

Estimativa da qualidade da uva isabel em pré-colheita com base na assinatura espectral

Resumo

Maria Aparecida Lima¹
Antônio Odair Santos²

A Espectroscopia no infravermelho próximo é uma técnica não destrutiva válida para quantificar/estimar parâmetros de qualidade da uva. O objetivo deste estudo foi avaliar a logística de utilização de um veículo motorizado e um espectrofotômetro de infravermelho (NIRs) portátil para quantificar a campo compostos fenólicos (antocianina, polifenóis e taninos) da uva Isabel através de dados espectrais. Os espectros foram tomados a campo em um NIRs portátil (Brimrose Corp, MD, USA), ligado a um Notebook e posicionado em um veículo motorizado Gator (John Deere), o qual possui dimensão adequada (1,52 m) para transitar entre as linhas sem prejudicar as plantas. Os compostos fenólicos foram estimados através de modelos de calibrações determinados anteriormente. Foram avaliados 70 cachos de uva nas safras de 2017 e de 2018, após a pigmentação da casca. Observou-se que o modelo testado para quantificar os compostos fenólicos apresentou ótima capacidade preditiva, os valores estimados apresentaram baixo desvio padrão. A instrumentação e os softwares utilizados foram bem integrados, possibilitando visualizar de forma rápida a variabilidade dos indicadores de qualidade a campo antes da colheita.

Palavras-chave: infravermelho, vinhedo, antocianina, tanino, polifenóis.

Estimation of grape isabel's quality in pre-harvest based on spectral signature

Abstract

Near Infrared Spectroscopy is a valid non-destructive technique to quantify / estimate grape quality parameters. The objective of this study was to evaluate the logistics of using a motorized vehicle and a portable infrared spectrophotometer (NIR) to quantify the field phenolic compounds (anthocyanin, polyphenols and tannins) of the Isabel grape by spectral data. The spectra were taken in the field in a portable NIR (Brimrose Corp, MD, USA), attached to a Notebook and positioned in a Gator (John Deere) motor vehicle, which has a suitable dimension (1.52 m) to lines without damaging the plants. The phenolic compounds were estimated using calibration models previously determined. Seventy clusters of grape were evaluated in the 2017 and 2018 harvests, after pigmentation of the bark. It was observed that the models tested to quantify the phenolic compounds had an excellent predictive capacity, presenting low standard deviation. The instrumentation and software used were well integrated, making it possible to quickly visualize the variability of quality indicators in the field before harvest.

Keywords: infrared, vineyard, anthocyanin, tannin, polyphenols.

Estimación de la calidad de la uva Isabel en pre-cosecha basada en la firma espectral

Resumen

La espectroscopía en el infrarrojo cercano es una técnica no destructiva válida para cuantificar / estimar los parámetros de calidad de la uva. El objetivo de este estudio fue evaluar la logística del uso de un vehículo de motor y un espectrofotómetro infrarrojo portátil (NIR) para cuantificar compuestos fenólicos (antocianinas, polifenoles y taninos) en el campo utilizando datos espectrales. Los espectros se tomaron en el campo en un NIR portátil (Brimrose Corp, MD, EE. UU.), Conectado a un portátil y colocado en un vehículo de motor Gator (John Deere), que tiene una dimensión adecuada (1.52 m) para moverse entre líneas sin dañar las plantas. Los compuestos fenólicos se estimaron utilizando modelos de calibración previamente determinados. Se evaluaron setenta racimos de uva en las cosechas de 2017 y 2018, después de la pigmentación de la piel.

1 - Tecnologia pós-colheita, Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Engenharia e Automação. Email: malima@iac.sp.gov.br

2 - Engenharia agrícola, Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Engenharia e Automação. Email: aodairsan@gmail.com

Se observó que los modelos probados para cuantificar los compuestos fenólicos mostraron una excelente capacidad predictiva, los valores estimados presentaron una desviación estándar baja. La instrumentación y el software utilizados estaban bien integrados, lo que permite visualizar rápidamente la variabilidad de los indicadores de calidad en el campo antes de la cosecha.

