

Atmosfera modificada e diferentes temperaturas de armazenamento no rabanete fertilizado com biofertilizante

Modified atmosphere and different storage temperatures in radish fertilized with biofertilizer

William Cezar Trindade do Patrocínio^{1*}; Kedinna Dias de Sousa¹; Sofia Rocha de Castro¹; Abadia dos Reis Nascimento¹; Eli Regina Barboza de Souza¹; Flávio Alves da Silva¹

¹Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia, Avenida Esperança s/n, Câmpus Samambaia

*Autor correspondente. E-mail: william.cezar17@hotmail.com

Recebido: 18/05/2023; Aceito: 08/08/2023

RESUMO

O objetivo do trabalho é verificar o efeito do uso de diferentes embalagens e temperaturas no armazenamento de raízes de rabanete fertilizadas com urina de vaca na pré-colheita. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 3x3x6 e três repetições. Os tratamentos consistem em dois tipos de embalagem (bandeja de poliestireno expandido + policloreto de vinila e pote de polipropileno) e a testemunha (sem embalagem), três temperaturas de armazenamento (5, 11 e 25°C) e seis tempos de análises (0, 6, 12, 18, 24 e 30 dias), armazenados em B.O.D. a 80±2% UR. As embalagens de polipropileno e poliestireno expandido, associadas às temperaturas de 5 e 11°C, foram eficazes na manutenção de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, firmeza, luminosidade, croma e °hue. O biofertilizante contribuiu para a manutenção da firmeza, porém diminuiu os teores iniciais de sólidos solúveis e aumentou a acidez nos rabanetes.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L., urina de vaca, conservação

ABSTRACT

The objective of this work is to verify the effect of using different packages and temperatures on the storage of radish roots fertilized with cow urine in the pre-harvest. A completely randomized design was adopted in a triple factorial scheme 3x3x6 and three replications. The treatments consist of two types of packaging (expanded polystyrene tray + polyvinyl chloride and polypropylene pot) and the control (without packaging), three storage temperatures (5, 11 and 25°C) and six analysis times (0, 6, 12, 18, 24 and 30 days), stored in B.O.D. at 80±2% RH. The polypropylene and expanded polystyrene packages, associated with the temperatures of 5 and 11°C, were effective in maintaining soluble solids, titratable acidity, pH, firmness, brightness, chroma and °hue. The biofertilizer contributed to the maintenance of firmness, but decreased the initial contents of soluble solids and increased the acidity in radishes.

Keywords: *Raphanus sativus* L., cow urine, conservation

INTRODUÇÃO

Frutas e hortaliças são produtos que possuem atividade metabólica ativa mesmo após a colheita e qualquer tecnologia pós-colheita visa reduzir essa atividade e, dessa forma, prolongar sua vida útil mantendo sua qualidade. Caso esse objetivo não seja alcançado, os produtos ficam suscetíveis a ataques de patógenos, perda de conteúdo nutricional e de qualidade, causando prejuízos na cadeia de comercialização, tanto para o consumidor quanto para o produtor.

Anualmente, 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são jogados fora e cerca de 30% da produção mundial de alimentos é desperdiçada ou perdida, destes, aproximadamente 54% se devem ao mau manejo na etapa de produção, armazenamento e transporte (FAO, 2017). O manuseio incorreto, embalagens inadequadas e a falta de uso da cadeia de frio comprometem a qualidade das hortaliças (Sousa, 2018). As perdas relacionadas ao rabanete pós-colheita (*Raphanus sativus* L.) incluem alto volume a granel, ampla utilização para processamento e baixo consumo do produto in natura quando comparado a outras hortaliças (CHANDRA et al., 2018).

Uma das técnicas utilizadas para prolongar a vida de prateleira é a modificação da atmosfera da embalagem (GHOORA & SRIVIDYA, 2020). Com essa prática, é possível reduzir a atividade respiratória, a

biossíntese e a ação do etileno, recorrente de uma baixa concentração interna de oxigênio e uma alta concentração de dióxido de carbono e, portanto, retarda a senescência, aumentando a vida útil do vegetal (MANTILLA et al., 2010; JENA et al., 2019).

Para maximizar a extensão da vida útil do produto pós-colheita, o uso de refrigeração deve estar associado à atmosfera modificada (MIZOBUTSI et al., 2012; Silva et al., 2016). Baixas temperaturas reduzem a velocidade das reações químicas e enzimáticas, bem como a deterioração por microrganismos (LEONARDI & AZEVEDO, 2018). Em contrapartida, altas temperaturas aumentam a taxa respiratória e causam rápida deterioração do vegetal devido ao alto teor de água que se perde na forma de vapor (SINGH et al., 2014).

Uma temperatura inadequada provoca alterações nas características físicas e químicas do vegetal, como perda de massa e antocianinas, bem como na ação e multiplicação de microrganismos deletérios (POMPEU et al., 2009). Um estudo de Silva et al. (2015) verificou que rabanetes acondicionados em embalagens revestidas com policloreto de vinila a 5°C apresentaram menor perda de peso, menor evolução de sólidos solúveis e maior firmeza. Da mesma forma, morangos apresentaram menor perda de massa, menor evolução de acidez e manutenção da firmeza quando submetidos à cadeia de frio e atmosfera modificada passiva (SENA et al., 2019).

