

RADIAÇÃO UV-C NA QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DA UVA CV. 'NIAGARA ROSADA'

*Renato Rosa de Almeida (PG)¹, Lucas Rodrigues Caetano (G)¹, Leonardo Rodrigues Caetano (IC)¹, Verediana F. R. de Almeida (PG)¹, André José de Campos (PQ)¹

*E-mail: renatorosa.agricola@outlook.com

¹Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo - CCET

Resumo: A radiação ultravioleta C (UV-C) é um tipo de radiação não ionizante, age principalmente no controle das reações de oxidação enzimática, com manutenção das características sensoriais e nutricionais dos alimentos. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da radiação UV-C na qualidade e longevidade pós-colheita da uva cv. 'Niagara Rosada'. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x5 (tempo de radiação x dias), com 3 repetições e 1 cacho de uva por embalagem de cloreto de polivinila e poliestireno expandido (PVC+EPS). Os tratamentos foram expostos à radiação UV-C, com amplitude de onda medindo 254 nm, sendo: T1: 0 minuto (controle); T2: 2 minutos; T3: 4 minutos e T4: 6 minutos, mantidos a 2±1°C e umidade relativa de 85±5%, por um período de 16 dias de análise (0, 4, 8, 12 e 16 dias). Avaliou-se a perda de massa, índice de maturação, pH e Firmeza. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$) e regressão, quando significativos. Os resultados permitem concluir que a radiação UV-C se mostrou promissora para a conservação da uva 'Niagara Rosada', apresentando características pós-colheita adequadas para a comercialização até o 16º dia de armazenamento.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L. Ultravioleta. Longevidade. Armazenamento.

Introdução

A cultivar 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca*), surgiu no Brasil por mutação somática natural da 'Niagara Branca', encontrada em 1933 no Município de Jundiaí, São Paulo (SILVA *et al.*, 2006; SOUSA e MARTINS, 2002). Atualmente o Estado é considerado o terceiro maior produtor de uvas do Brasil e o maior produtor nacional de uvas de mesa, sendo a variedade 'Niagara Rosada' a mais plantada (CAMARGO e COSTA, 2017), com uma produção em torno de 145.251 toneladas, com uma área colhida de 7.881 hectares, na safra 2016 (MELLO, 2017).



A uva é considerada como uma das frutas mais consumidas no Brasil e no mundo, tanto na forma *in natura* ou na forma processada, como por exemplo, vinhos, sucos, geleias, entre outros produtos (VANZELA *et al.*, 2015). Nutricionalmente, a uva tem em sua composição, açúcares, minerais, ácidos e vitaminas, além dos compostos fenólicos responsáveis por sua cor e estrutura (RIZZON e MENEGUZZO, 2007). É constituída basicamente de polpa: 85 a 92%, casca: 6 a 12% e sementes: 2 a 6% (SANTOS *et al.*, 2008).

Trata-se de uma fruta não-climatérica, que apresenta uma taxa de atividade respiratória relativamente baixa e não amadurece após a colheita (GOMES, 2012), podendo sofrer modificações em seus atributos sensoriais e nutricionais ao longo do amadurecimento e na fase pós-colheita. Essas modificações são decorrentes, em grande parte, de diferentes processos enzimáticos que afetam a qualidade da fruta e consequentemente os seus derivados (VANZELA *et al.*, 2015).

Um dos grandes problemas enfrentado pelos fruticultores é a conservação dos frutos maduros, motivo este, responsável pela perda de grande parte da colheita, estima-se uma porcentagem de 35% a 40% de perdas entre a colheita no campo até a chegada ao mercado consumidor final (ALMEIDA *et al.*, 2012), destacando a ocorrência de podridões e a degrana dos grãos (BENATO *et al.*, 1998). Dessa forma, faz-se necessário à utilização de métodos, técnicas e processos que permitem reduzir essas perdas, além de manter a conservação a fim de que o alimento se torne estável à deterioração física e microbiana.