Palabras clave: infrarrojo, viñedo, antocianina, tanino, polifenoles.

Introdução

A uva Isabel é uma das principais cultivares de *Vitis labrusca*, é uma uva tinta, muito rústica e altamente fértil, proporcionando colheitas abundantes com poucas intervenções de manejo. Tem o sabor característico das labruscas, é utilizada para elaboração de suco, vinho e também comercializada como uva de mesa (EMBRAPA, 2014).

Segundo MOLITOR et al., (2012) as uvas em uma vinha não amadurecem de forma homogênea devido a diferentes microclimas em torno dos cachos e bagas. O que gera necessidade de inovação tecnológica e gestão da produção da uva, pois se uma variação na qualidade for detectada a campo, isso gera uma oportunidade de manejo mais adequado na colheita, possibilitando delinear zonas de manejo e conseqüentemente uma colheita seletiva da videira, de acordo com o destino da uva colhida e dos conceitos de qualidade pré-estabelecidos. Os fenólicos da uva contribuem para a cor, sabor, textura e adstringência do vinho e para as suas propriedades antioxidantes (TEIXEIRA et al., 2013).

Os fenólicos da videira desempenham papéis distintos durante o desenvolvimento da fruta até a plena maturação. Importantes propriedades nutracêuticas e farmacológicas também foram atribuídas aos fenólicos da uva, incluindo antimicrobianos, anticarcinogênicos e antioxidantes (TEIXEIRA et al., 2013).

A composição fenólica das uvas é um fator determinante na qualidade do suco e do vinho. Para determinar os compostos fenólicos da uva, geralmente são realizadas análises químicas destrutivas. Essas análises, são demoradas, consomem tempo, dinheiro e reagentes contaminantes. Além disso, só permitem o controle de qualidade de algumas amostras por lotes (LORRAIN et al., 2013). Segundo GISHEN et al. (2001) a indústria vinícola busca desenvolver métodos analíticos rotineiros que possam ser usados

como medidas objetivas de qualidade. Técnicas com instrumentação espectroscópica e quimiometria, tem sido desenvolvidas para a determinação dos atributos da qualidade do fruto, de forma precisa e não destrutiva, através do uso conjunto de métodos de análise estatística multivariada, agricultura de precisão voltada a cadeia produtiva da uva. A espectroscopia infravermelha (IR) é uma técnica alternativa às análises químicas convencionais particularmente interessante para o monitoramento em tempo real de vários componentes durante o processo de maturação da uva. Assim, vários estudos realizados em diferentes variedades de uvas mostraram que a espectroscopia de infravermelho próximo (NIRs) e médio (MIRs) combinadas com análises multivariadas foram adequadas para avaliar a evolução dos compostos fenólicos e maturação, principais parâmetros de qualidade da uva (COZZOLINO et al, 2004; GISHEN et al, 2005; URRACA et al., 2016).

Segundo COZZOLINO et al (2011) o NIRs é uma técnica poderosa e não invasiva que está sendo cada vez mais aplicada na indústria de alimentos graças ao desenvolvimento de sensores mais baratos, mais rápidos e precisos. OSBORNE et al. (1993) e GARRIDO (2000) relatam que o NIRs é um das técnicas mais promissoras para monitoramento da qualidade e segurança vegetal. É adequada para os requisitos da agricultura e da indústria de alimentos em termos de controle de garantia de qualidade: requer pouca ou nenhuma preparação da amostra; é ao mesmo tempo flexível e versátil (aplicável para multiproduto e análise de múltiplos componentes); não gera resíduos, é mais barato para executar do que os métodos convencionais e pode ser construído na linha de processamento, permitindo o seu uso em larga escala e tomada de decisão em tempo real.

