

Produção Científica – Artigo Qualis A4 – 15 pontos

Article

Grape Varieties for Sparkling Wine Production in Santa Catarina, Brazil: A Study of Phenology, Production, Chemical Composition, and Sensory Evaluation

Adrielen Tamiris Canossa ^{1,*} , Douglas André Würz ², Alberto Fontanella Brighenti ³, Daiana Petry Rufato ¹ and Leo Rufato ¹ 

- ¹ College of Agriculture and Veterinary, Santa Catarina State University, Luiz de Camões Ave., Conta Dinheiro, Lages 88520050, Santa Catarina, Brazil; daiana.petry@udesc.br (D.P.R.); leo.rufato@udesc.br (L.R.)
- ² Federal Institute Campus Canoinhas, Expedicionários Ave, 2150, Campo da Água Verde, Canoinhas 89460-000, Santa Catarina, Brazil; douglas.wurz@ifsc.edu.br
- ³ School of Agricultural Sciences, Federal University of Santa Catarina, 1346 Rod. Admar Gonzaga, Itacorubi, Florianópolis 88034-000, Santa Catarina, Brazil; alberto.brighenti@ufsc.br
- * Correspondence: adrielenacanossa@yahoo.com.br

Abstract: High-altitude and cold climate regions such as São Joaquim, in Santa Catarina, Brazil, a recent wine-growing region, are characterized by wines with pronounced acidity, ideal for sparkling wine production. The cultivars with potential for producing sparkling wines in this region were unknown. This research evaluates quality sparkling wines from Ribolla Gialla, Riesling Renano, Solaris, Sangiovese, Canaiolo Nero, Chardonnay, and Pinot Noir. The study considered the phenological, productive, and qualitative performance of these varieties in the 2017/2018 and 2018/2019 seasons. Ribolla Gialla, Riesling Renano, and Sangiovese, with later bud break and better productive aspects, are the best viticultural adaptations for the region. Riesling Renano maintains higher acidity. Sparkling wines from Solaris, Chardonnay, and Ribolla Gialla showed the most balanced chemical parameters. Sangiovese produced sparkling wine with the highest aroma intensity and toasted notes. Considering phenological, productive, and qualitative parameters, Riesling Renano, Ribolla Gialla, and Sangiovese are the most promising varieties for sparkling wine production in São Joaquim. Quality sparkling wines can be produced in this region using varieties different from those traditionally used in Brazil, enhancing the diversity of Brazilian viticulture.

Keywords: *Vitis vinifera* L.; titratable acidity; phenolic compounds; sensory analysis; high-altitude viticulture



Citation: Canossa, A.T.; Würz, D.A.; Brighenti, A.F.; Rufato, D.P.; Rufato, L. Grape Varieties for Sparkling Wine Production in Santa Catarina, Brazil: A Study of Phenology, Production, Chemical Composition, and Sensory Evaluation. *Beverages* **2024**, *10*, 82. <https://doi.org/10.3390/beverages10030082>

Academic Editors: Maria Carla Cravero and Federica Bonello

Received: 27 May 2024

Revised: 25 July 2024

Accepted: 29 August 2024

Published: 5 September 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

By the end of the 17th century, French winemakers were still grappling with the issue of carbon dioxide bubbles created during fermentation, causing bottles to explode. Subsequently, the increasing preference for these sparkling wines by the British, particularly the royalty, led to the deliberate capturing of bubbles to produce high-quality sparkling wines, largely driven by the Champagne region in France [1,2]. Over time, sparkling wine production was introduced in many regions, including Germany, Portugal, Spain, Italy, South Africa, the United States of America, the United Kingdom, and Brazil. Sparkling wines have proven to be an important product, as it was the only category that recorded an increase in both volume and value [3]. In the world over the past 10 years, sparkling wine production has increased by more than 40%, while still wine increased by only 7% [4]. In Brazil, of the wines sold on the domestic market in 2019, sparkling wine represents the largest portion, with 30.74 million liters sold, a growth of 2.36% compared to the previous year [5].

In Brazil, although the State of Rio Grande do Sul is the main producer of grapes and sparkling wines [6], in the state of Santa Catarina, there is new wine potential. New grape

and wine-producing regions are emerging, such as São Joaquim, a municipality located in the Serra Catarinense region in the state of Santa Catarina, Southern Brazil, which has about four thousand hectares and a production of around sixty thousand tons of harvested grapes [5]. This region stands out for viticulture. Located more than 900 m above sea level, it grows cultivars of internationally renowned varieties originating from France, and to a lesser extent, from Italy and Portugal [7].

In recent years, new varieties have been experimented with to produce sparkling wines [8]. In general, the grape varieties for sparkling wine production in Brazil are mainly Chardonnay and Pinot Noir [6]. However, in the Serra Catarinense region, these varieties are early ripening and difficult to cultivate, mainly due to damage caused by late frosts and high rainfall at harvest, causing maturation deficiency [7], that frequently occur in the region. In search of better quality and typicity, alternative varieties have been sought that have greater suitability to different climatic conditions in different regions of the world [9]. Although different factors, such as winemaking technology (aging time) and technological characteristics may affect the composition of sparkling wine, the grape variety used in its production can be considered one of the most important [10,11].

In 2021, the “Vinhos de Altitude de Santa Catarina” indication of origin was granted by the INPI (National Institute of Industrial Property), demonstrating the region’s particular characteristics for wine production. Being a recent wine region and the coldest in Brazil, with characteristic vineyards 1000 m above sea level, studies are needed on the possibilities of developing value-added products.

Therefore, this study aimed to evaluate the phenological, productive, and physico-chemical characteristics of the Ribolla Gialla, Riesling Renano, Solaris, Sangiovese, Canaiolo Nero, Chardonnay, and Pinot Noir varieties grown in São Joaquim in the Serra Catarinense region, as well as their suitability for the production of sparkling wines according to chemical and sensory quality criteria.

2. Materials and Methods

2.1. Characterization of the Experimental Area

The study was conducted in an experimental vineyard in São Joaquim city, the Serra Catarinense region, Santa Catarina, Brazil. The vineyard is situated at 28°16' S and 49°56' W, at an altitude of 1400 m above sea level. The local soil is classified as Humic Cambisol, Litholic Neosol, and Haplic Nitisol, developed from rhyolitic and basaltic rocks [12]. The climate in the region, according to the Köppen classification, is of the Cfb type, mesothermal, humid, without a dry season, and with mild summers (<22 °C) [13].

The monitoring of meteorological conditions was carried out using data from the automatic weather station located at the São Joaquim Experimental Station. The recorded meteorological variables included the average, maximum, and minimum air temperatures (°C); rainfall (mm); and temperature range (°C).

The vineyard was established in 2006 and managed using a single espalier system. The spacing of 3 m between rows and 1.50 m between plants resulted in a density of 2222 plants per hectare. The plants were grafted onto Paulsen 1103 rootstock. The pruning model adopted was the double cordon. Pruning was carried out in the second half of August each year. Fertilization and the treatments were performed as recommended by the technical team of the company.

2.2. Treatments and Experimental Design

The treatments consisted of comparing grape varieties: Ribolla Gialla, Riesling Renano, Sangiovese, Canaiolo Nero, Chardonnay, Pinot Noir, and Solaris (Merzling × Geisenheim 6493), during the agricultural cycles of 2017/2018 and 2018/2019. The experimental design adopted was completely randomized, with five replications, and each experimental unit was composed of ten plants.