Nesse aspecto, a radiação ultravioleta C surge como uma técnica pós-colheita alternativa, com maior eficiência no comprimento de onda de 254 nm (BASSETTO *et al.*, 2007), atuando de forma eficaz sobre fungos e bactérias, inibindo seu desenvolvimento e germinação pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática (DEMIRCI e PANICO, 2008; TIECHER *et al.*, 2013), que, de acordo com Severo *et al.* (2010), funciona como estressor abiótico nos tecidos dos vegetais, provocando uma situação de estresse, a qual ativa os mecanismos de defesa do fruto, tais como: a síntese e acúmulo de compostos antimicrobianos, aumento na atividade de enzimas antioxidantes, indução do metabolismo dos



compostos fenólicos e também modificação na parede celular, proporcionando proteção à deterioração do alimento.

No entanto, esse tratamento se destaca por não deixar resíduos, não ter restrições legais, ser letal para uma ampla gama de microrganismos, induzir resistência em frutos, além de ser um processo, simples, eficaz e de baixo custo (RIVERA-PASTRANA *et al.*, 2007). Portanto, devido ao potencial econômico da uva, são importantes estudos que abrangem o comportamento pós-colheita. Por esse motivo, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da radiação UV-C na qualidade e longevidade pós-colheita da uva cv. ‘Niagara Rosada’.

Material e Métodos

A uva ‘Niagara Rosada’ (*Vitis labrusca* L.), foi adquirida junto a Central de Abastecimento – CEASA de Anápolis, Goiás, Brasil, proveniente do município de Jundiá, São Paulo, Brasil, com altitude de 762 metros, localizado entre as coordenadas geográficas 23°11’11” de latitude Sul e 46°53’03” de longitude Oeste. Após a aquisição, as frutas foram transportadas até o laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola do Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo, da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, Goiás, Brasil. No laboratório, os frutos foram selecionados quanto à uniformidade do cacho, estágio de maturação, ausência de defeitos e injúrias, visando a uniformidade do lote.

Para avaliar os efeitos da radiação UV-C na conservação pós-colheita dos cachos de uva *in natura*, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, e esquema fatorial 4x5 (tempos de radiação UV-C x dias), com 3 repetições e 1 cacho de uva acondicionado por embalagem de poliestireno expandido (EPS) + cloreto de polivinila (PVC). Os tempos de radiação UV-C foram determinados quanto à exposição dos frutos à fonte irradiadora (0, 2, 4 e 6 minutos), com amplitude de onda medindo 254 nm, sendo colocados no interior de um protótipo de irradiador ultravioleta C. O irradiador ultravioleta C é composto por câmara cilíndrica de polímero plástico e 2 lâmpadas germicidas sem filtro, sendo 1 na parte superior e 1



na parte inferior, com 30 watts cada, com a estrutura de geometria 0,5x0,5x0,9 m e tela trefilada galvanizada, dividindo o equipamento em parte superior e inferior.

Com o término de cada tempo de radiação, os tratamentos foram armazenados em incubadora *Biochemical Oxygen Demand* - B.O.D. a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ com umidade relativa de $85 \pm 5\%$ (U.R.). Foram realizadas análises de firmeza, índice de maturação (SS/AT), potencial hidrogeniônico (pH) e perda de massa por um período de 16 dias (0, 4, 8, 12 e 16 dias). A análise de firmeza foi avaliada com o auxílio do aparelho Texture Analyser CT3™, na velocidade de penetração de $6,9 \text{ mm s}^{-1}$ a uma profundidade de 7 mm, os valores foram expressos em centiNewton (cN).

O índice de maturação foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável 'SS/AT', o potencial hidrogeniônico (pH) foi realizado por potenciômetro utilizando-se o medidor de pH de bancada microprocessador TEC-11, conforme técnica descrita pela AOAC (2012).