A espectroscopia associada aos métodos quimiométricos permite que os resultados analíticos sejam obtidos de forma sistemática e com confiabilidade estatística. Este desenvolvimento levou

a uma aplicação mais ampla da espectroscopia como um estimador preciso de concentrações químicas dentro de uma faixa espectral determinada, depois de validados estes modelos são utilizados para classificar novas amostras (BJORSVIK e MARTENS, 2001).

SOARES et al. (2008) determinaram o conteúdo de compostos fenólicos na casca das uvas Niágara Rosada e Isabel. Encontraram quantidades de polifenóis totais em média de $1,96 \text{ mg g}^{-1}$ na uva Isabel e $1,83 \text{ mg g}^{-1}$ na Niagara. E teores médios de antocianina de $0,82 \text{ mg g}^{-1}$ na uva Isabel e $0,07 \text{ mg g}^{-1}$ na Niagara. POZZAN et al. 2012 avaliaram teores de antocianinas na casca da uva 'bordó' e observaram valores entre $0,55$ a $3,07 \text{ mg g}^{-1}$.

SANTOS et al., 2018 desenvolveram modelos preditivos, utilizando espectroscopia de infravermelho, para indicadores de qualidade (taninos, antocianina e polifenóis totais) para a uva tinta. Os modelos de calibração multivariada foram desenvolvidos pelo método de regressão por mínimos quadrados parciais (PLS), utilizando 50 amostras. Os espectros de uva resultaram em boas previsões de antocianina ($R^2 = 0,99$; RMSEP = 0,15), taninos ($R^2 = 0,99$; RMSEP = 0,23) e polifenóis totais ($R^2 = 0,99$; RMSEP = 0,01). Os modelos construídos apresentaram alta correlação com o método de referência (as amostras continham teores de antocianina entre 3,0 e $0,33 \text{ mg.g}^{-1}$; tanino entre 13,19 e 0,01 U.A., e polifenóis totais entre 2,34 e $0,007 \text{ U.A.g}^{-1}$), podendo ser utilizados para quantificar novas amostras,

O objetivo deste estudo foi estimar os indicadores de qualidade da uva Isabel através da assinatura espectral utilizando os modelos de calibrações determinados por SANTOS et al. (2018) para taninos, antocianina e polifenóis totais; e avaliar a logística de tomada de espectros a campo, em pré-colheita, utilizando um veículo motorizado e um espectrofotômetro de infravermelho portátil.

Materiais e métodos

A coleta dos espectros ocorreu nas safras 2017 e 2018 em um vinhedo instalado em quatro linhas de plantio de videira Isabel, de 120 m lineares. Duas linhas conduzidas em espaladeira de três fios e duas sob cordão livre. Para os dois sistemas de condução foi utilizado o espaçamento de $3 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

Os espectros foram tomados a campo num espectrofotômetro de infra vermelho (NIRs) portátil, sistema Luminar 5030 (Brimrose Corp, MD, USA), ligado a um Notebook e posicionado num veículo motorizado Gator John Deere, o qual possui dimensão adequada ($1,52 \text{ m}$ de largura) para transitar entre as linhas sem prejudicar as plantas (Figura 1). As amostras de uvas foram coletadas diretamente no campo no vinhedo planejado no projeto. Os espectros foram coletados no início da pigmentação da casca.

Para alcançar melhor representatividade do vinhedo, a cada 12 metros, aproximadamente, amostrou-se um cacho e para que o conteúdo interno das bagas de uva também fosse representativo, em cada cacho foram coletados três espectros em 3 regiões: superior, meio e inferior, um para cada região amostrada (Figura 2) e foi calculado o espectro médio de cada cacho, totalizando 70 cachos de uva nas duas safras. O processo de coleta e tratamento dos dados espectrais seguiram o mesmo que foi realizado para a construção do modelo de calibração, onde os espectros foram coletados em unidade de transmitância e posteriormente processados em unidade de absorbância, através do software SNAP32 (BRIMROSE, Maryland), incorporado na instrumentação espectroscópica. A segunda derivada dos espectros foi usada como forma de melhora no tratamento dos dados, onde é corrigida a dispersão, já que por meio desta é possível em uma sobreposição de espectros melhor individualização dos constituintes, e até eliminação de alguma interferência que possa



