

ÓXIDO NÍTRICO E DIFERENTES MANEJOS DA ATMOSFERA CONTROLADA DINÂMICA POR FLUORESCÊNCIA DE CLOROFILAS NA ARMAZENAGEM DE MAÇÃS ‘FUJI MISHIMA’

Carla Melita da Silva, Paulo Sérgio Gularte, Isaac de Oliveira Correa, Cristiano André Steffens

INTRODUÇÃO

A atmosfera controlada (AC) é uma tecnologia de armazenamento consolidada e que apresenta bons resultados na manutenção da qualidade de maçãs. Todavia, esta técnica não considera as variações no metabolismo dos frutos, durante a armazenagem. Portanto, frequentemente, em AC, se utilizam pressões parciais de O₂ acima do limite mínimo de oxigênio (LMO) tolerado pelos frutos, condição na qual a respiração aeróbica não é reduzida ao seu nível mínimo ideal. Por consequência, em períodos prolongados de armazenagem, ocorrem perdas quantitativas, decorrentes da incidência de podridões (OGOSHI et al., 2019), e qualitativas, especialmente pela redução da acidez e amarelecimento da epiderme dos frutos (CORRÊA et al., 2010).

Nos últimos anos foram desenvolvidas novas tecnologias de armazenagem, destacando-se a atmosfera controlada dinâmica (ACD). Essa técnica permite, por meio de métodos não destrutivos, o monitoramento contínuo do LMO durante o período de armazenamento (THEWES et al., 2023). A armazenagem de maçãs em ACD, com LMO monitorado pela fluorescência de clorofilas (ACD/FC), impõe o estresse por extremamente baixo O₂ apenas no início da armazenagem, durante um período relativamente curto, com posterior manutenção do O₂ em pressão parcial constante e seguro, acima do LMO. Estresses sucessivos pelo extremamente baixo O₂ poderiam melhorar a manutenção da qualidade dos frutos armazenados, por possuir maior controle sobre o metabolismo. Além disso, o óxido nítrico (NO) vem apresentando algumas respostas positivas na armazenagem de maçãs (COSER et al., 2023; GULARTE et al., 2024). Todavia, seus efeitos dependem, entre outros fatores, das condições de armazenagem.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes imposições do estresse controlado pelo extremamente baixo O₂ e da aplicação do NO em ACD sobre a manutenção da qualidade de maçãs ‘Fuji Mishima’.

DESENVOLVIMENTO

Foi realizado um experimento com maçãs ‘Fuji Mishima’ na safra 2023/2024. Foram avaliados os tratamentos ACD com estresse inicial por extremamente baixo O₂ e ACD com estresses regulares (cada 15 dias) por extremamente baixo O₂, associados ou não à aplicação de NO (5 µL L⁻¹). A aplicação do NO foi realizada durante a imposição do estresse inicial por extremamente baixo O₂ (≈0,1 kPa). Após o(s) estresse(s), em ambos os tratamentos, as pressões parciais de O₂ foram mantidas em 0,4±0,05 kPa. A temperatura de armazenagem foi de 1,5±0,2°C e umidade relativa de 94±3%. A pressão parcial de CO₂ foi mantida abaixo de 0,1 kPa.

Os frutos foram armazenados durante nove meses. Após o período de armazenagem os frutos foram avaliados, na saída da câmara, para taxa de produção de etileno, cor de fundo da epiderme e incidência de podridões. Após mais 7 dias de exposição dos frutos em condições ambiente (21 ± 2 °C; $60 \pm 5\%$ UR), além das variáveis realizadas na saída da câmara, os frutos foram também avaliados quanto aos sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza da polpa e incidência de degenerescência da polpa.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e unidade experimental de 40 frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados expressos em porcentagem foram previamente transformados em $\arcsen\sqrt{(x+0,1)/100}$.