Para a análise de perda de massa, considerou-se a diferença entre a massa inicial do cacho de uva e aquela obtida a cada intervalo de tempo de armazenamento. Sendo calculada a partir da Equação (1):

$$Pm(\%) = \frac{M_i - M_d}{M_i} * 100 \quad (1)$$

Em que: M_i = massa inicial (g); M_d = Massa no dia de análise (g).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão a 5% de significância. Utilizou-se o programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Conforme os dados apresentados na Figura 1, verifica-se que para todos os tratamentos ao longo do armazenamento ocorreu um aumento linear na perda de massa, sendo influenciada significativamente pela interação entre o tempo de radiação e os dias de armazenamento ($p \leq 0,05$), observa-se que para todos os dias de análise ocorreu diferença estatística significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância.

Pelos dados obtidos, observa-se que os frutos tiveram perdas de massa significativas ao longo do período de armazenamento, atingindo no 16º dia valores

variando de 1,96% a 2,77% entre os tratamentos, sendo que o tratamento controle (0 min UV-C) proporcionaram as maiores perdas, e o tratamento T4 (6 min UV-C) evidenciou as menores perdas em todos os dias analisados, sendo esse o melhor tempo de exposição avaliado. Assim como nesse experimento, Daiuto *et al.* (2013) também observaram redução menos expressiva no maior tempo de exposição à radiação ultravioleta UV-C em abacates ‘Hass’. Sanches *et al.* (2016) também evidenciaram as maiores perdas para o tratamento controle (11,21%) em tangerinas refrigeradas submetidas a radiação UV-C, conferindo-lhe as menores perdas para os maiores tempos de exposição a fonte de irradiação.

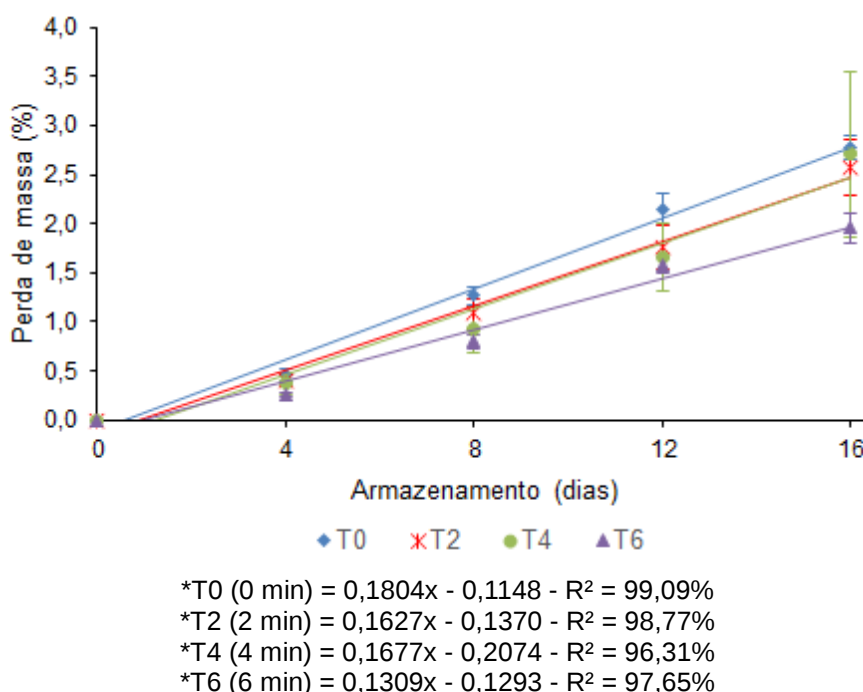


Figura 1. Perda de massa (%) em uva ‘Niagara Rosada’ irradiadas (UV-C), e armazenadas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ com $85 \pm 5\%$ de UR, por 16 dias. *significativo pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

A variável índice de maturação (SS/AT), Figura 2, não foi afetada significativamente pela interação entre os fatores, tempos de radiação e dias de armazenamento ($p \leq 0,05$), sendo influenciada apenas pelos efeitos isolados desses fatores. Ao longo do armazenamento (Figura 2a), verificou-se um comportamento quadrático, com decaimento do índice de maturação a medida em que se reduziu o tempo de exposição a fonte irradiadora, exceto o tratamento controle (0 min UV-C).

