

# **RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV-C) E ATMOSFERA MODIFICADA NA CONSERVAÇÃO DE UVA CV. CENTENNIAL SEEDLESS**

GABRIELA RIGOLO<sup>1</sup>; ELIANE A. BENATO<sup>2</sup>; PATRICIA CIA<sup>3</sup>; VALÉRIA D. A. ANJOS<sup>4</sup>; CLAIRE L. SARANTOPOULOS<sup>5</sup>; MARIA I. BERTO<sup>6</sup>; MARIA FERNANDA DE CASTRO<sup>7</sup>; CAMILA KAIHATU<sup>8</sup>.

RE0901024

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a radiação ultravioleta (UV-C) e atmosfera modificada passiva e ativa sobre a conservação de uva cv. Centennial Seedless e a ação antimicrobiana sobre os principais patógenos de pós-colheita. Cachos de uva (Centennial Seedless) foram submetidos a diferentes doses de UV-C (0,00; 0,35; 0,70; 1,57; 3,13 e 5,22 kJ m<sup>-2</sup>), uma parte foi previamente inoculada com *Colletotrichum gloeosporioides*. Foram feitas análises físico-químicas e fitopatológicas. Posteriormente outros cachos foram submetidos a diferentes sistemas de atmosfera modificada: diferentes embalagens (sacolinha, X-tend®, PEBD, BOPP-PEBD) combinadas com diferentes concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> e foram realizadas as mesmas análises físico-químicas e fitopatológicas. Com base nos resultados obtidos foi realizado um teste combinado de UV-C com atmosfera modificada. Foi realizada também uma análise in vitro de controle de patógenos (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Lasiodiplodia theobromae*) com diferentes doses de UV-C. Verificou-se que a radiação de bagas inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, teve um ligeiro efeito de controle na dose de 0,70 kJ m<sup>-2</sup>, sem causar danos. In vitro, quanto maior a dose de ultravioleta aplicada sobre o microrganismo menor o crescimento micelial. Os experimentos de atmosfera modificada mostraram que as uvas acondicionadas em sacolinhas plásticas perfuradas (PEBD), apresentaram menor incidência de podridões e de degrana. A combinação UV-C e AM não apresentou efeito positivo na conservação de uvas cv. Centennial Seedless.

1. Bolsista CNPq; Graduação em Eng. Alimentos, FEA/UNICAMP, Campinas-SP, gabriela.rigolo@gmail.com
2. Orientador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas- SP
3. Colaborador: Pesquisador, IAC, Jundiaí-SP
4. Colaborador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas- SP
5. Colaborador: Pesquisador, CCQA/ITAL, Campinas- SP
6. Colaborador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas-SP
7. Colaborador: Pesquisador, GEPC/ITAL, Campinas-SP

## Abstract

The objective of this study was to assess ultraviolet radiation (UV-C) and passive and active atmosphere modified on conservation of grape cv. Centennial Seedless and antimicrobial action on the main post-harvest pathogens. Bunches of grapes (Centennial Seedless) were subjected to different doses of UV-C (0.00, 0.35, 0.70, 1.57, 3.13 and 5.22 kJ m<sup>-2</sup>), was previously a part inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*. Were analyzed physico-chemical and phytopathology. Subsequently other clusters were submitted to different systems of modified atmosphere: different packaging (perforated plastic bag, ® X-tend, LDPE, BOPP-LDPE) combined with different concentrations of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> and were the same physical-chemical analysis and phytopathology. Based on the results was a test of UV-C combined with modified atmosphere. An analysis was also performed *in vitro* to control pathogens (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Lasiodiplodia theobromae*) with different doses of UV-C. It was found that the radiation of berries inoculated with *Colletotrichum gloeosporioides*, had a slight effect of control at a dose of 0.70 kJ m<sup>-2</sup>, without causing damage. In vitro, the higher the dose of UV applied on the micro minor mycelial growth. The experiments showed that modified atmosphere of the grapes packed in perforated plastic bag (LDPE), had lower incidence of decay and thresh. The combination UV-C and Modified atmosphere showed no positive effect on conservation of grape cv. Centennial Seedless.