Além das condições climáticas que influenciam no armazenamento das hortaliças, fatores relacionados ao cultivo também contribuem para a conservação pós-colheita. Os processos fisiológicos e bioquímicos dos tecidos vegetais são regulados pelos nutrientes e refletem nas características nutricionais, resistência ao transporte e armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A adubação orgânica foi essencial para que o maracujá mantivesse a estabilidade de suas características físico-químicas em condições ambientais e de refrigeração (RINALDI et al., 2022).

Atualmente, existem diversos fertilizantes de origem orgânica capazes de nutrir a planta a ponto de apresentar alta qualidade pós-colheita. Por exemplo, temos a urina de vaca, que apresenta potencial uso por conter em sua composição nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (MANDAVGANE & KULKARNI, 2020). De acordo com Brasil (2011) o biofertilizante oriundo dos excrementos de animais podem ser aplicados às culturas, desde que não causem danos à saúde e ao meio ambiente e esteja bioestabilizado. Mesmo apresentando potencial uso na fertilização de plantas, não se conhece a influência deste biofertilizante no armazenamento de rabanetes. Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar o efeito do uso de diferentes embalagens e temperaturas de armazenamento em raízes de rabanete adubado com urina de vaca na pré-colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

As raízes tuberosas, da cultivar ‘Vip Crimson’, foram cultivadas na área experimental da Escola de Agronomia, situada na Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, em Goiânia-GO, com as coordenadas geográficas 16°35’48” de latitude Sul e 49°16’53” de longitude Oeste no período de 26 de agosto a 27 de setembro de 2021. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, tropical e úmido.

O solo foi caracterizado como de textura média, sendo classificado como Latossolo Vermelho Perférico. A amostra de solo foi coletada na camada de 0-20 cm e a análise química é a seguinte: K⁺ (171,8 mg dm⁻³), P - Melich (136,0 mg dm⁻³), S (37,3 mg dm⁻³), Ca²⁺ (3,3 cmol_cdm⁻³), Mg²⁺ (1,2 cmol_cdm⁻³), B (mg dm⁻³), CTC (6,36), V% (78,02), MO (2%), pH em CaCl₂ (5,7).

Realizou-se a semeadura direta no canteiro com a seguinte recomendação de adubação de plantio: 40 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de NPK 4-14-8, e como complemento para atingir a recomendação, foram adicionados 71,47 kg ha⁻¹ de K na forma de cloreto de potássio e 24,87 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia. Ainda, 2 kg ha⁻¹ de boro.

A urina de vaca utilizada no experimento foi coletada de vacas em lactação de um rebanho leiteiro composto por 50 animais da Fazenda Escola/EVZ, localizada na Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO. A coleta foi realizada na sala de pré e pós-ordenha e em seguida acondicionada em recipiente fechado por três dias para ocorrer a fermentação como recomenda Pesagro-Rio (2010). Após o período de fermentação, uma amostra de urina foi levada ao laboratório para avaliação da composição nutricional em porcentagem (%), sendo: N (0,3), P (0,02), K (0,23), Ca (0,01), Mg (0,02), S (0,03), Fe (0,003), Mn (0,002), Zn (0,001) e Mo (0,001).

Adotou-se a concentração de 1% do biofertilizante com a urina diluída apenas em água. As soluções foram aplicadas via solo aos 9, 16 e 23 dias após a semeadura, utilizando 10 mL de solução por planta, de uma seringa.

Após o ciclo de cultivo, as raízes foram colhidas e selecionadas afim manter a uniformidade, descartando aquelas impróprias para comercialização. Primeiramente, a parte aérea foi separada da raiz, lavada em água corrente e, posteriormente, imersa em solução de hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos. Em seguida, as raízes foram imersas em um recipiente com água destilada para cessar o efeito sanitizante e colocadas na bancada em temperatura ambiente para remover o excesso de umidade (AYUB et al., 2013).

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 3x3x6 e três repetições, utilizando-se 3 raízes por embalagem. Os tratamentos consistiram em 2 tipos de embalagem (bandeja de poliestireno expandido + policloreto de vinila [EPS+PVC] e pote de polipropileno [PP]) e a testemunha (sem

embalagem), 3 temperaturas de armazenamento (5, 11 e 25°C) e 6 dias de análise (0, 6, 12, 18, 24 e 30 dias), armazenadas em uma B.O.D. a 80±2% de UR.

A avaliação da qualidade das raízes foi de acordo com as análises de pH, sólidos solúveis, acidez titulável, perda de massa, firmeza, luminosidade (L*), °Hue e croma.

A perda de massa foi calculada a partir do peso inicial (dia 0) e do peso fresco das raízes no dia de cada avaliação, em balança analítica, de acordo com a equação:

$$PM (\%) = [(PI - PA)/PI] \times 100$$

Em que: PM: Perda de massa; PI: Peso inicial da raiz (g) e PA: peso da raiz no dia da análise (g)

Os rabanetes, dentro de seus respectivos tratamentos, foram triturados e pesados 5 g para a obtenção das amostras na avaliação de pH, sólidos solúveis e acidez titulável. Em um béquer de 250 mL, com a amostra, foi adicionado 50 mL de água destilada e posteriormente colocado em agitador magnético por 10 min (IAL, 2008).