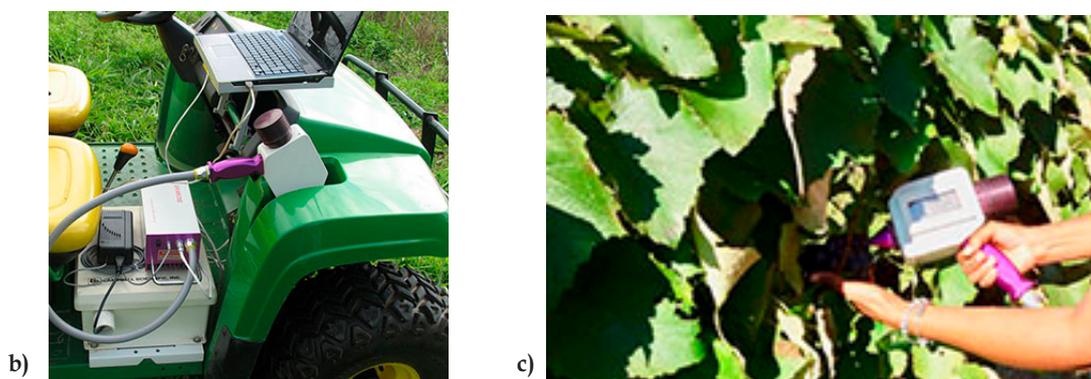


Figura 1. Demonstração de tomada de espectros a campo, (a) veículo motorizado Gator; (b) detalhe da integração dos equipamentos ao Gator e (c) detalhe do espectrofotômetro NIR na tomada do espectro.

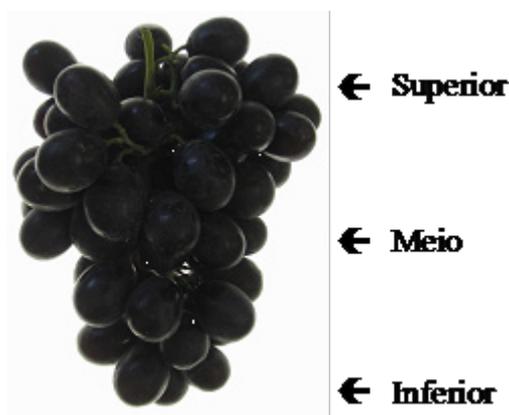


Figura 2. Cacho de uva com as regiões de tomada de espectro

haver de um componente sobre o outro. Em seguida os dados espectrais, foram transferidos para o software The Unscrambler (CAMO, Noruega), para gerar a estimativa dos compostos fenólicos, baseado nos modelos de calibração construído por SANTOS et. al. (2018).

Resultados e discussão

A instrumentação e os softwares utilizados em pré-colheita para aquisição dos dados espectrais foram bem integrados, os espectros foram tomados com agilidade, sendo necessários somente duas pessoas para executar as atividades, uma para dirigir o veículo e outra para tomada dos espectros. Essa tecnologia permite ao viticultor realizar avaliações de rotina para estimar compostos fenólicos e determinar o melhor momento para colheita.

Na figura 3 são apresentados os valores estimados dos compostos fenólicos coletados a campo, em pré-colheita. A antocianina apresentou valor médio de $0,76 \text{ mg.g}^{-1}$ e desvio padrão de $0,04 \text{ mg.g}^{-1}$ (figura 3a). O teor de taninos figura 3b, apresentou valor médio de $4,75 \text{ U.A.}$ com desvio padrão de $0,6 \text{ U.A.}$ O teor médio de polifenóis (figura 3c) foi de $1,09 \text{ U.A. g}^{-1}$ com desvio padrão de $0,04 \text{ U.A.g}^{-1}$. Os valores estimados, ficaram dentro dos valores determinados por análise de referência, nas amostras de uva para a construção do modelo e próximo aos encontrados por POZZAN et al. (2012) para uva bordo e SOARES et al. (2008) nas uvas Niágara Rosada e Isabel.