No entanto foi encontrado para o tratamento 19,21, sendo este o maior valor. Em relação a Figura 2b, também se observa comportamento quadrático ao longo do armazenamento, com uma acentuada redução nesse parâmetro no 4º dia (14,0), apresentando no 8º dia (15,46) até o 12º dia (19,55), um considerável incremento com posterior redução até o 16º dia (19,25), com uma média geral de 17,72.

Resultado contrário foram observados por Sanches *et al.* (2016), ao relatarem que durante o armazenamento o tratamento controle aumentou em tangerinas submetidas a irradiação UV-C por 25 dias. Resultados deste trabalho foi semelhante à de Rizzon e Link (2006) que, ao trabalhar com uvas da cultivares Isabel, Bordo, Concord e Cabernet Sauvignon constatou valores médios de 18,6 nas mesmas condições desse experimento. Para Silva Filho (2002), os valores mais elevados para o controle foram provavelmente ocasionados pela maior perda de massa e maior aceleração do amadurecimento observado no decorrer do armazenamento, concentrando teor de sólidos solúveis (SS).

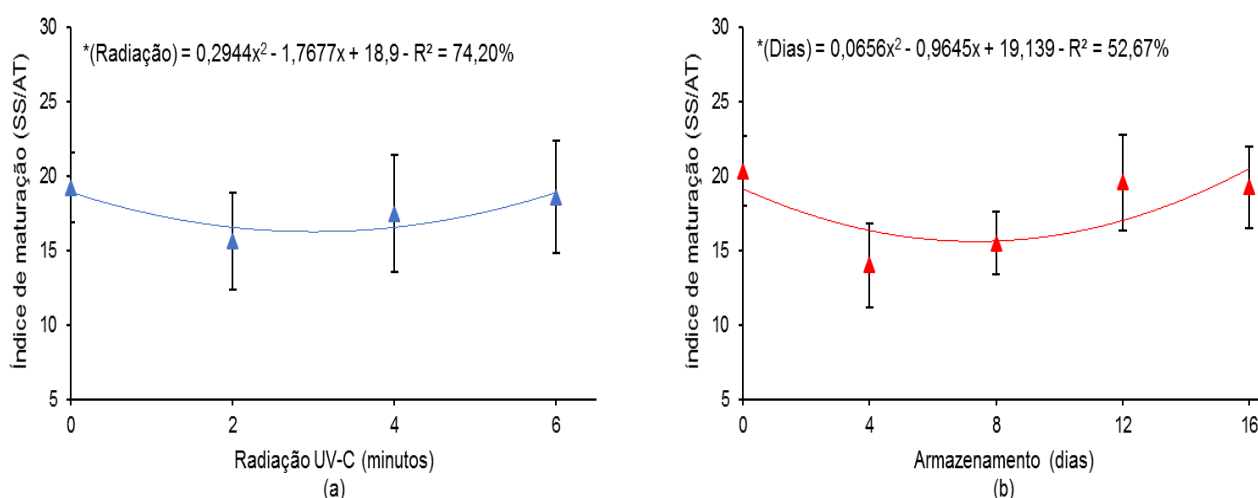


Figura 2. Fator radiação UV-C (a) e armazenamento (b) para o índice de maturação (SS/AT) em uva 'Niagara Rosada' irradiadas (UV-C) e armazenadas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ com $85 \pm 5\%$ de UR, por 16 dias. *significativo pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

A variável potência hidrogeniônico (pH), Figura 3, não foi afetada significativamente pela interação entre os fatores, tempos de radiação e dias ($p \leq 0,05$), sendo influenciada apenas pelos efeitos isolados dos dias. No entanto, observa-se um comportamento linear do pH ao longo do armazenamento,

apresentando 3,17 de pH no primeiro dia de análise (0° dia) e 4,07 no último dia de análise (16° dia), apresentando média global de 3,32.