2.3. Production of Sparkling Wine

The sparkling wines were produced by the traditional method. Around 30 kg of each grape variety was used. Rotten fruits and berries were removed manually. The grapes were pressed whole, without destemming, in a hydraulic press (200 kPa) for 5 min. SO₂ (50 mg L⁻¹) was added to the must, without the skins, and underwent alcoholic fermentation at 17 °C with *Saccharomyces cerevisiae* yeast (20 g L⁻¹, Perlage BB, AEB) in 10 L glass bottles. The yeasts were hydrated and acclimatized, as recommended by the manufacturer, at 38 °C. Each treatment had three bottles, and the base wines did not undergo malolactic fermentation. Subsequently, the base wines were placed in individual tanks, and received active dry yeast *Saccharomyces cerevisiae* var. *bayanus* (25 g hL⁻¹ Fermol RCH, from AEB), fermentation activator (Nutrozim, Ever Intec), and sucrose (24 g L⁻¹), to obtain a pressure of 6 atm. As a clarifying agent, a coadjuvant, based on silicon dioxide in gel form and activated bentonite (20 g L⁻¹, Compactgel, AEB), was added. After mixing, the wines were placed in 750 mL sparkling wine bottles and closed with bidules and crown caps. The bottles were placed horizontally in a temperature-controlled room at 15 °C, where they remained for 120 days for the second fermentation. After this, the bottles were placed in pupitres for 30 days and riddled twice a day until the residues settled in the neck. The bottle neck was frozen in a suitable tank with a hydroalcoholic solution at -25 °C, and then the yeast residues were removed. No expedition liqueur was added, keeping the sparkling wines in the “nature” classification. At this stage, SO₂ correction was also carried out, which was used at a dose of 50 mg L⁻¹. Subsequently, the bottle was closed with a suitable cork for sparkling wine and a cage. The sparkling wines were kept upright, in a dark environment, at a temperature of 14 °C for further analysis.

2.4. Phenological, Grape Quality and Chemical Analyses

Evaluations of variables related to phenological stages were conducted through weekly visual observations after pruning. The onset date of bud break, full bloom, onset of color change, and berry maturity (harvest) were assessed following the classification proposed by Baillod and Baggiolini in 1993 [14]. The bud break onset date was considered when 50% of the buds reached the “green tip” phenological stage, the full bloom date was considered when 50% of the floral caps separated from the ovary base, and the berry color change date (veraison) was considered when 50% of the berries changed color. The maturity period was defined as the harvest date, considering the berry health status (absence of rot) and soluble solids content (17–20 °Brix) [15].

The number of branches and clusters per plant was determined by manual counting at harvest. The bud fertility index was calculated as the ratio between the number of clusters and the number of shoots per plant (cluster shoot). Production (yield) per plant (kg plant⁻¹) was obtained by weighing the total harvested clusters per plant. The estimated productivity (t ha⁻¹) was obtained by multiplying production per plant and the number of plants per hectare. The average fresh cluster weight (g cluster⁻¹) was obtained by the ratio of production per plant to the number of clusters per plant. The average fresh berry weight (g berry) was determined by weighing 50 randomly selected berries. The average number of berries (un) was estimated by the ratio of the average cluster weight to the average berry weight.

Analyses of the soluble solids content (°Brix), pH, and total acidity (meq L⁻¹) were performed using the must extracted from 100 berries per replication, which were randomly collected at harvest, according to the methodology proposed by the International Organisation of Vine and Wine [16]. The concentration of polyphenols in grape skins was determined by spectrophotometry, as described by Singleton and Rossi (1965) [17], using the Folin–Ciocalteu reagent and gallic acid as standard, with absorbance readings at 760 nm. Sparkling wines were assessed for alcoholic strength, titratable acidity, total polyphenols (mg L⁻¹ of gallic acid), and color intensity (420 nm, 520 nm, and 620 nm). The alcoholic strength was determined by distilling 100 mL of a sample and reading the density of the

distillate on a hydrostatic balance. Titratable acidity was determined by titrating 5 mL of a sample using bromothymol blue and phenolphthalein for musts and wine, respectively.

2.5. Sensory Analysis

The quantitative descriptive sensory analysis was carried out with approval from the Research Ethics Committee of the State University of Santa Catarina, under Certificate of Presentation of Ethical Assessment n° 87299418.4.0000.0118. Twelve selected and trained panelists participated, comprising 75% men and 25% women, aged between 24 and 63 years old. They used the proposed form, adapted from Meneguzzo (2014) [18], using a non-parametric scale of 9 cm. The sensory evaluation took place three months after bottling the sparkling wines, with samples tasted individually in coded flute glasses containing 50 mL of each sample, and the serving temperature was 8 °C.

The sensory attributes evaluated included color intensity, bubble quality, aroma intensity, floral aroma, fruity aroma, undesirable aroma, vegetal flavor, fruity flavor, acidity, bitterness, persistence, and gustatory quality.

2.6. Statistical Analysis

Descriptive statistical analysis in Microsoft Excel software was conducted for comparing the phenological stages of the varieties. Principal component analysis (PCA) was performed to evaluate the interrelationship between the analyzed variables. Additionally, kmeans clustering analysis was employed to group similar data together and discover underlying patterns or structures. The kmeans results are presented in the same biplot generated by PCA. The multivariate analyses were performed using the statistical software R, version 4.2.2, through the FactoMineR and FactoExtra packages [19].

3. Results

3.1. Phenological Data

There is a similarity between the average annual temperatures (maximum, minimum, and mean) and precipitation during the two years of the study (Figure 1). The 2018/2019 season was characterized by the onset of spring, with higher average temperatures compared to 2017/2018. From August to October 2018, the average monthly temperature was 2.3 °C higher than the equivalent period in 2017 (Figure 1). Overall, there was an average anticipation of 13 days for bud break to begin in the 2018/2019 cycle compared to the 2017/2018 cycle. In both cycles, the thermal amplitude was close to 10 °C.

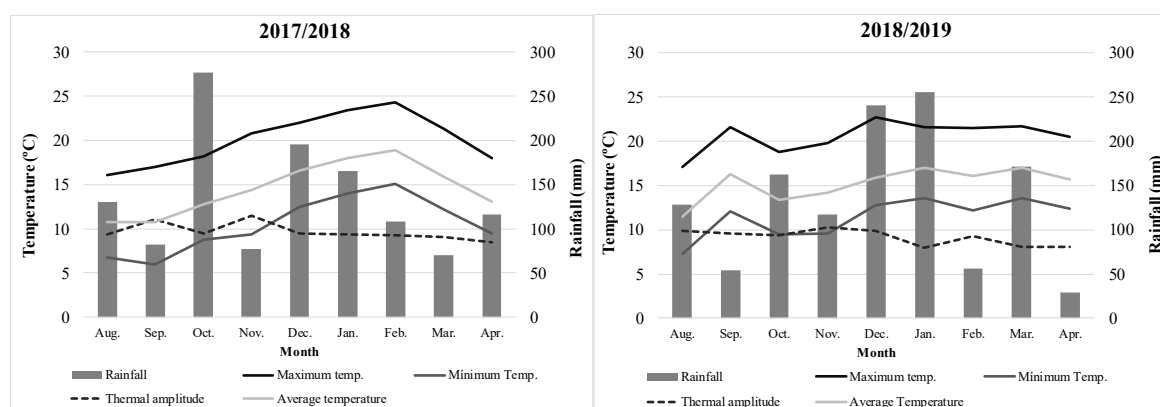


Figure 1. Monthly average of rainfall, average temperature, maximum temperature, minimum temperature and thermal amplitude during the vegetative period of the vine in the high-altitude region of Santa Catarina, Brazil.