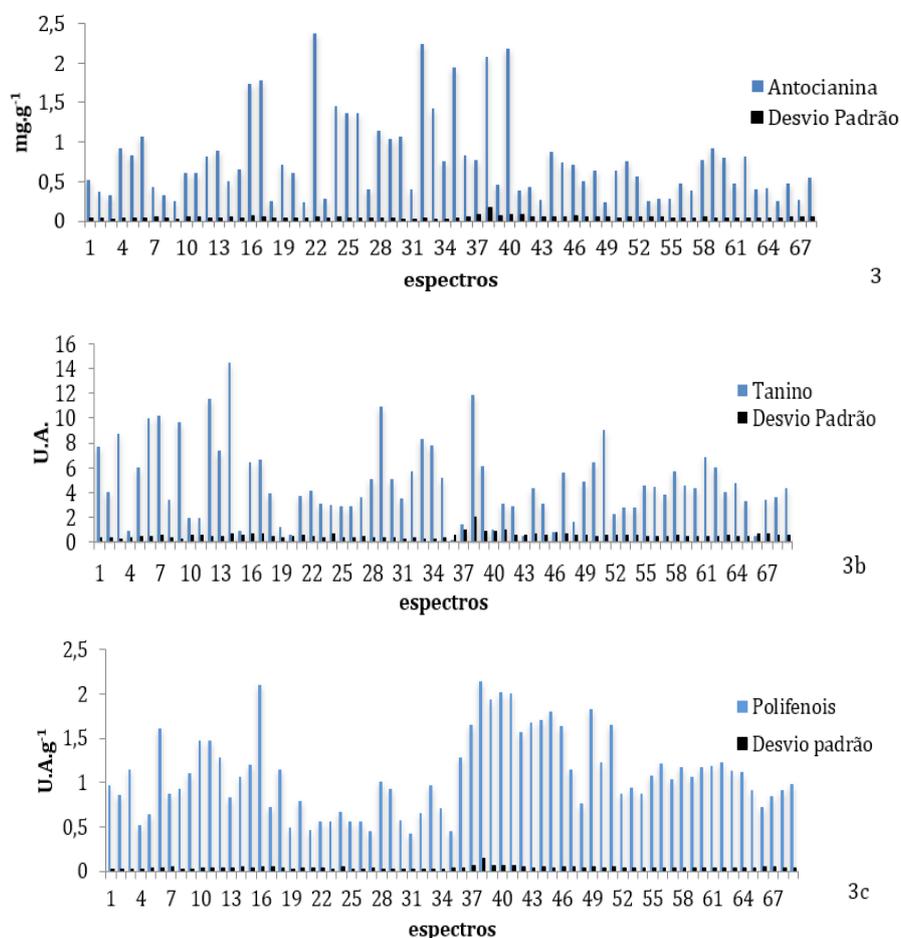


Figura 3. Valores estimados e desvios padrões dos conteúdos de antocianina (a), taninos (b) e polifenóis totais (c) na uva.

Conclusão

Com base nos resultados alcançados nesse estudo, a aplicação da espectroscopia, na faixa do infravermelho próximo apresentou grande potencial para a aplicação a campo, para determinação dos

parâmetros de qualidade estudados em tempo real. A instrumentação e os softwares utilizados em pré-colheita foram bem integrados, possibilitando visualizar de forma rápida a variabilidade dos indicadores de qualidade antes da colheita.