O pH do rabanete foi determinado com auxílio de um pHmetro Foodcare HI98161 (IAL, 2008). O teor de sólidos solúveis foi determinado com auxílio de um refratômetro de campo com leitura na faixa de 0 a 32°Brix. Para a acidez titulável (% de ácido málico) utilizou-se o método baseado na titulação com hidróxido de sódio a 0,1 mol L⁻¹ até atingir a coloração rósea, conforme a equação (IAL, 2008):

$$AT: [V \times f \times M \times 100]/P$$

Em que: V: n° de mL da solução de NaOH gasto na titulação; f: fator de correção da solução de NaOH; M: molaridade da solução de NaOH; P: peso da amostra (g)

A firmeza foi determinada com auxílio de um texturômetro Texture Analyser TA-XT Plus, Surrey, Inglaterra. Adotou-se o tipo compressão de 20 mm, velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 5, 2 e 10 mm s⁻¹ e a probe de 5 mm (CHANDRA et al., 2018). Selecionou-se uma raiz/repetição e a análise foi realizada na região equatorial em 2 pontos diferentes.

A avaliação da cor foi determinada em 3 raízes e realizadas 2 leituras em cada por meio da leitura dos parâmetros L*, a* e b*, através do colorímetro HunterLab, ColorQUEST II. A partir das coordenadas a* e b*, calculou-se o croma e o °hue.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Utilizou-se o software R versão 4.1.0 (R Core Team, 2021) para análise dos dados.

RESULTADOS

A análise de variância para perda de massa, Tabela 1, mostra interação tripla significativa entre embalagem, temperaturas e dias de armazenamento. Na Figura 1, observa-se que o tratamento controle só pôde ser mensurado até o 12° dia de armazenamento, pois, após esse período, não estava em condições de prosseguir com as avaliações. No sexto dia de armazenamento, observou-se diferença significativa entre as temperaturas para o tratamento controle, atingindo valores de 79,41, 54,87 e 68,06% a 5, 11 e 25°C, respectivamente. As menores médias de perda de massa são observadas nas embalagens de polipropileno e não diferem estatisticamente durante o armazenamento, atingindo o valor máximo de 5,04 no 30° dia quando submetidas à temperatura de 5°C (Figura 1A)

Tabela 1. Quadrados médios (QM), graus de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, firmeza (FR), perda de massa (PM), Luminosidade (L*), croma e °Hue em raízes de rabanete submetidas a diferentes temperaturas (T), embalagem (E) e dias de armazenamento (D).

Factor	G.L.	SS	AT	pH	FR	PM	L*	Chroma	°Hue
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
E	2	6,70**	2,73**	0,00 ^{NS}	1067,01**	22237,2**	68,94**	673,92**	0,19**
T	2	5,93**	6,55**	0,11**	208,31*	271,7**	119,67**	180,77**	0,01 ^{NS}
D	5	1,05**	10,61**	0,25**	216,43**	7579,2**	31,67**	165,43**	0,01*
ExT	4	1,47**	2,62**	0,03*	17,74 ^{NS}	43,00**	29,28**	109,05**	0 ^{NS}
ExD	5	0,19**	0,08 ^{NS}	0,03**	265,26**	218,90**	5,23 ^{NS}	14,17 ^{NS}	0,01 ^{NS}
TxD	7	2,02 ^{NS}	1,40**	0,06**	62,34 ^{NS}	46,40**	22,13**	29,85**	0,01 ^{NS}
ExTxD	7	2,08**	0,17 ^{NS}	0,03**	137,26**	31,00**	2,30 ^{NS}	16,58*	0 ^{NS}
Residue	66	0,09	0,48	0,00	46,14	5,5	4,78	7,61	0
Total	98	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		10,95	32,82	1,55	15,01	13,24	5,64	8,56	20,9

**Significativo a 1% de probabilidade (p≤0,01), *Significativo a 5% de probabilidade (p≤0,05) e ^{NS}Não significativo pelo teste F.