It can be seen that the periods with the lowest minimum temperatures are between the months of August and September, with occurrences of frost from the end of winter until

spring (Figure 1). It can also be seen that, in February, the temperatures begin to gradually decrease as the summer period comes to an end.

During the months of January to March (the stage of berry color change), there was a concentration of precipitation corresponding to 28.14% and 39.75% of the accumulated annual precipitation for the 2017/2018 and 2018/2019 seasons, respectively. The maturation stage was the phenological period with the highest percentage of rainy days. The highest volume occurred during the 2019 harvest.

The average date of occurrence of events can be seen in Table S1 in the Supplementary Data.

The Figure 2 shows that the average time between the date of bud break and maturity (harvest) of the varieties was 190 days. This period was shorter for the Solaris variety, with an average of only 165 days. The dormancy of the Solaris variety was practically overcome even before the beginning of pruning in the region. Thus, it can be observed that the varieties that sprout earlier are Solaris, Pinot Noir, and Chardonnay, with a budding period still in mid-August and early November.

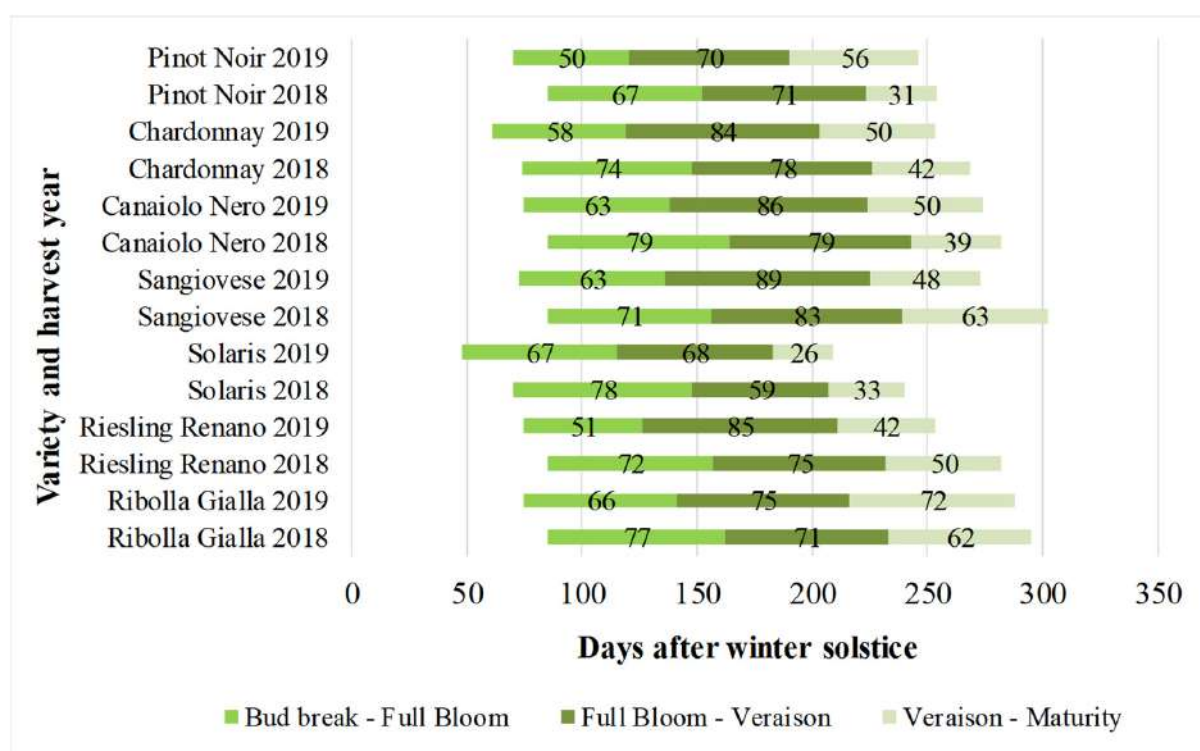


Figure 2. Average duration of phenological stages, counted from the winter solstice, of the studied grape varieties for sparkling wine production in São Joaquim, SC, 2018/2019 harvest.

Furthermore, Solaris, Chardonnay, and Pinot Noir had their full flowering earlier, in mid-October, in the rainiest month of the spring period. Sangiovese, Canaiolo Nero, and Ribolla Gialla had later flowering, in mid-November, in a period of lower rainfall.

Although, with the shortest cycle duration among the evaluated varieties, it has the longest period between the phenological stages of bud break and flowering in both years evaluated. The longest average period was observed for Ribolla Gialla, with a cycle duration of 211 days. On average, Ribolla Gialla and Riesling Renano were the cultivars with the latest bud break among the evaluated cultivars, starting bud break in mid-September. Solaris and Chardonnay budded earlier, with an average date in the first half of August.

Figure 3 shows the principal component analysis of the productive and qualitative data of the studied varieties. The variables with the greatest contribution to the first dimension are the average cluster weight and yield per plant. For the second dimension, the variables fertility index and number of clusters had a greater contribution.