RESULTADOS

Em frutos sem aplicação de NO, a taxa de produção de etileno, na saída da câmara, foi menor em frutos armazenados em ACD com estresses periódicos por extremamente baixo O₂. Já a aplicação de NO reduziu a taxa de produção de etileno em maçãs 'Fuji Mishima' armazenadas em ACD com estresse por extremamente baixo O₂ realizado apenas no início da armazenagem. Todavia, em ACD com repetidos estresses por extremamente baixo O₂ o NO incrementou a taxa de produção de etileno. Após 7 dias de exposição dos frutos em condições ambiente, não houve diferença entre os tratamentos avaliados. A cor de fundo da epiderme não apresentou diferença entre os tratamentos avaliados, na saída da câmara. Após 7 dias de exposição dos frutos em condições ambiente, as maçãs armazenadas em ACD com repetidos estresses por extremamente baixo O₂ apresentaram-se mais verdes do que aquelas armazenadas em ACD com imposição de apenas estresse inicial, independentemente da aplicação de NO. Contudo, a aplicação de NO causou maior amarelecimento da epiderme de maçãs armazenadas em ambas as formas de manejo da ACD. A acidez titulável não apresentou diferença entre as formas de manejo da ACD avaliadas. A aplicação de NO, por sua vez, manteve níveis de acidez titulável mais elevados, do que em frutos sem aplicação de NO, independentemente do manejo da ACD. O teor de SS, a firmeza de polpa e a incidência de podridões e de degenerescência da polpa não foram influenciadas pelos tratamentos avaliados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A imposição de estresses regulares por extremamente baixo O₂ no decorrer do armazenamento não apresenta vantagens para a manutenção da qualidade, em comparação à realização de apenas estresse no início da armazenagem. A aplicação de óxido nítrico contribui para a manutenção da acidez titulável em maçãs 'Fuji Mishima' armazenadas em atmosfera controlada dinâmica pelo método da fluorescência de clorofilas.

Palavras-chave: fisiologia pós-colheita; estresse oxidativo; conservação de frutos; atmosfera controlada dinâmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORRÊA, T.R.; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; BRACKMANN, A.; SILVEIRA, J.P.G.; TANAKA, H.; BOTH, V. Qualidade de maçãs 'Fuji' armazenadas em atmosfera controlada e influência do clima na degenerescência da polpa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.531-538, 2010.

COSER, W.; STEFFENS, C.A.; LUGARESI, A.; BUSS, M.; GULARTE, P.S.; FENILI, C.L.; MIQUELOTO, T.; AMARANTE, C.V.T. Treatment of 'Baigent' apple fruit with nitric oxide in controlled atmosphere storage reduces decay and physiological disorders **Postharvest Biology and Technology**, 196, 112159, 2022,

GULARTE, P.S.; ZANELLA, S.M.; STEFFENS, C.A.; BUSS, M.; SILVA, J.C.; COSER, W.; MIQUELOTO, A.; AMARANTE, C.V.T. Treatment of 'cripps pink' apples with nitric oxide in a controlled atmosphere ultra-low oxygen: Impacts on overall fruit quality and anaerobic compounds. **Postharvest Biology and Technology**, v.208, p.112635, 2024.

OGOSHI, C.; ARGENTA, L. C.; MONTEIRO, F. P.; PINTO, F. A. F. M.; GONÇALVES, M. W. Podridões pós-colheita em maçã: perdas econômicas e alternativas de manejo. **Brazilian Journal Of Development**, v.5, n.9, p.17093-17101, 2019.

THEWES, F.R.; ARGENTA, L.C.; ANESE, R.O.; STANGER, M.C.; FREITAS, S.T. The response of 'Monalisa' apples to high CO₂ storage conditions, harvest maturity and 1-MCP treatment. **Scientia Horticulturae**, v.317, 112038, 2023.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Carla Melita da Silva

MODALIDADE DE BOLSA: PIBIC/CNPq

VIGÊNCIA: 09/2024 a 08/2025 – Total: 12 meses

ORIENTADOR(A): Cristiano André Steffens

CENTRO DE ENSINO: CAV

DEPARTAMENTO: Agronomia

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Ciências Agrárias

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Armazenamento de maçãs 'Fuji' em atmosfera controlada e atmosfera controlada dinâmica com óxido nítrico: AC plus NO e ACD plus NO

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: NPP3936-2022