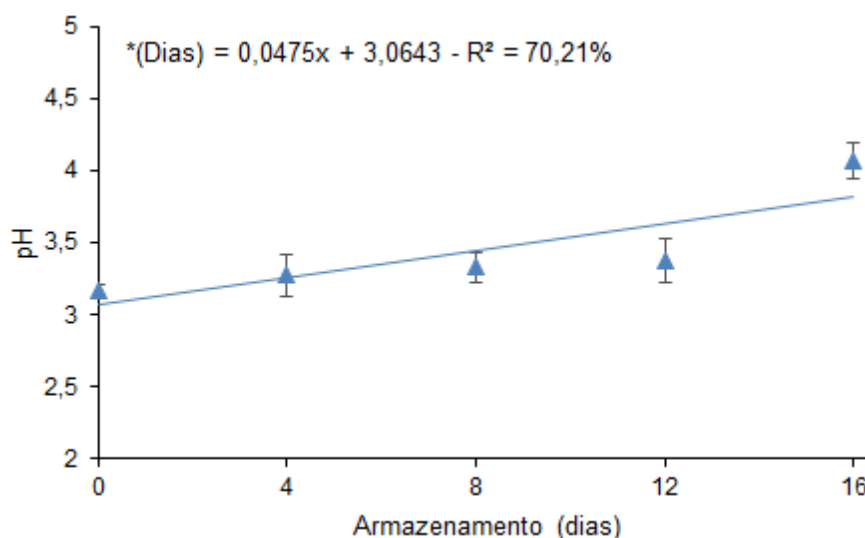


Figura 3. Potencial hidrogeniônico (pH) em uva 'Niagara Rosada' irradiadas (UV-C), e armazenadas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ com $85 \pm 5\%$ de UR, por 16 dias. *significativo pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

Em tangerinas irradiadas Sanches *et al.* (2016), também observaram aumento do pH ao longo do armazenamento. Tais resultados concordam com Sachs (2001) ao relatar que o pH em uvas varia de 3,5 a 4,5 e é um dos responsáveis pelas características organolépticas e coloração de vinhos e sucos, juntamente com acidez total e outros compostos relacionados. Os valores encontrados nesse trabalho são semelhantes aos de Santos *et al.* (2014) que encontrou valores de 3,8, 3,2 e 3,4 para as variedades de uvas 'BRS Morena', 'BRS Clara' e 'BRS Linda', respectivamente. Em abacates tratados com 5, 10, 15 e 20 minutos de radiação UVC e controle, Daiuto *et al.* (2013) afirmam que ocorreu aumento do pH durante o período armazenado, semelhante do ocorrido nesse experimento.

As alterações de firmeza na uva 'Niagara Rosada' estão apresentadas na Figura 4, observa-se que esta variável foi influenciada significativamente pela interação entre o tempo de radiação e os dias de armazenamento ($p \leq 0,05$). Ao longo do armazenamento e possível verificar comportamento linear para os tratamentos T0 e T2 (0 min e 2 min), comportamento quadrático foi evidenciado para os maiores

tempos de radiação UV-C, sendo o tratamento T4 e T6 (4 min e 6 min UV-C), os quais apresentaram os maiores coeficientes de determinação (R^2), evidenciando um aumento até o 12º dia, quando comparado com primeiro dia de avaliação (0º dia), a partir do 12º dia até o 16º dia, verificou-se uma considerável redução para ambos, acentuando-se principalmente para o tratamento T4 (4 min UV-C).