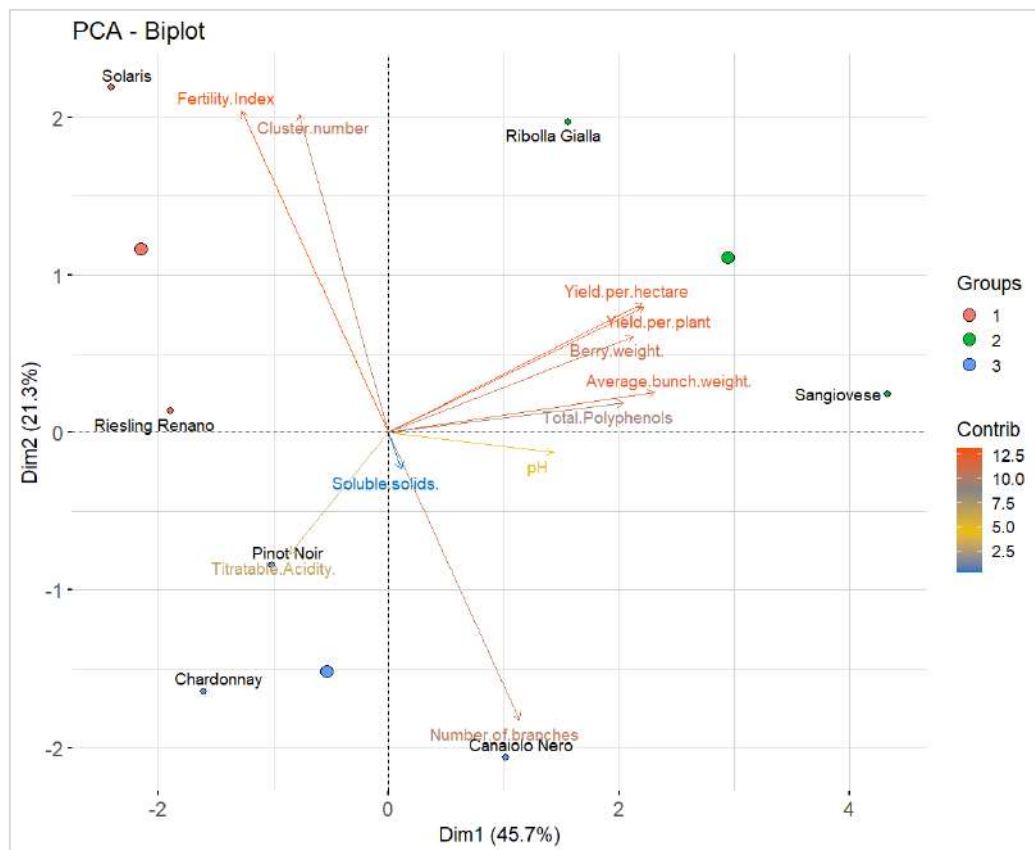


Figure 3. Principal component analysis was conducted using productivity, number of clusters per plant, number of berries, soluble solids, titratable acidity, pH, and total polyphenols of the seven grape varieties destined for the production of sparkling wines.

The kmeans clustering analysis allowed the separation of varieties into three groups:

Group 1, consisting of the Solaris and Riesling Renano varieties, was positioned more to the left of the graph, in the opposite direction of the variables corresponding to the first principal component, indicating that they are varieties with lower yields and average cluster weights than those in group 3. The difference between Solaris and Riesling Renano also occurred due to the second principal component, with the Solaris variety having higher fertility and a greater number of clusters than Riesling Renano.

Chardonnay, Pinot Noir, and Canaiolo Nero are grouped at the bottom of the graph, forming group 2. The difference between group 2 and group 1 is mainly due to the second principal component, with the varieties in group 1 having higher fertility and a greater number of clusters than those in group 2. According to the second principal component, the number of branches was inversely proportional to the number of clusters and fertility. The varieties in group 2 had a higher number of branches than those in group 1.

In group 3, Ribolla Gialla and Sangiovese were positioned in the direction and sense of the variables with the greatest contribution to the first principal component, meaning that group 3 consisted of cultivars with higher yields and average cluster weights. The difference between Ribolla Gialla and Sangiovese was due to the variables of the second principal component, with Ribolla Gialla having higher fertility and a greater number of clusters than Sangiovese.

The average data from the production analysis variables obtained from these cultivars can be found in Table S2 of the Supplementary Materials.

3.2. Chemical Analysis of Sparkling Wines

Figure 4 shows the results of the principal component analysis of the mean chemical analysis of the sparkling wines made with the evaluated varieties from the two harvests. The average results of the physicochemical analyses can be seen in Table S3 of the Supplementary Materials. It is observed that there is differentiation among the varieties in the chemical composition of the sparkling wines.

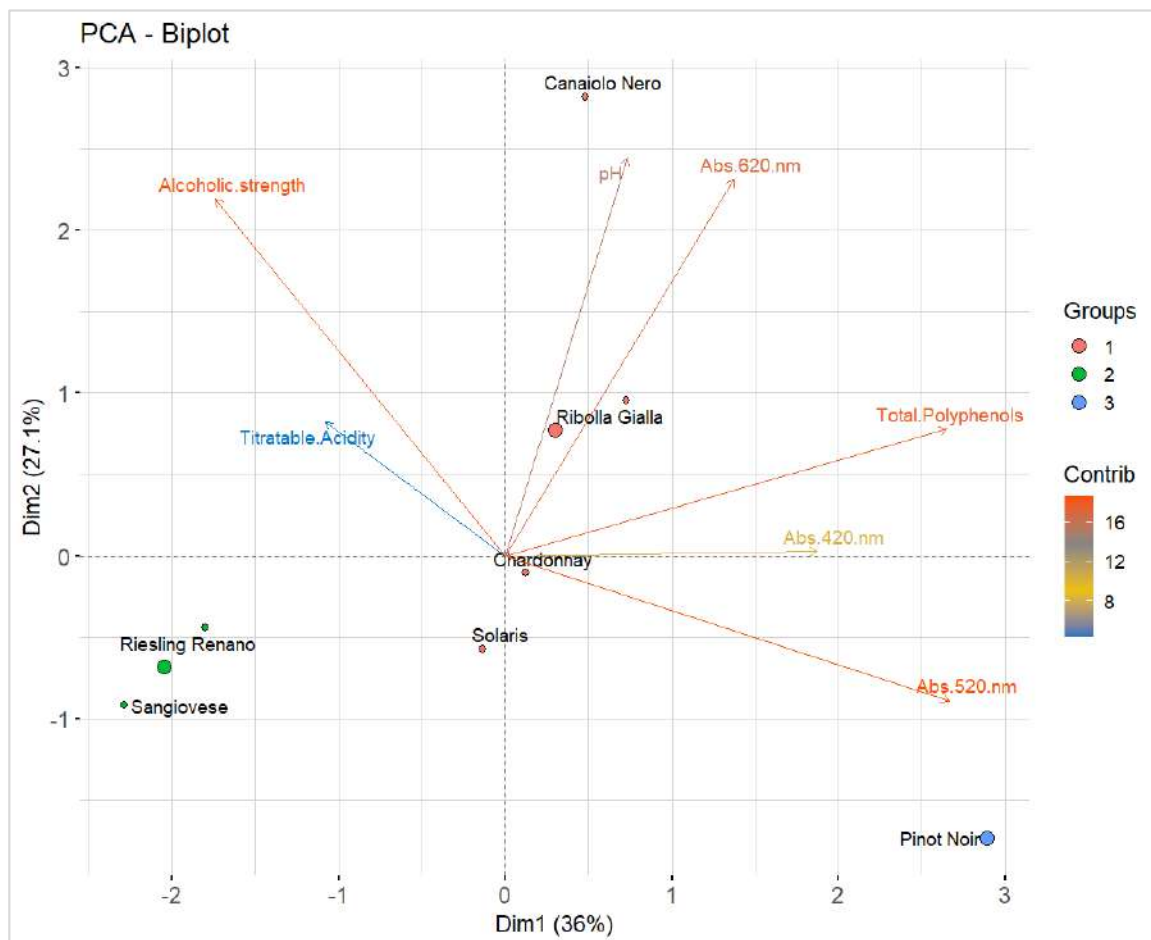


Figure 4. Principal component analysis of the chemical variables of sparkling wines produced from seven grape varieties intended for the production of sparkling wines, harvested in 2018 and 2019 in São Joaquim, SC.

It can be observed that the variables contributing most to the first dimension are the absorbance at 520 nm (red color intensity) and total polyphenols. In the second dimension, pH, absorbance at 620 nm (blue color intensity), and alcoholic strength stand out.

The main difference between the three groups formed by kmeans clustering analysis is related to the first principal component. Riesling Renano and Canaiolo Nero were the sparkling wines that resulted in the highest titratable acidity among those evaluated.

The amount of total polyphenols and red color intensity decreases from group 1, group 2, to group 3. Thus, Pinot Noir was the variety with the highest level of total polyphenols and greatest red color intensity. It is observed that, although Sangiovese had a high amount of polyphenols in the must, it was not as stable throughout the process, as can also be seen in the color analysis of the sparkling wines.

