéticos no controle da antracnose da banana. *Summa Phytopathologica*, 42(4), P. 340-350. 2016

PAULO, B. K. Efeitos de concentrações de etileno e temperaturas na climatização de bananas de regiões subtropicais. 2010

PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; CHAGAS, E. A. Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 34, n. 4, p. 990-1003, 2012

REZENDE, C. M.; NASCIMENTO, B. B. J.; OZORIO, L. P.; SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. O. Diferenças entre bananas de cultivares prata e nanicão ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. *Food Sci. Technol*,

2008. Acesso em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/t6P9Q9HCWg5YWGVjZ6sq9kQ/#> 20 de outubro de 2023

RIBEIRO, D. M. Evolução das Propriedades Físicas Reológicas e Químicas Durante o Amadurecimento da Banana “Prata-Anã. 2006. 126 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa. 2006

RIBEIRO, L. R.; OLIVEIRA, L. M.; SILVA, S. O., BORGES, A. L. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 774-782, 2012

ROSSETO, M.; LAJOLO, F.; CORDENUNSI, B. Influência do ácido giberélico na degradação do amido durante o amadurecimento da banana. Scielo Brasil, Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 24(1): 076-081, jan.-mar. 2004

SANTANA, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; VIANA, E. S.; SILVEIRA, S. M.; SOUSA, M. R.. Avaliação da cor dos frutos de diferentes genótipos de bananeira por colorímetro digital, 2009

SANTOS, T. C.; AGUIAR, F. S.; PINHEIRO, J. M. S.; MIZOBUTSI, G. P.; JESUS, M. O.; MEGDA, M. X. V.; ALMEIDA, L. B.. Análise de coloração durante armazenamento de banana 'Prata-Anã' obtida em diferentes posições da penca no cacho. 2018

SILVA, M. I. da, FIGUEIREDO, I. L.; ALVES, T. L., MARTINS, J. N.; RIBEIRO, M. C. M.; SOUSA, F. C. Avaliação físico-química de bananas (*Musa sapientum* cultivar prata) desidratadas. Revista Semiárido De Visu, v.5, n.2, p. 73-79, 2017

SILVA, L. E. P. da; FERREIRA, N. L. B.; SANTOS, V. G. dos, COSTA, G. A. da; FERNANDES, L. F. Características de qualidade de bananas cv. BRS Vitória em elevada maturação cultivadas em Bananeiras-PB. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, e381996854, 2020

SILVA, F. A. Aplicação de cobertura a base de aloe vera em banana. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2021

SILVA, C. D. S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S.; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; MARTIN, C. D. S.; VIEITES, R. L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 103-111, 2006

SOARES, D. S.; FARIA, I. G. D.; SANTO, P. L. M.; GONÇALVES, M. A. S.; SANTOS, S. S.; GUALBERTO, S. A. Amadurecimento natural e artificial da banana da prata. *Journal of Education, Science and Health* 2(4), 01-11, out./dez., 2022

SUPUT, D. Z.; LAZIC, V. L.; POPOVIC, S. Z.; HROMIS, N. M. Edible films and coatings – sources, properties and application. *Food and Feed Research*, Novi Sad, v.42, n.1, p.11-22, 2015