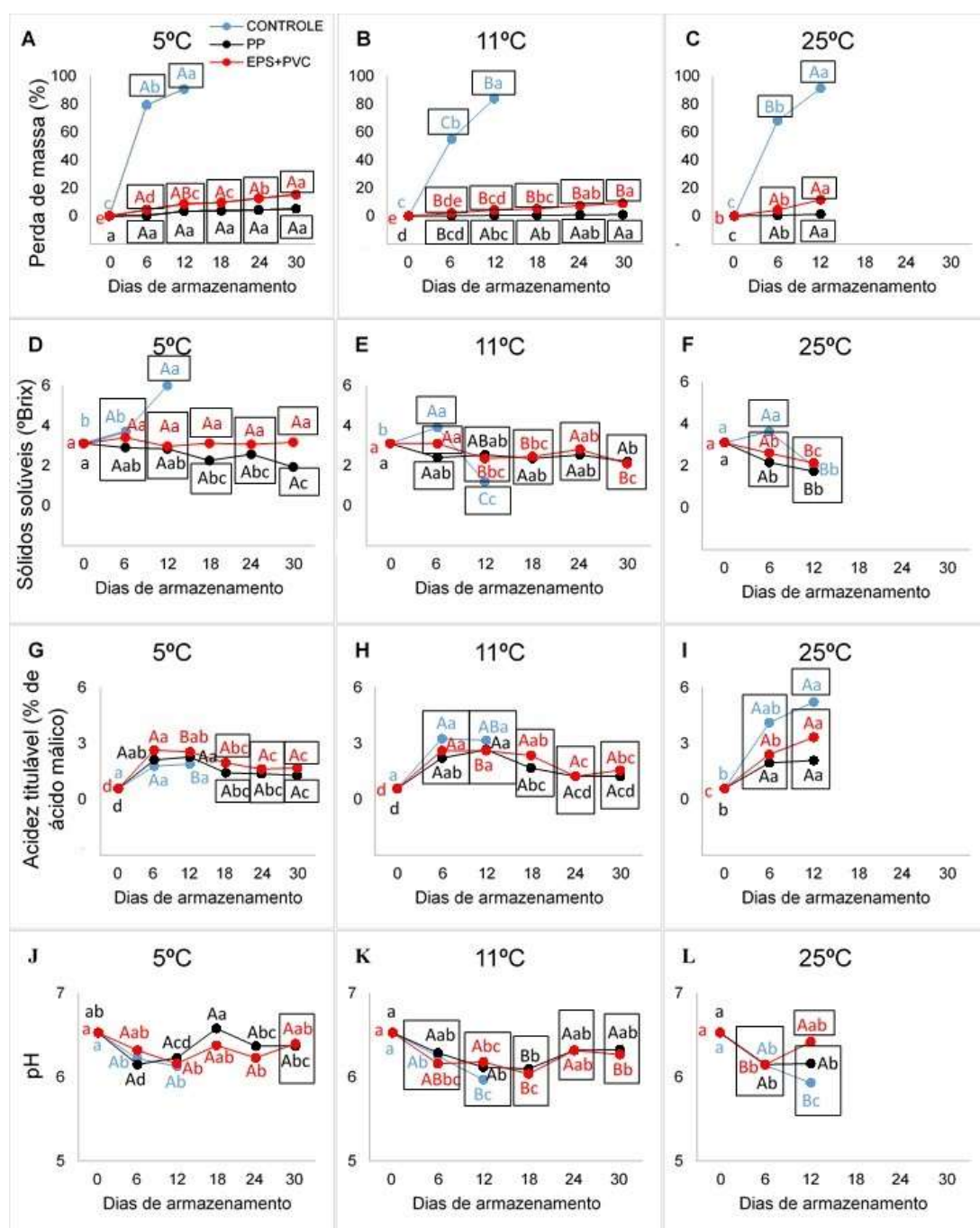


Figura 1. Porcentagem de perda de massa (PM; A, B e C); teor de sólidos solúveis (SS; D, E e F); acidez titulável (AT; G, H e I) e pH (J, K e L) em raízes de rabanete fertilizadas com urina de vaca, pré-colheita e submetidas ao armazenamento por 30 dias em três tipos de embalagens (Controle, EPS+PVC: poliestireno expandido + policloreto de vinila e PP: polipropileno) e sob temperaturas de 5, 11 e 25°C. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pode-se observar na Figura 1C que os tratamentos na temperatura de 25°C não conseguiram atingir o final dos 30 dias. Quando acondicionadas em embalagens de PP, as raízes tiveram perda de massa da ordem de 0,4% no 6º dia e 1,19% no 12º dia de armazenamento. Por outro lado, na embalagem de EPS+PVC houve 4,25 e 11,56% no 6º e 12º dia, respectivamente. Após 12 dias, os rabanetes armazenados em embalagens de PP e EPS+PVC, ambos a 25°C apresentaram odor característico de produtos podres e manchas escuras na casca.

Há um menor teor inicial de sólidos solúveis no presente estudo (3,10 °Brix) em comparação ao rabanete 'Kadirli' com 3,51% (ÖZ & AKYOL, 2020). Para esta variável, houve interação tripla significativa entre embalagem, temperatura e dias de armazenamento (Tabela 1). De acordo com as Figuras 1D, 1E e 1F, houve oscilação no teor de sólidos solúveis no tratamento controle nas três temperaturas de armazenamento, atingindo valores médios de 6°Brix a 5°C no 12° dia.

O tratamento EPS+PVC a 5°C se destacou na manutenção do teor de SS, atingindo 3,17 °Brix no 30° dia avaliado. A 25°C, as raízes submetidas a PP e EPS+PVC diminuem o teor de SS com o decorrer do armazenamento, atingindo valores de 1,73 e 2,13, respectivamente, no 12° dia (Figura 1F).

A acidez inicial do rabanete no presente estudo (0,58%) é superior à encontrada por Silva et al. (2015) no rabanete 'Cometa' (0,097%). Observa-se para a acidez titulável que não houve interação tripla significativa entre embalagem, temperatura e dias de armazenamento (Tabela 1). Há diferença estatística no tratamento controle nas três temperaturas utilizadas, atingindo um valor médio de ácidos orgânicos de 5,23% no 12° dia de armazenamento a 25°C (Figura 1I). Para as raízes acondicionadas nas embalagens de EPS+PVC e PP, há queda da acidez a partir do 12° dia a 5 e 11°C, permanecendo até o final das avaliações (Figura 1G e 1H).

O pH não se alterou muito durante o armazenamento nas temperaturas estudadas e entre as embalagens de PP e EPS+PVC, com máximo de 6,53 no dia 0 e mínimo de 6,05 no 18° dia nas embalagens compostas de PVC (Figuras 1J, 1K e 1L). Para o tratamento controle, independente da temperatura estudada, houve diminuição do pH até o 12° dia com o menor valor encontrado a 25°C, apresentando 5,93.