## Introdução

O cultivo da videira no Brasil representa uma parcela econômica e social importante na fruticultura brasileira. A uva 'Centennial Seedless' é uma cultivar sem sementes, obtida na Califórnia, Estados Unidos, e lançada em 1980. A planta apresenta-se vigorosa e produtiva, com folhas grandes, cachos grandes e bagas de coloração branca, alongadas, crocantes e com sabor neutro agradável (EMBRAPA, 2008). A ocorrência de podridões e a degrana das bagas de uva 'Centennial Seedless' são responsáveis pela grande quantidade de perdas pós-colheita (BENATO, 2003). Um aumento da vida útil do produto pode ser obtido através do resfriamento e do uso de filmes flexíveis que agem como embalagem com **atmosfera modificada** (AM). O objetivo é diminuir as taxas de respiração e de crescimento microbiano, além retardar a deterioração enzimática, com um efeito final de prolongar a vida de prateleira (KADER, 2002). Os **raios ultravioleta** não ionizantes (UV-C) foram utilizados por muitos anos na desinfecção de equipamentos, vidrarias e ar, pelas indústrias, por ser uma fonte limpa e não

deixar resíduos. (LU et al., 1991). Quando os frutos são expostos a baixas doses de UV-C várias mudanças são induzidas, incluindo a produção de compostos antifúngicos e o atraso no amadurecimento. A inativação direta de fungos também pode ocorrer pela exposição à UV-C. Assim, a redução de podridões pela UV-C pode ser devido ao efeito germicida e/ou a indução de resistência dos frutos a patógenos (STEVENSON et al., 1998). Cia et al (2007) constataram que em mamão, a radiação UV-C *in vitro* inibiu o crescimento micelial, esporulação e germinação conidial do patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*. A radiação UV-C apresenta efeitos benéficos para uma série de frutos, incluindo maracujá, mamão, citros, pêssego, uva, maçã, sendo neste caso usado comercialmente.

### **Material e Métodos**

Teste UV-C: Cachos de uva de mesa (Centennial Seedless) passaram por diferentes doses de UV-C (0,00; 0,35; 0,70; 1,57; 3,13 e 5,22 kJ m<sup>-2</sup>), uma parte foi previamente inoculada com *Colletotrichum gloeosporioides*. Foram realizadas análises físico-químicas (degrana, aparência da ráquis, cor de casca, firmeza, Brix, pH, Acidez Titulável e Ratio) e fitopatológicas (Incidência de Podridão e Degrana).

Teste Atmosfera Modificada: Cachos de uva foram submetidos a oito diferentes sistemas de atmosfera modificada: 1) Testemunha; 2) X – Tend ®; 3) BOPP-PEBD; 4) BOPP-PEBD, 3%CO<sub>2</sub> + 1,5%O<sub>2</sub>; 5) BOPP-PEBD, 10%CO<sub>2</sub> + 21%O<sub>2</sub>; 6) PEBD; 7) PEBD, 3%CO<sub>2</sub> + 1,5%O<sub>2</sub>; 8) PEBD, 10%CO<sub>2</sub> + 21%O<sub>2</sub>. Os tratamentos foram submetidos as mesmas análises físico-químicas e fitopatológicas, além de análises de gases e de perda de massa. Os cachos foram acondicionados em gôndolas e armazenados em câmara frigorífica a 1°C±1°C e 90-95%UR durante 21 dias. Após esse período, foram transferidos para câmara frigorífica a 25°C±1°C e 70-80%UR por 4 dias, sendo cada tratamento subdividido em dois lotes, um lote com embalagens abertas e outro com as embalagens seladas.

Teste Combinado: Com base nos resultados obtidos foi realizado um teste combinado de UV-C com atmosfera modificada com dez tratamentos: 1) Testemunha; 2) BOPP-PEBD; 3) BOPP-PEBD + 5%CO<sub>2</sub>; 4) BOPP-PEBD + 10%CO<sub>2</sub>; 5) BOPP-PEBD + 20%CO<sub>2</sub>; 6) UV-C(0,70 kJ m<sup>-2</sup>); 7) UV-C (0,70 kJ m<sup>-2</sup>)/ BOPP-PEBD; 8) UV-C(0,70 kJ m<sup>-2</sup>) / BOPP-PEBD + 5%CO<sub>2</sub>; 9) UV-C(0,70 kJ m<sup>-2</sup>) / BOPP-PEBD + 10%CO<sub>2</sub>; 10) UV-C(0,70 kJ m<sup>-2</sup>) / BOPP-PEBD + 20%.