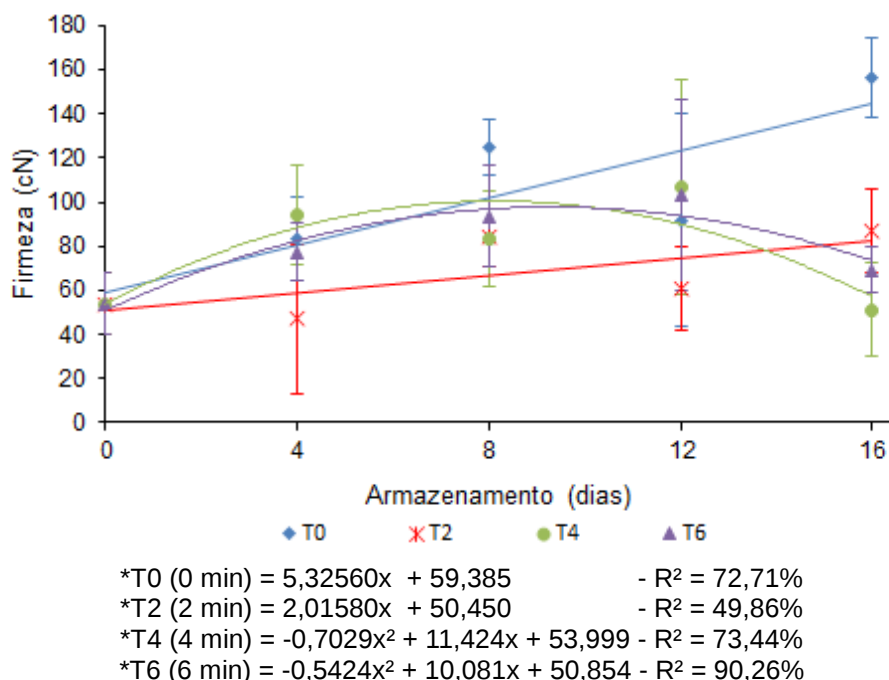


Figura 4. Firmeza (cN) em uva 'Niagara Rosada' irradiadas (UV-C), e armazenadas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$ com $85 \pm 5\%$ de UR, por 16 dias. *significativo pelo teste de F ($p \leq 0,05$).

Entretanto, os cachos de uva submetidas ao tratamento T0 (0 min UV-C) apresentaram os maiores valores de firmeza de 156,36 cN no 16º dia de armazenamento, seguido pelo tratamento T2 (2 min UV-C), T6 (6 min UV-C) e T4 (4 min UV-C), apresentando firmeza na ordem de 87,17 cN, 69,19 cN e 51,21 cN, no entanto, é possível notar que a maior dose não promoveu a conservação da resistência do fruto por maior período. Resultado contrário foi observado por Coutinho *et al.* (2003), onde a maior dose de radiação em pêssegos foi a mais desejável para as características pós-colheita. Tal resultado, assim como o tratamento controle sem a aplicação da radiação UV-C, também foi verificado por



Piñones (2010), para as cultivares de uva 'Flame Seedless', 'Superior Seedless', 'Thompson Seedless', 'RedGlobe' e 'Crimson Seedless'.

Considerações Finais

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados permitem concluir que a radiação UV-C se mostrou promissora para a conservação da uva 'Niagara Rosada', demonstrando para as maiores doses o menor percentual de perda de massa e maior estabilidade no amadurecimento dos frutos. Em relação aos dias de análise, a uva apresentou características pós-colheita adequadas para a comercialização até o 16º dias de armazenamento, sem comprometer as características físico-químicas dos frutos.