As raízes de rabanete apresentaram maior murchamento e maior firmeza nos tratamentos controle com o avanço do armazenamento em relação às diferentes embalagens, atingindo valores médios de 52,3, 74,04 e 68,96 N a 5, 11 e 25°C, respectivamente, no 12° dia (Figura 2A, 2B e 2C).

A firmeza foi mantida até o final do período de avaliação à temperatura de 11°C utilizando embalagens de PP e EPS+PVC, com variações de 2,58% e 3,61%, respectivamente, durante os 30 dias de armazenamento. A 5°C, as embalagens de PP e EPS+PVC tiveram variações de 15,88% e 24,11%, respectivamente, durante os 30 dias (Figura 2A).

A luminosidade não foi influenciada pela interação entre embalagem, temperatura e dias de armazenamento (Tabela 1). Conforme observado nas Figuras 2D, 2E e 2F, não houve diferença estatística na luminosidade durante os dias de avaliação para as embalagens de PP e EPS+PVC nas três temperaturas de armazenamento. Menores valores de luminosidade são encontrados nos tratamentos controle independentes da temperatura, com destaque para as raízes armazenadas a 5°C, obtendo média de 32,37 no 12° dia de armazenamento, o que corresponde a uma queda de 19,32% em relação ao dia zero.

Para cor, não houve variação durante o armazenamento nas temperaturas de 5 e 11°C nas embalagens de polipropileno e policloreto de vinila, mantendo cores mais vivas do início ao final do período de avaliação (Figuras 2G e 2H).

Não são observadas interações significativas entre os fatores estudados no °hue (Tabela 1). Nas embalagens de PP a 5 e 25°C, há queda nos valores a partir do 6° dia de armazenamento e continua até o final das avaliações, atingindo médias de 0,18 e 0,25 a 5 e 25°C, respectivamente (Figura 2J e 2L).