Referências

- Bjorsvik, H. R., Martens, H. Calibration of NIR instruments by PLS regression. In E. W. Ciurczak, & D. A. Burns (Eds.), *Handbook of near-infrared analysis*. New York, USA: CRC Press Taylor & Francis Group. 2001. p. 189-208.
- Cozzolino, D.; Kwiatkowski, M.J.; Parker, M.; Cynkar, W.U.; Damberg, R.G.; Gishen, M.; Herderich, M.J. Prediction of phenolic compounds in red wine fermentations by visible and near infrared spectroscopy. **Analytica Chimica Acta**, n. 513, p. 73-80, 2004. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2003.08.066>
- Cozzolino, D.; Cynkar, W. U.; Shah, N.; Smith, P. Multivariate data analysis applied to spectroscopy: Potential application to juice and fruit quality. **Food Res Int**, n. 44, p.1888-1896, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.041>
- EMBRAPA - Uva e vinho. Cultivares de uva e porta-enxertos de alta sanidade-Isabel https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/cultivares-e-porta-enxertos/cultivares-de-dominio-publico/-/asset_publisher/rE0HjHq6jP8J/content/cultivar-isabel/1355300?redirect=https%3A%2F%2Fwww.embrapa.br%2Fuva-e-vinho%2Fcultivares-e-porta-enxertos (Acesso Fevereiro/2018)
- Garrido, A. La spectroscopie proche infrarouge: une technologie d'appui pour un service intégral en alimentation animale, in *La Spectroscopie Infrarouge et ses Applications Analytiques*, ed. by Bertrand D and Dufour E. Technique & Documentation, Paris, France, p. 473-495, 2000.
- Gishen, M.; Iland, P.G.; Damberg, R.G.; Esler, M.B.; Francis, I.L.; Kambouris, A.; Johnstone, R.S.; Hoj, P.B. Objective measures of grape and wine quality. In: Blair, R.J.; Williams, P.; Peter, B. (Eds.). **ELEVENTH WINE INDUSTRY TECHNICAL CONFERENCE**, 11, 2001. **Proceedings...** Adelaide, SA: Australian Wine Industry Technical Conference, p.188-194, South Australia: Adelaide. 2001.
- Gishen, M.; Damberg, R.G.; Cozzolino, D. Grape and wine analysis-enhancing the power of spectroscopy with chemometrics. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, v. 11, p. 296-305, 2005. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00029.x>
- Lorrain, B., Ky, I., Pechamat, L., Teissedre, P.L. Evolution of analysis of polyphenols from grapes, wines, and extracts. *Molecules*, n.18, p.1076-1100, 2013. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules18011076>
- Molitor, D., Behr, M., Hoffmann, L.; Evers, D. Benefits and drawbacks of pre-bloom applications of gibberellic acid (GA3) for stem elongation in Sauvignon blanc. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 33, p.198-202, 2012. <http://www.sawislibrary.co.za/dbtextimages/76102.pdf>
- Osborne, B.G., Fearn, T., Hindle, P.H. Practical NIR spectroscopy with applications, in: *Food and Beverage Analysis*, ed. by Osborne BG, Fearn T and Hindle PH. Longman, Harlow, Essex, UK, p. 11-35,1993.
- Maria Suzana Vial Pozzan, Gilberto Costa Braga, Ariane Busch Salibe. Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva 'bordô' sobre diferentes porta-enxertos *Revista Ceres*, v. 59, n.5, p. 701-708, 2012.
- Santos, A.O.; Cunha, A.S.; Moreira, C.A. Segregação e modelagem de indicadores da qualidade de uva em vinhedo. **Revista Brasileira Viticultura e Enologia**, n.10, p.54-63, 2018. <https://www.enologia.org.br/default/uploads/revista/revista-81.pdf?b777b58003c4424db002db387930ec91>. 10 de Jan. 2019.
- Soares, M., Welter, L., Kuskoski, E. M., Gonzaga, L., Fett, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uva Niagara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 30, 59-64, 2008.
- Teixeira, A.; Eiras-Dias, J.; Castellarin, S.D.; Gerós, H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. **Internacional Journal Molecular Sciences**, n.10, p.18711-18739, 2013. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms140918711>
- Urraca, R.; Sanz-Garcia, A.; Tardaguila, J.; Diago, M. P. Estimation of total soluble solids in grape berries using a hand-held NIR spectrometer under field conditions. **Journal Science Food Agricultural**, n. 96, p. 3007-3016, 2016. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7470>