The sparkling wines produced with the cultivars Solaris, Chardonnay, and Ribolla Gialla are centralized in the graphic in relation to their chemical attributes, demonstrating intermediate quantities of the attributes in relation to the other cultivars.

Regarding the second principal component, the Canaiolo Nero cultivar stands out with the highest alcohol content, pH index, and blue color intensity. Compared to Pinot Noir, which has the lowest alcohol content, the Canaiolo Nero cultivar is 16.9% higher than Pinot Noir.

3.3. Analysis of Sensory Attributes

The principal component analysis shows the separation of sparkling wines based on sensory analysis into three groups (Figure 5). One group contains of the Sangiovese variety and a second group contain the Chardonnay and Canaiolo varieties.

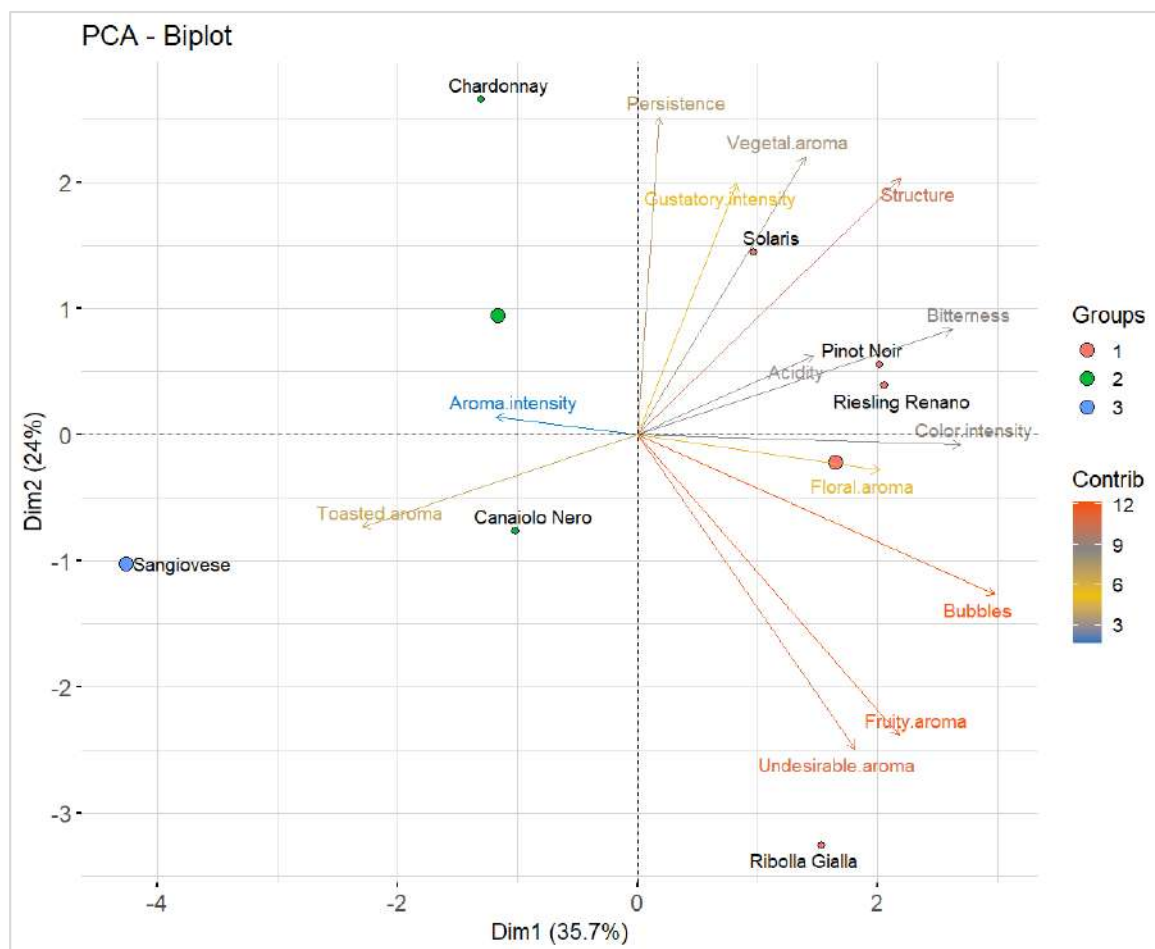


Figure 5. Principal component analysis of the sensory analysis of sparkling wines, harvested in 2018 and 2019 from São Joaquim, SC.

Most of the evaluated attributes are on the right, along with the first group, composed of sparkling wines from the Solaris, Pinot Noir, Ribolla Gialla, and Riesling Renano varieties. The sparkling wines produced with these varieties were classified by the panel as those associated with greater bubbles, color intensity, bitterness, and structure.

The sparkling wine produced with the Sangiovese variety appears on the left side of the graph, indicating it has the highest level of toasted aroma compared to the other sensory attributes. Most of the evaluated attributes are on the right (third group), that is, the Solaris, Pinot Noir, Ribolla Gialla, and Riesling Renano varieties. The sparkling wines produced with these varieties were classified by the panel as those associated with greater bubbles, color intensity, bitterness, and structure.

The scores obtained for the sensory analysis of sparkling wines can be seen in Table S4 of the Supplementary Materials.

4. Discussion

Understanding phenological stages is a requirement of modern viticulture, as it allows for the rationalization and optimization of cultural practices, which are essential for vine cultivation [20]. Adaptation strategies, such as the search for varieties, harvest management, and winemaking technologies, must deal with the effects of climate change in different locations [21]. Although phenological responses vary for each variety, bud break and flowering stages are the most affected in terms of advancement due to temperature increases [21].

Chardonnay, Solaris, and Pinot Noir are considered to be early budding. The chilling required to overcome endodormancy varies according to species cultivars [22]. Their early budding can be explained because they are cultivars that require shorter chilling hours (CH), such as Chardonnay. According to Anzanello, Fialho, and dos Santos [23] in a study carried out in Serra Gaúcha, Chardonnay requires 150 (CH). These early budding cultivars are more susceptible to damage from late frosts, which are common in high-altitude regions [4].

Cultivars that mature in March and April, such as Sangiovese and Ribolla Gialla, are successful in developing bunches, with the possibility of being able to complete their maturation outside the rainy season, allowing for greater yields.

Generally, the number of degree days is related to local temperatures and the vine cycle interval. As average air temperature increases, the range of phenological sub-periods tends to decrease [24]. Cold nights associated with hot daytime temperatures lead to lower pH values and higher acidity at harvest compared to hot days and warm nights [2].

The degradation of acids in berries during ripening depends on the cultivar and the environment. In this sense, cultivars that can maintain higher levels of acidity are required and valued for the production of sparkling wine [25]. This provides freshness and longevity to the product. This effect can be enhanced due to cold conditions when acid degradation is slower [26], such as for the Riesling Renano, Chardonnay, and Canaiolo Nero cultivars.

The duration of the Ribolla Gialla cycle is the longest among the evaluated varieties. The duration is longer than that observed in a study by Degano et al. (2018) [27], with the same variety in the Friuli region, Italy, with an average of 150 days. Brighenti et al. [7] (2013) found that the duration from bud break to grape ripening is longer in the municipality of São Joaquim and in high-altitude regions than in other regions of Brazil and even worldwide. In Degano et al.'s study (2018) [27] in the Friuli region, Italy, a duration of 52 days was observed between the color change and harvest of the Ribolla Gialla variety. According to Abe et al. (2007) [28], this phase can last from 30 to 70 days, depending on the variety, rootstock, and cultivation region.