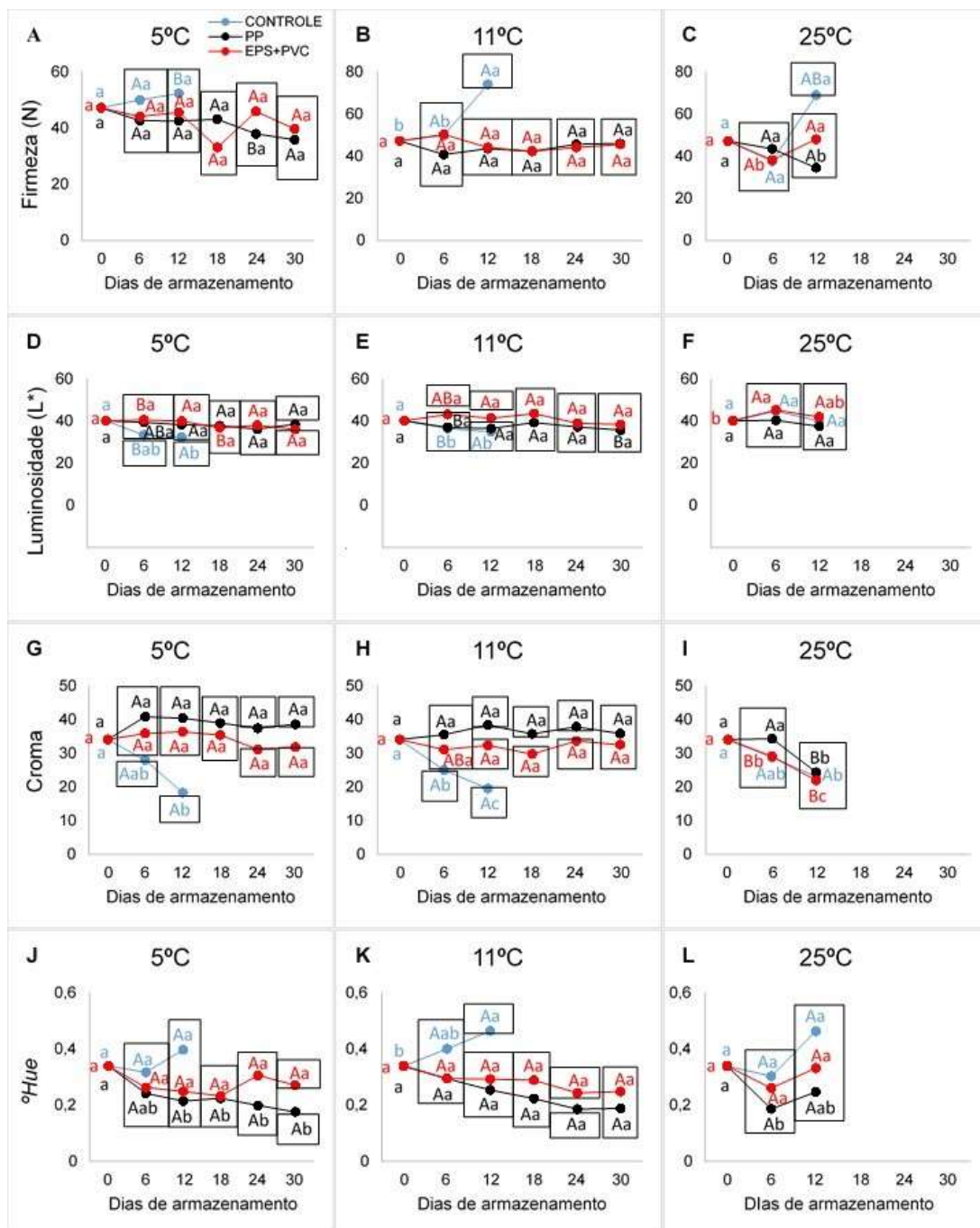


Figura 2. Firmeza (A, B e C); luminosidade L* (D, E e F); croma (G, H e I) e °hue (J, K e L) em raízes de rabanete fertilizadas com urina de vaca na pré-colheita e submetidas ao armazenamento por 30 dias em três tipos de embalagens (Controle, EPS+PVC: poliestireno expandido + policloreto de vinila e PP: polipropileno) e sob temperaturas de 5, 11 e 25°C. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre as temperaturas dentro do mesmo dia de avaliação e tipo de embalagem; e letra minúscula entre os dias de avaliação dentro da mesma temperatura e tipo de embalagem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias agrupadas numa mesma caixa entre os tipos de embalagem dentro da mesma temperatura e dia de avaliação, também não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

DISCUSSÃO

As raízes de rabanete quando armazenadas a 25°C tiveram uma maior perda de massa possivelmente devido à umidade relativa do ar que influenciou na alta perda de água do rabanete, o que mostra a necessidade de acondicionamento em recipientes que evitem o grande déficit de pressão de vapor (SANTANA et al., 2018). Silva et al (2015) também encontraram maiores valores de perda de massa em rabanetes no tratamento sem embalagem.

As menores médias de perda de peso são observadas nas embalagens de polipropileno na temperatura de 5°C indicando a necessidade de acondicionar este produto hortícola à temperaturas mais baixas. As baixas temperaturas reduzem a taxa respiratória do produto e, consequentemente, minimizam as perdas de água devido à baixa transpiração (RINALDI et al., 2017).

As raízes de rabanete armazenadas na temperatura de 25°C tiveram uma rápida deterioração, não conseguindo alcançar os 30 dias de armazenamento. Este fato está ligado às altas temperaturas, em que a elevação dessa temperatura provoca alterações metabólicas e atua na ação e multiplicação de microrganismos deletérios (LEONARDI & AZEVEDO, 2018) culminando na deterioração mais rápida do produto. Ainda, nesse tratamento observou-se odor característico de produtos podres e manchas escuras na casca. Para Sanches et al. (2011) essas características estão relacionadas ao baixo teor de O₂ no interior das embalagens e altos teores de CO₂, o que favorece a respiração anaeróbica culminando na formação de CO₂, etanol e acetaldeído.

O menor teor de sólidos solúveis inicial do rabanete pode ter sido afetado pela utilização do biofertilizante. A urina de vaca utilizada no cultivo pode ter depositado amônia em excesso no solo e pode ter competido pelo local de absorção com o potássio (SOKRI et al., 2015) diminuindo sua absorção. O potássio é um nutriente essencial ligado ao transporte de solutos, aumentando o teor de sólidos solúveis. (PRECIADO-RANGEL et al., 2018).

A oscilação no teor de sólidos solúveis do tratamento controle nas três temperaturas de armazenamento é considerado um caso atípico em rabanete, pois a tendência é que mantivesse o teor em temperaturas mais baixas decorrente do metabolismo desacelerado. Maiores valores de SS nos tratamentos sem embalagem podem ser atribuídos ao amadurecimento, degradação e perda de massa (SILVA et al., 2015). Por outro lado, quando se utilizou a embalagem EPS+PVC associado à temperatura de 5°C os teores se mantiveram até o último dia avaliado. Temperaturas mais baixas retardam o processo fisiológico e a perda de massa das raízes, mantendo o SS na amostra por mais tempo sem degradação pelo processo respiratório, enquanto em temperaturas mais altas há o consumo desses açúcares, funcionando como substratos para o processo respiratório (MORGADO et al., 2015), o que podemos observar na embalagem de PP a 25°C.

A urina de vaca utilizada na adubação de plantio pode ter contribuído para o aumento da acidez no início do armazenamento, pois pode produzir amônia na solução do solo e esta compete com outros cátions pela absorção, aumentando a acidez (SOKRI et al., 2015). O mesmo foi observado por Diniz et al. (2022) com biofertilizante bovino e nitrogênio em maracujá amarelo.

O aumento de ácidos orgânicos no tratamento controle a 25°C pode ser atribuído à produção no processo respiratório e podendo ocorrer em frutos na fase de senescência (SIQUEIRA et al., 2017). Quando os rabanetes foram armazenados nas temperaturas de refrigeração e acondicionadas nas embalagens de EPS+PVC e PP, a diminuição da acidez é devido à respiração, pois os ácidos funcionam como substratos para o processo respiratório ou são convertidos em açúcares (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A pequena variação do pH durante o armazenamento nas temperaturas estudadas e entre as embalagens de PP e EPS+PVC podem ser atribuídas ao poder tampão da solução (AROUCHA et al., 2010). No tratamento controle a diminuição do pH até o 12º dia a 25°C pode indicar contaminação microbiana, na qual a população precursora pode diminuir o pH de um meio para que o sucessor possa se adaptar (ALMEIDA et al., 2020). Este fato foi observado no presente estudo, pois após 12 dias de armazenamento as raízes estavam apodrecidas e com sinais de ataque por microrganismos.