Agradecimentos

A Universidade Estadual de Goiás, CCET, pela disponibilização da infraestrutura para a realização da pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, E.I.B.; LUCENA, H.H.; RIBEIRO, W.S.; OLIVEIRA, M.R.T.; BARBOSA, J.A. Análise das perdas de caule, folhas e frutos de hortaliças frescas comercializadas na rede varejista de Areia (PB). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Fortaleza, v.2, n.2, p.81-91, 2012.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.
- BASSETTO, E.; AMORIM, L.; BENATO, E.A.; GONÇALVES, F.P.; LOURENÇO, S.A. Efeito da irradiação UV-C no controle da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) pós-colheita de pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.393-399, 2007.
- BENATO, E.A.; SIGRIST, J.M.M.; OLIVEIRA, J.J.V.; DIAS, M.S.C.; Correa, A.C.C. Controle de doenças pós-colheita de uva 'Itália' e avaliação dos níveis residuais de SO₂ e thiabendazol. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.1, n.1,2, p.107-112, 1998.
- CAMARGO, M.P.; COSTA, C.R. Viabilidade econômica do cultivo de videira Niágara Rosada. **Revista iPecege**, Piracicaba, v.3, n.2, p.52-85, 2017.
- COUTINHO, E.F.; SILVA JUNIOR, J.L.; HAERTER, J.A.; NACHTIGALL, G.R.; CANTILLANO, R.F.F. Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (uv-c) em pêssegos cultivar Jade, armazenados em condição ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, 4, p.663-666, 2003.
- DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; CARVALHO, L.R.; FUMES, J.G.F. Pós-colheita de abacate 'Hass' submetido a radiação UVC-C. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Botucatu, v.7, n.2, p.149-160, 2013.
- DEMIRCI, A.; PANICO, L. Pulsed ultraviolet light. **Food Scienc and Technology International**, v.14, n.5, p.443-446, 2008.

REALIZAÇÃO

FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, 6, p.1039-1042, 2011.

GOMES, D. **Maturação e qualidade da uva 'Niagara Rosada' após a colheita**. 2012. 128p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

MELLO, L.M.R. **Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil** (Informe Técnico). Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2017.

PIÑONES, M.M. **Evaluación cuantitativa de la firmeza de baya en uva de mesa**. 2010. 48p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas Escuela de Postgrado, Santiago, Chile, 2010.

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. **Suco de uva** (1.ed.). Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2007.

RIZZON, L.A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Revista Ciências Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.689-692, 2006.

RIVERA-PASTRANA, D.M.; BÉJAR, A.A.G.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A.; RIVERA-DOMÍNGUEZ, M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. **Fitotecnia Mexicana**, Sonora, v.30, n.4, p.361-372, 2007.

SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M.; CORDEIRO, C.A.M. Radiação UV-C na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração. **Scientia Agraria Paranaensis**, Dourados, v.15, 3, p.338-344, 2016.

SACHS, L.C. Bandeirantes: Fundação Faculdades Luiz Meneguel. **Revista Enologia**, p.29, 2001.

SANTOS, C.A.A.; COELHO, A.F.S.; CARREIRO, S.C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.28, 4, p.913-915, 2008.

SANTOS, A.E.; SILVA, E.O.; OSTER, A.H.; LIMA, M.C.; MISTURA, C.; BATISTA, P.F. Evolução da maturação fisiológica de uvas apirenas cultivadas no Vale do Submédio do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, 1, p.25-30, 2014.

SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES, F.C.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, London, v.126, n.1, p.995-1000, 2010.

SILVA, P.R.; VERDI, A.R.; FRANCISCO, V.L.F.S.; BAPTISTELLA, C.S.L. Tradição do cultivo da uva Niagara no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.36, n.1, p.33-42, 2006.

SILVA FILHO, D.F. **Discriminação de etnovarietade de cubiu (*Solanum sessiflorum* Dunal. Solanaceae) da Amazônia com base em suas características morfológicas e químicas**. 2002. 61p. Tese (Doutorado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2002.

SOUSA, J.S.I.; MARTINS, F.P. **Viticultura Brasileira**: Principais variedades e suas características. Piracicaba: FEALQ, 368p, 2002.

TIECHER, A.; PAULA, L.A.; CHAVES, F.C.; ROMBALDI, C.V. UV-C effect on ethylene, polyamines and the regulation of tomato fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.86, n.1, p.230-239, 2013.

VANZELA, L.S.E.; BAFFI, A.M.; SILVA, D.M. **Uvas e vinhos**: química, bioquímica, microbiologia. São Paulo: Editora Unesp; Editora Senac, 2015.