In relation to productive aspects, cultivars that have their full flowering in mid-October and early November, such as Chardonnay, Pinot Noir, and Renano Riesling, result in lower productivity. This can be explained by the greater rainfall during this period, causing a lack of fruit set [29].

The greater fertility of buds of the Solaris variety can be explained by the greater number of bunches per plant. However, the Solaris variety showed lower production per plant. The plant needs a vegetative–productive balance between the fruit load (sink) and adequately illuminated leaf area (source), which influences the quantity and quality of production [29,30]. Furthermore, other factors may have an influence in this case, such as light, temperature, precipitation, nutritional factors, and the response of the cultivar itself [26].

For sparkling wines, grapes with higher acidity and lower pH values are required compared to table wines [26,31]. Varieties that ripen in January, such as Solaris, Pinot Noir, and Chardonnay, are considered to have compact clusters, and the occurrence of precipitation during this period makes them susceptible to fungal infections, such as *Botrytis cinerea* [32,33]. Fungal infections in the clusters result in early grape harvesting, making it difficult to balance sugar concentration, titratable acidity, and pH [34,35].

The highest concentration of total polyphenols, found in the Sangiovese variety, can be attributed to it being a characteristic of red grapes—in which there is a greater abundance of

these compounds [26]—and also due to its harvest time, which occurs in mid-April, allowing for more complete maturation in chemical terms, as occurred in 2019 with less rainfall.

Due to their harvest occurring in March, cultivars such as Riesling Renano and Canaiolo Nero are able to complete their maturation so that their sugar levels can advance, allowing for a moderate alcohol content. The concentration of soluble sugars, total acidity, and pH are the main quality criteria used to determine the harvest date for grapes used for sparkling wine production and, thus, to determine wine quality [2,36]. Maintaining titratable acidity is a key characteristic of grapes intended for sparkling wine production, as it contributes to the organoleptic quality of the beverage [36].

In relation to sensory attributes, the polyphenols in wines are important, as they contribute to color, body, astringency, and aroma. Considering that all samples of grapes went through the same pressing and processing, the Pinot Noir cultivar had the highest concentration of red color due to the higher levels of phenolic compounds in its skin, [26] which correlated with the higher values of color intensity. The greater structure for sparkling wines produced with Pinot Noir also can be explained by the higher polyphenol content in the sparkling wine.

It is known that the traditional method highlights the quality of bubbles mainly due to mannoproteins in contact with the sparkling wine. Knowing that the process was the same for all cultivars, a greater quantity of bubbles, color, and structure can be attributed to the sparkling wines produced with Pinot Noir, Ribolla Gialla, and Riesling Renano due to the effects of the cultivar itself [2], higher protein content [11], and degree of grape ripeness.

In relation to sparkling wines produced with the Chardonnay and Canaiolo Nero cultivars, because they are in the center of the graph, it is observed to be in the sensorial aspect of balance (harmony). This denotes the perceptual balance of all olfactory and wine sensations, where individual perceptions do not dominate [37].

Meanwhile, the toasted, fermented, and aged aromas in sparkling wines come from the aging time on lees of sparkling wines produced by the traditional method, a process that is slow, expensive, and related to quality [8]. The autolysis of the yeasts that produce the sparkle supplies the toasty scent that characterizes most sparkling wines [37]. The greater amount of the toasted aroma in a sparkling wine produced with Sangiovese can be attributed to a lower predominance of other aromas, since all sparkling wines remained in contact with yeast for the same period.

5. Conclusions

The Sangiovese and Ribolla Gialla cultivars resulted in the latest harvests, with better productivity and higher total polyphenol contents, while Riesling Renano preserved higher acidity.

The sparkling wines produced with Solaris, Chardonnay, and Ribolla Gialla were the most balanced in terms of chemical parameters.

The Sangiovese cultivar produced sparkling wine with the highest intensity of aroma and toasted notes using the traditional method.

Thus, considering the phenological, productive, and qualitative parameters, Riesling Renano, Ribolla Gialla, and Sangiovese are considered the most interesting cultivars for sparkling wine production in the high-altitude regions of Serra Catarinense.

Supplementary Materials: The following supporting information can be downloaded at: <https://www.mdpi.com/article/10.3390/beverages10030082/s1>, Table S1: Average date of occurrences of the main phenological stages of cultivars for sparkling wine production in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil, season 2017/2018 and 2018/2019; Table S2: Averages of productive parameters of grape cultivars for sparkling wine production in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil, season 2017/2018 and 2018/2019; Table S3: Averages of chemical parameters of sparkling wines produced with grape cultivars in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil, season 2017/2018 and 2018/2019; Table S4: Average values of sensory parameter scores of sparkling wines produced with grape cultivars in São Joaquim, Santa Catarina, Brazil, season 2017/2018 and 2018/2019.

Author Contributions: Conceptualization, A.T.C., A.F.B. and D.A.W.; methodology, A.F.B. and L.R.; software, L.R. and D.P.R.; validation, A.F.B. and L.R.; formal analysis, D.P.R.; investigation, A.T.C.; resources, L.R. and A.F.B.; data curation, D.P.R.; writing—original draft preparation, A.T.C.; writing—review and editing, D.A.W., A.F.B. and L.R.; visualization, D.A.W. and A.F.B.; supervision, L.R. and A.F.B.; project administration, L.R.; funding acquisition, L.R. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by CAPES, CNPq, FAPESC, Public Call Notice N°. 36/2021 – Support Program for the Enhancement of Winemaking and Viticulture in the State of Santa Catarina.

Data Availability Statement: The original contributions presented in this study are included in the article and Supplementary Materials. Further inquiries can be directed to the corresponding authors.

Acknowledgments: The authors gratefully acknowledge the financial support and research scholarships provided by CAPES, CNPq and FAPESC.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses, or interpretation of data; in the writing of the manuscript; or in the decision to publish the results.