No tratamento sem embalagem, o murchamento das raízes da hortalíça está ligado à perda de massa resultando em aumento da elasticidade do tecido, exigindo maior força para penetração (CHANDRA et al., 2018). Este resultado mostra a necessidade de utilizar embalagens associadas à temperaturas mais baixas, como observado no presente estudo, em que a firmeza das raízes nas embalagens de PP e EPS+PVC na temperatura de 11°C se manteve até o final dos 30 dias.

Possivelmente, a adubação com urina de vaca pré-colheita influenciou positivamente na manutenção da firmeza das raízes pela deposição de cálcio. O mesmo foi observado por Duarte et al. (2017), em que pitaias submetidas à adubação orgânica na temperatura de 13°C apresentaram maior firmeza devido ao teor de cálcio que o fertilizante proporcionou às plantas. Outro nutriente encontrado na composição da urina que tem relação positiva com a firmeza é o potássio (PRECIADO-RANGEL et al., 2018).

Os menores valores de luminosidade foram encontrados no tratamento controle e pode ser devido à perda de massa que causou a perda de brilho das raízes e afetou a refletância diminuindo os valores de L (JHA & MATSUOKA, 2002 citado por SOETHE et al., 2017). Não houve diferença estatística na luminosidade durante os dias de avaliação nas embalagens nas três temperaturas de armazenamento. A embalagem limita as trocas gasosas e, consequentemente, retarda as transformações bioquímicas, garantindo o brilho do produto por mais tempo (RINALDI et al., 2019).

Para o croma, a utilização da refrigeração e as embalagens foi eficaz na manutenção desta, mantendo cores mais vivas do início ao final do período de avaliação. Em amora refrigerada, maiores valores de croma são encontrados em frutas submetidas a embalagens plásticas (BISCHOFF et al., 2013).

O °hue não apresentou grandes variações que permitissem detectar diferença significativa entre os tratamentos durante o armazenamento, indicando que as raízes de rabanete não são sensíveis à mudança de coloração nas condições do estudo. Em geral, independentemente da temperatura e da embalagem, as raízes mantiveram a cor original (vermelha) durante os 30 dias de armazenamento.

CONCLUSÃO

As embalagens de polipropileno e policloreto de vinila são indicadas para a conservação de raízes de rabanete da cultivar 'Vip Crimson' por 30 dias e combinadas com refrigeração a 5 e 11°C.

O tratamento controle (sem embalagem) e a temperatura de 25°, não é indicado para conservação do rabanete por mais de 12 dias.

A urina de vaca contribuiu para a manutenção da firmeza. Por outro lado, o biofertilizante reduziu os teores iniciais de sólidos solúveis e aumentou a acidez nos rabanetes.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. V. M.; GOMES, S. A. S.; SILVA, M. E. S.; BARROS, D. N.; LUCENA, R. M.; SILVA, S. P. Estudo da conservação da casca de manga cv. Tommy Atkins pelo uso de refrigeração e adição de inibidores enzimáticos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15153-15167, 2020.

AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 1-4, 2010.

AYUB, R. A.; SPINARDI, B.; GIOPPO, M. Storage and fresh cut radish. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 2, p. 241-245, 2013.

BISCHOFF, T. Z.; PINTRO, T. C.; PALOSCHI, C. L.; COELHO, S. E. M.; GRZEGOZEWSKI, D. M. Conservação pós-colheita da amora-preta refrigerada utilizando biofilme e embalagem plástica. **Energia na Agricultura**, v. 28, n. 2, p. 109-114, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. **Diário Oficial da União**, 2011.

CHANDRA, D.; LEE, J.-S.; CHOI, H. J.; KIM, J. G. Effects of Packaging on Shelf Life and Postharvest Qualities of Radish Roots during Storage at Low Temperature for an Extended Period. **Journal of Food Quality**, p. 1-3, 2018.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. (2005). **Pós colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA FILHO, A. S. B. DE; DIAS, N. DA S.; DANTAS, T. A. G.; CAMPOS, V. B.; NASCIMENTO, J. A. M. DO; DANTAS, S. A. G. Postharvest quality of yellow passion fruit produced in soil with bovine biofertilizer and nitrogen. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 27328–27338, 2022.

DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2015115, 2017.

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **FAO apresenta avanços no combate às perdas e ao desperdício de alimentos**. 2017. Disponível em <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1062706/#:~:text=Todos%20os%20anos%2C%20cerca%20de,correspondem%20a%2054%25%20do%20total>>

GHOORA, M. D.; SRIVIDYA, N. Effect of Packaging and Coating Technique on Postharvest Quality and Shelf Life of *Raphanus sativus* L. and *Hibiscus sabdariffa* L. Microgreens. **Foods**, v. 9, n. 5, p. 653-676, 2020.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JENA, S.; GOYAL, R. K.; RANA, M. K.; MISHRA, A.; BISHNOI, A.; NAYAK, S. R. Evaluation of different packaging films on shelf life and qualitative attributes of pomegranate fruit cv. Mridula under ambient environment. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 5, p. 1542-1550, 2019.