Posteriormente, os cachos foram acondicionados em gôndolas e armazenados em câmara frigorífica a 1,5°C±1°C e 90-95%UR durante 21 dias. Após esse período, foram transferidos para câmara frigorífica a 25°C±1°C e 85-90%UR por 5 dias, com embalagens abertas. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita anteriormente.

Teste *in vitro*: Foi realizada também uma análise *in vitro* de controle de patógenos (*Colletotrichum* gloeosporioides, *Aspergillus niger*, *Alternaria alternata*, *Lasiodiplodia theobromae*) com diferentes doses de UV-C (0,00; 0,70; 1,57; 3,13; 5,22; 10,44; 20,88; 31,32).

### **Análises:**

Degrana: Determinada através da pesagem do cacho inteiro e das bagas naturalmente soltas, obtendo-se através do seguinte cálculo:  $[D\% = (\text{massa de bagas soltas} / \text{massa do cacho inteiro}) \times 100]$ .

Aparência da ráquis: Adotou-se uma escala de notas, sendo: 1= verde, fresca e túrgida, 2= verde, opaca, 3= verde para marrom, 4= predominantemente marrom e 5= marrom parda.

Cor de casca: A cor de casca foi analisada em colorímetro Minolta, modelo Chroma meter CR 300, sistema  $L^*a^*b^*$ , onde o fator  $L^*$  representa luminosidade e,  $a^*$  e  $b^*$ , a cromaticidade, sendo  $-a^*$ (verde),  $+a^*$ (vermelho),  $-b^*$ (azul),  $+b^*$ (amarelo). Foram analisadas seis bagas, duas da região superior, duas da região mediana e duas da parte inferior.

Firmeza (N): Empregou-se o texturômetro TAX-T2i, com *probe* cilíndrico de alumínio (35 mm), aplicando-se velocidade de  $2 \text{ mm.s}^{-1}$  e profundidade de compressão de 2 mm. Tomaram-se duas bagas da região basal dos cachos, duas da região mediana e duas da região apical.

Sólidos Solúveis (°Brix): Obtido pela leitura de uma alíquota do suco de 12 bagas de uva (03 da região superior, 06 da mediana e 03 da região inferior do cacho), em refratômetro digital.

pH: Determinado potenciométricamente em pHmetro Micronal B-274, no suco da fruta (1:9).

Acidez Titulável: Determinada nas amostras anteriormente preparadas para determinação de pH, empregando-se NaOH (0,1 N) para titulação até atingir pH 8,1. O resultado foi expresso em g de ácido tartárico por 100 g de suco (CARVALHO et al., 1990).  $AT = ((\text{massa} \cdot N \cdot 75 \cdot 100) / (\text{Vol. NaOH} \cdot 1000)) \cdot fc$ . Onde: N= normalidade; fc= fator de correção.

Ratio: Relação sólidos solúveis (°Brix) / acidez titulável (g ác. tartárico.100 g<sup>-1</sup>)

Incidência de Podridão – obtida através do seguinte cálculo:  $[PNI\% = (\text{massa de bagas não inoculadas com podridão} / \text{massa do cacho inteiro}) \times 100]$ .

Incidência de Podridão em Bagas Inoculadas – obtida através do seguinte cálculo:  $[PI\% = (\text{bagas inoculadas com podridão} / 10) \times 100]$ .

Análise de gases: no interior das embalagens, efetuada com analisador de O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> marca MOCON, modelo Pac Check 325.

Perda de massa: determinada através da pesagem do cacho no início do experimento e aos 21 e 25 dias de armazenamento, obtendo-se através do seguinte cálculo:  $[PM\% = (\text{massa inicial} - \text{massa final} / \text{massa inicial}) \times 100]$ .

## Resultados e Discussão

Radiação UV-C: Quanto ao controle de podridão nos cachos de uva naturalmente infectados, observou-se que os resultados praticamente não diferem da testemunha, por outro lado, a radiação em bagas inoculadas mostram um ligeiro controle na dose 3 ( $0,70 \text{ kJ m}^{-2}$ ) e depois um efeito maior na dose 6 ( $5,22 \text{ kJ m}^{-2}$ ). Este fato caracteriza o efeito hormético da radiação ultravioleta. Quanto a cor da casca, a cromaticidade ( $a^*$ ) mostrou que as doses superiores a  $1,57 \text{ kJ.m}^{-2}$  causaram um bronzeamento significativo, e a cromaticidade ( $b^*$ ) também apresentou valores significativamente diferentes para as uvas tratadas com UV-C. Ou seja, a radiação acarretou um bronzeamento na casca em função do aumento da dose. Houve um decréscimo de sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ) com o armazenamento.