References

1. Robinson, J.B. *The Oxford Companion to Wine*; Oxford University Press: Oxford, UK, 2006.
2. Jones, J.E.; Kerslake, F.L.; Close, D.C.; Damberg, R.G. Viticulture for Sparkling Wine Production: A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* **2014**, *65*, 407–416. [CrossRef]
3. OIV. State of the World Vine and Wine Sector in 2022. Available online: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_State_of_the_world_Vine_and_Wine_sector_in_2022_2.pdf (accessed on 2 March 2024).
4. Ubeda, C.; Kania-Zelada, I.; Barrio-Galán, R.; Medel-Marabolí, M.; Gil, M.; Peña-Neira, Á. Study of the Changes in Volatile Compounds, Aroma, and Sensory Attributes During the Production Process of Sparkling Wine by Traditional Method. *Food Res. Int.* **2019**, *119*, 554–563. [CrossRef]
5. Mello, L.M.R.; Machado, C.A.E. Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2019. Comunicado Técnico 2020, 214, Embrapa Uva e Vinho. p. 21. Available online: <https://www.embrapa.gov.br/uva-e-vinho/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124189/vitivinicultura-brasileira-panorama-2019> (accessed on 16 April 2024).
6. Gabbardo, M.; Celloti, E. Caracterização físico-química de espumantes brasileiros. *Ciência E Técnica Vitivinícola* **2015**, *30*, 94–101. [CrossRef]
7. Brighenti, A.F.; Brighenti, E.; Pasa, M.S. Vitivinicultura de Altitude: Realidade e Perspectivas. *Rev. Agropecuária Catarin.* **2016**, *29*, 140–146.
8. Cravero, M.C. Innovations in Sparkling Wine Production: A Review on the Sensory Aspects and the Consumer's Point of View. *Beverages* **2023**, *9*, 80. [CrossRef]
9. Kemp, B.; Alexandre, H.; Robillard, B.; Marchal, R. Effect of production phases on bottle fermented sparkling wine quality. *J. Agric. Food Chem.* **2015**, *63*, 19–38. [CrossRef]
10. Pozo-Bayón, M.A.; Martínez-Rodríguez, A.J.; Pueyo, E.; Moreno-Arribas, M.V. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: From a traditional to an improved winemaking technology. *Trends Food Sci. Technol.* **2009**, *20*, 289–299. [CrossRef]
11. Cilindre, C.; Liger-Belair, G.; Villaume, S.; Jeandet, P.; Marchal, R. Foaming properties of various Champagne wines depending on several parameters: Grape variety, aging, protein and CO₂ content. *Anal. Chim. Acta* **2010**, *660*, 164–170. [CrossRef]
12. Potter, R.O.; Carvalho, A.P.; Flores, C.A.D.; Bognola, I. Solos do Estado de Santa Catarina. *Bol. De Pesqui. E Desenvol.* N° 46 Embrapa Solos. 2004, 721p. Available online: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/964417/solos-do-estado-de-santa-catarina> (accessed on 10 April 2024).
13. Benez, M.C.; Chanin, Y.M.A.; Laus Neto, J.A.; Braga, H.J.; Pundek, M.; Molinari, A.; Rosso, R.; Carrião, S.L.; Bacic, I.L.Z. *Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense*; Epagri: Lages and Videira, Brazil, 2002; 76p.
14. Baillod, M.; Baggioini, M. Les stades répers de la vigne. *Rev. Suisse De Vitic. Arboric. Hortic.* **1993**, *28*, 7–9.
15. Brighenti, A.F.; Brighenti, E.; Bonin, V.; Rufato, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina—Brasil. *Ciência Rural* **2013**, *43*, 1162–1167. [CrossRef]
16. OIV. *Compendium of International Methods of Analysis of Vines and Musts*; OIV: Paris, France, 2016; Volume 2, 504p.
17. Singleton, V.L.; Rossi, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. *Am. J. Enol. Vitic.* **1965**, *16*, 144–158. Available online: <https://www.ajevonline.org/content/64/1/39> (accessed on 25 April 2021). [CrossRef]
18. Meneguzzo, J.; Vanderlinde, R. Caracterização físico-química e sensorial dos vinhos espumantes da Serra gaúcha. 2010. 101 f. Tese (Doutorado)—Curso de Doutorado em Biotecnologia, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010. Cap. 3. Available online: <https://repositorio.ucs.br/handle/11338/610> (accessed on 25 April 2021).

19. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*; R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2022. Available online: <https://www.R-project.org/> (accessed on 25 April 2021).
20. Mandelli, F.; Berlato, M.A.; Tonietto, J.; Bergamaschi, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. *Pesqui. Agropecuária Gaúcha* **2003**, *9*, 129–144.
21. Alikadic, A.; Pertot, I.; Eccel, E.; Dolci, C.; Zarbo, C.; Caffara, A.; De Filippi, R.; Furlanello, C. The impact of climate change on grapevine phenology and the influence of altitude: A regional study. *Agric. For. Meteorol.* **2019**, *15*, 73–82. [[CrossRef](#)]
22. Luedeling, E.; Brown, P.H. A global analysis of the comparability of winter chill models for fruit and nut trees. *Int. J. Biometeorol.* **2011**, *55*, 411–421. [[CrossRef](#)]
23. Anzanello, R.; Fialho, F.B.; Santos, H.P. Dos. Chilling requirements and dormancy evolution in grapevine buds. *Ciência E Agrotecnologia* **2018**, *42*, 364–371. [[CrossRef](#)]
24. Malinowski, L.I.; Welter, L.J.; Brighenti, A.F.; Vieira, H.J.; Guerra, M.P.; Da Silva, A.L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. *Acta Hort.* **2012**, *931*, 433–440. [[CrossRef](#)]
25. Regina, M.; De, A.; Carmo, E.L.; Fonseca, A.R.D.; Purgatto, E.; Shiga, T.M.; Lajolo, F.M.; Ribeiro, A.P.; Da Mota, R.V. Influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’ em Minas Gerais. *Rev. Bras. De Frutic.* **2010**, *32*, 143–150. [[CrossRef](#)]
26. Jackson, R.S. (Ed.) Grapevine structure and function. In *Wine Science Principles and Applications*, 3rd ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2008; pp. 50–107. [[CrossRef](#)]
27. Degano, F.; Cisilino, D.; Bigot, G.; Sivilotti, P.; Paladin, M. (Eds.) *LE STAGIONI E LE UVE 2018 Friuli Colli Orientali Ramandolo*; Colli Orientali: Corno di Rosazzo, Italy, 2018; 122p. Available online: <https://www.colliorientali.com/wp-content/uploads/2019/01/2018.pdf> (accessed on 15 March 2021).
28. Abe, L.T.; Da Mota, R.V.; Lajolo, F.M.; Genovese, M.I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. *Ciência E Tecnol. De Aliment.* **2007**, *27*, 394–400. [[CrossRef](#)]
29. Rufato, L.; Marcon Filho, J.L.; Brighenti, A.F.; Bogo, A.; Kretzschmar, A.A. (Eds.) *A Cultura da Videira: Vitivinicultura de Altitude*; UDESC: Florianópolis, Brazil, 2021; 577p, ISBN 9786588565353. [[CrossRef](#)]
30. Silva, L.C.; da Rufato, L.; Kretzschmar, A.A.; Marcon Filho, J.L. Raleio de cachos em vinhedos de altitude e qualidade do vinho da cultivar Syrah. *Pesqui. Agropecuária Bras.* **2009**, *44*, 148–154. [[CrossRef](#)]
31. Caliar, V.; Rosier, J.P.; Bordignon-Luiz, M.T. Vinhos espumantes: Métodos de elaboração. *Rev. Evidência* **2013**, *13*, 65–77.
32. Brighenti, A.F.; Silva, A.L.; Brighenti, E.; Porro, D.; Stefanini, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. *Pesqui. Agropecuária Bras.* **2014**, *49*, 465–474. [[CrossRef](#)]
33. Keller, M. *The Science of Grapevines*, 3rd ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2020; 554p.
34. Rizzon, L.A.; Miele, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. *Ciência Rural* **2006**, *36*, 959–964. [[CrossRef](#)]
35. Komm, B.L.; Moyer, M.M. Effect of early fruit-zone leaf removal on canopy development and fruit quality in Riesling and Sauvignon Blanc. *Am. J. Enol. Vitic.* **2015**, *66*, 424–434. [[CrossRef](#)]
36. Hancock, J. Complexing Factors in Sparkling Wine, with Particular Reference to New Zealand. In *Proceedings of Sparkling Wine and Quality Management*; Markides, A., Gibson, R., Eds.; Australian Society of Viticulture and Oenology: Adelaide, Australia, 1994; pp. 16–18.
37. Jackson, R.S. *Wine Tasting: A Professional Handbook*, 3rd ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA, 2017; ISBN 9780128018132.