JHA, S. N.; MATSUOKA, T. Non-destructive techniques for quality evaluation of intact fruits and vegetables a review. **Food Science and Technology Research**, v. 6, p. 284-285, 2002.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, Amparo, v. 10, p. 51-61, 2018.

MANDAVAGNE, A. S.; KULKARNI, B. D. Valorization of Cow Urine and Dung: A Model Biorefinery. **Waste Biomass Valor**, v. 11, p. 1191-1204, 2020.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. DE C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, E. H.; RODRIGUES, M. L. M.; LOPES, R. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, F. S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, v. 59, n. 6, p. 751-757, 2012.

MORGADO, C. M. A.; MATTIUZ, C. F. M.; MUNIZ, A. C.; CHARLES, F.; MATTIUZ, B-H. Qualidade de melões ‘Louis’ armazenados em quatro temperaturas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1953-1958, 2015.

ÖZ, A. T.; AKYOL, B. Effects of calcium chloride plus coating in modified-atmosphere packaging storage on whole-radish postharvest quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, p. 3942-3949, 2020.

PESAGRO-RIO. **Urina de vaca: alternativa eficiente e barata**. Niterói: Coordenadoria de Difusão de Tecnologia. Documentos n.96, 2010. 8p.

PRECIADO-RANGEL, P.; SALAS-PÉREZ, L.; GALLEGOS-ROBLES, M. Á.; RUIZ-ESPINOZA, F. H.; AYALA-GARAY, A. V.; FORTIS-HERNÁNDEZ, M.; MURILLO-AMADOR, B. Increasing doses of potassium increases yield and quality of muskmelon fruits under greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 184-188, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2021. Disponível em <<https://www.r-project.org/>>

RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; ASSIS, D. F. de O. Da S.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. Atmosfera modificada na conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora alata* cv. BRS Mel do Cerrado (BRS MC). **Agrotrópica**, v. 31, n. 3, p. 185-196, 2019.

RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (2017). Post-harvest conservation of *Passiflora setacea* DC. fruits submitted to different sanitizers and storage temperatures. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, e2016046, 2017.

RINALDI, M. M.; COSTA, A. M.; MALAQUIAS, J. V.; MARTINS, E. DE S. Postharvest quality and shelf life of *Passiflora cincinnata* BRS Sertão Forte fruits according to type of fertilization and storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 44, n. 1, e051, 2022.

SANCHES, J.; CIA, P.; VALENTINI, S. R. T.; BENATO, E.; CHAGAS, E. A.; PIO, R. Modified atmosphere and refrigeration for the postharvest conservation of ‘Fukuhara’ loquat. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 455-459, 2011.

SANTANA, G. A.; OLIVEIRA, J. B.; SANTOS, L. S.; GONÇALVES, M. S.; BORGES, M. V.; SILVA, M. V. Frutos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) submetidos a diferentes temperaturas de armazenamento: estabilidade de pigmentos durante a pós-colheita. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, 1, p. 12-24. 2018.

SENA, C. C. R.; CAMILO, Y. M. V.; EVANGELISTA, Z. R.; ARAUJO, K. K. S.; SEMENSATO, L. R. Different packages in the post-harvest quality of strawberry (cv. Camarosa). **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 4, p. 8-13, 2019.

SIQUEIRA, C. L.; LOPES, O. P.; BATISTA, P. S. C.; RODRIGUES, M. L. M.; SERPA, M. F. P.; MIZOBUTSI, G. P.; MOTA, W. F. Atmosfera modificada e refrigeração na conservação pós-colheita de bananas 'Tropical' e 'Thap Mao'. **Nativa**, v. 5, n. 3, p. 157-162, 2017.

SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. M.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009.

SILVA, G. M. C.; SILVA, M. P. S.; BIAZATTI, M. A.; SANTOS, P. C.; SILVA, N. M.; MIZOBUTSI, G. P. Use of 1-MCP and modified atmosphere in post-harvest of atemoya 'Gefner'. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 2, p. 67-72, 2016.

SILVA, V. M.; ARAUJO, K. K. S.; SENA, C. C.; CAMPOS, A. J. DE. Atmosfera modificada passiva na qualidade pós-colheita do rabanete 'Cometa' refrigerado. **Revista Agrotecnologia**, v. 6, n. 2, p. 81-96, 2015.

SINGH, V.; HEDAYETULLAH, M.; ZAMAN, P.; MEHER, J. Postharvest technology of fruits and vegetables: an overview. **Journal of Postharvest Technology**, v. 2, n. 2, p. 124-135. 2014.

SOETHE, C.; MATTOS, L. M.; STEFFENS, C. A. Armazenamento refrigerado de pimenta dedo-de-moça 'BRS Mari' em embalagem polimérica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 3, p. 214-220, 2017.

SOKRI, S. M.; BABALAR, M.; BARKER, A. V.; LESANI, H.; ASGARI, M. A. Fruit quality and nitrogen, potassium, and calcium content of apple as influenced by nitrate: ammonium ratios in tree nutrition. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 1619-1627, 2015.

SOUSA, A. N. S.; ALMEIDA, E. I. B.; NASCIMENTO, S. DA S.; MENDES, M. DA S.; SOUSA, W. DA S.; MELO, P. A. F. R. DE. Perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Agrotrópica**, v. 30, n. 2, p. 127-134, 2018.