Teste de Atmosfera Modificada: As uvas transferidas ao ambiente que permaneceram nas embalagens fechadas tiveram maior firmeza que a testemunha, quanto a acidez, as uvas que estavam na temperatura ambiente em embalagens fechadas de BOPP-PEBD, apresentaram valores significativamente mais baixos. Quanto a podridão nos cachos, após a transferência para condições ambiente, a testemunha em sacolinhas abertas, apresentou menor incidência de podridão, devido à maior exposição das bagas ao ambiente, seguida dos cachos de uva que ficaram em BOPP-PEBD, depois os que ficaram em PEBD e em X-tend, em embalagens abertas. Quanto a perda de massa nos cachos de uva transferidos com embalagem fechada, observa-se que a testemunha (sacolinha) apresentou o maior valor de perda de massa, seguida dos filmes PEBD e X-tend, , enquanto o BOPP-PEBD manteve baixa a perda de massa devido a sua maior barreira a perda de água.

Teste Combinado: Quanto a incidência de degrana após 5 dias da transferência para condições ambiente, constatou-se a menor incidência de degrana no T1 (testemunha), que diferiu de modo significativo apenas de T8 (BOPP-PE,  $5\% \text{CO}_2$  + UV-C). A ocorrência de podridões também foi menor em T1 (testemunha), diferindo significativamente dos tratamentos com BOPP-PE, exceto T2 (BOPP-PE, ar). Notou-se que os tratamentos T2 e T7, sofreram uma redução acentuada dos teores de  $\text{O}_2$  (1%), devido provavelmente à respiração da uva acondicionada em BOPP-PE + ar. Os teores de  $\text{CO}_2$  no interior das embalagens sofreram um incremento acentuado nos tratamentos T2 e T7 (11-14%), devido à respiração da uva, uma vez que inicialmente a embalagem foi selada com ar atmosférico.

Teste *in vitro*: Foi possível observar que quanto maior a dose de ultravioleta menor o crescimento micelial, contudo, doses de até  $31,32 \text{ kJ.m}^{-2}$  não foram letais aos microrganismos testados.

## Conclusão

Quanto ao efeito da radiação UV-C no controle de podridões nos cachos de uva cv. Centennial Seedless naturalmente infectados, praticamente não diferiu da testemunha. Por outro lado, a radiação de bagas inoculadas com *Colletotrichum gloeosporioides*, teve um ligeiro efeito de controle na dose de  $0,70 \text{ kJ m}^{-2}$ , sem causar danos. *In vitro*, quanto maior a dose de ultravioleta aplicada sobre o microrganismo menor o crescimento micelial, contudo, doses de até  $31,32 \text{ kJ.m}^{-2}$  não foram letais aos microrganismos testados. Os experimentos de atmosfera modificada mostraram que as uvas acondicionadas em sacolinhas plásticas perfuradas (PEBD), tiveram maior perda de massa, porém menor incidência de podridões e de degrana. Comparativamente, o filme BOPP-PEBD apresentou melhor resultado na conservação das uvas do que PEBD e X – Tend®, em atmosfera modificada ativa ou passiva. O filme BOPP-PEBD, com ou sem mistura de gases, não foi melhor que a testemunha (sacolinhas plásticas) na conservação das uvas sob refrigeração e, na transferência para condições ambiente com embalagem aberta, promoveu doenças e degrana nas uvas. A combinação UV-C e AM não apresentou efeito positivo na conservação de uvas cv. Centennial Seedless.

## Referências Bibliográficas

BENATO, E.A. Tecnologia, fFisiologia e doenças pós-colheita de uvas de mesa. In.: POMMER, C.V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco continentes, 2003. p.635-723.

EMBRAPA – Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/cultivares.htm>> . Acesso em: 14 dezembro 2008

KADER, A.A. **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3rd ed.University of California, California: Publication 3311, 2002.

LU, J. Y.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; KABWE, M. The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v. 14, n. 4, p. 299-305, 1991.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; LU, J.Y.; WILSON, C.L.; PUSEY, L.P.; KABWE, M.K.; IGWEGBE, E.C.K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, v. 17, n. 1, p. 75-84, 1998.