Disclaimer/Publisher’s Note: The statements, opinions and data contained in all publications are solely those of the individual author(s) and contributor(s) and not of MDPI and/or the editor(s). MDPI and/or the editor(s) disclaim responsibility for any injury to people or property resulting from any ideas, methods, instructions or products referred to in the content.

Produção Científica – Artigo Qualis B3 – x 2: 12 pontos

Efeito do porta-enxerto sobre a concentração de compostos fenólicos em vinhos Cabernet Sauvignon e Merlot

The effect of rootstocks on the concentration of phenolic compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines

Ricardo Allebrandt^{1*}, Marcelo Alves Moreira², José Luiz Marcon Filho³, Douglas André Würz⁴, Betina Pereira De Bem⁵, Leo Rufato², Adrielen Tamiris Canossa²

¹Centro Universitário Dinâmica das Cataratas, Foz do Iguaçu, PR, Brasil. * Autor para correspondência: ricardoufsc@gmail.com

²Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil.

³Vinícola Legado, Campo Largo, PR, Brasil.

⁴Instituto Federal de Santa Catarina, Canoinhas, SC, Brasil.

⁵Vinícola Villa De Bem, São Joaquim, SC, Brasil.

Submissão: 06/09/2018 | Aceite: 06/08/2020

RESUMO

Há mais de um século, a viticultura deixou de ser a cultura de uma espécie ou uma variedade de videira, e passou a ser o cultivo de uma planta composta de dois genótipos: um para gerar o sistema radicular e o outro para produzir os frutos. Para se adaptar a essa nova realidade, a cadeia produtiva da uva e seus derivados tem desenvolvido estudos e pesquisas que vão desde o momento da enxertia até a degustação do vinho. Apesar do grande número de estudos sobre a influência dos porta-enxertos sobre o desempenho de variedades copa, muitos processos dessa interação ainda são desconhecidos. Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre a concentração de compostos fenólicos de vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot, produzidos no Planalto Sul de Santa Catarina, Brasil. Para tanto, foram testados, além do P1103, os porta-enxertos 3309C e 101-14Mgt. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Paineiras (28°01'S, 50°08'W e 1.200 m) e São Joaquim (28°14'S, 49°58'O e 1.300 m), nas safras 2015, 2016 e 2017. Foram avaliadas as concentrações de compostos flavonoides e não-flavonoides nos vinhos. Os porta-enxertos influenciam na composição fenólica dos vinhos. O porta-enxerto 3309C aumenta a concentração de compostos flavonoides nos vinhos, em relação ao porta-enxerto tradicionalmente usado nos vinhedos do Planalto Sul de Santa Catarina.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis vinifera*, enxertia, flavonoides.

ABSTRACT

Over a century ago, viticulture went from the cultivation of one species or grape variety to the cultivation of a plant composed of two genotypes: one responsible for growing the root system and the other for producing the fruit. To adapt to this new reality, a great amount of research has been done, with various studies ranging from grafting techniques to sensory analysis. Despite numerous studies on the influence of rootstocks on scion performance, many aspects of this interaction are still unclear. This study aimed to evaluate the effect that different rootstocks have on the concentration of phenolic compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines produced in the Southern Highlands of Santa Catarina, Brazil, by testing rootstocks 3309C and 101-14Mgt, in addition to P1103. Experiments were conducted in the municipalities of Paineiras (28°01'S, 50°08'W and 1,200 m) and São Joaquim (28°14'S, 49°58'W and 1,300 m) during the 2015, 2016, and 2017 vintages to assess the concentrations of flavonoid and non-flavonoid compounds in the wines. The results indicate that different rootstocks affect the wines' phenolic composition. The concentration of flavonoid compounds increases with rootstock 3309C, compared to the commonly used rootstock P1103, in the Southern Highlands of Santa Catarina.

KEYWORDS: *Vitis vinifera*, grafting, flavonoids.

INTRODUÇÃO

Na maioria das regiões vitícolas do mundo, a produção de uvas europeias (*Vitis vinifera*) só é possível

mediante a utilização de porta-enxertos obtidos a partir de espécies de videiras americanas (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris* e *V. berlandieri*), ou a partir da hibridação entre elas. Essa realidade começou a ser conformada durante o final do século XIX, quando se descobriu que o uso de porta-enxertos era (e ainda é) a única forma eficaz de controlar a filoxera (*Daktulospharia vitifoliae*), um afídeo natural da América do Norte, que ataca as raízes de *Vitis vinifera*. Desde então, a viticultura deixou de ser o cultivo de apenas um genótipo, e passou a trabalhar com uma planta composta por dois genótipos: um para constituir o sistema radicular (porta-enxerto), e o outro para produzir os frutos (variedade copa). Para se adaptar a essa nova realidade, a cadeia produtiva da uva e seus derivados têm desenvolvido estudos e pesquisas que vão desde o momento da enxertia até a degustação do vinho. Apesar do grande número de estudos sobre a influência dos porta-enxertos sobre o desempenho de variedades copa, muitos processos dessa interação ainda são desconhecidos.

Um desses processos é a influência do porta-enxerto sobre a composição química dos vinhos. Sabe-se que as características de uma variedade de uva no momento da colheita são majoritariamente determinadas pela sua genética, e como ela interagiu com o ambiente durante o ciclo. Quando se pensa na expressão varietal nos vinhos, além dos fatores genéticos e ambientais, somam-se os fatores envolvidos no processo de vinificação (GONZALEZ-SAN JOSE et al. 1990). Nesse contexto, o porta-enxerto tem um papel importante, pois faz a conexão da variedade copa ao solo, o que o torna um elemento de adaptação ao ambiente (OLLAT et al. 2015), e pode indiretamente influenciar na expressão de características varietais da copa.

Os porta-enxertos vigorosos tendem a prolongar a maturação dos frutos da variedade copa, em comparação com videiras enxertadas em genótipos de baixo vigor, que por sua vez tendem a acelerar o processo de maturação (POUGET 1986). Porta-enxertos de baixo vigor podem diminuir o tamanho das bagas, aumentando a relação casca/polpa, o que resulta num aumento da concentração de compostos fenólicos e da cor dos vinhos (GIL et al. 2015). Além disso, se um porta-enxerto diminui o vigor da variedade copa, há uma diminuição no adensamento do dossel vegetativo, fazendo com que os cachos fiquem mais expostos à radiação solar, e estimulando o aumento da síntese de compostos fenólicos e de cor nas bagas (SPAYD et al. 2002, CORTELL & KENNEDY 2006).

Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes porta-enxertos sobre a composição fenólica de vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com uvas providas de vinhedos comerciais localizados nos municípios de Paine, SC (28°01'S, 50°08'W e 1.200 m) e São Joaquim, SC (28°14'S, 49°58'W e 1.300 m), durante os ciclos 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. Os vinhedos foram implantados em 2004, nos espaçamentos de 3,0 m entre linhas e 1,5 m entre plantas. As plantas são conduzidas no sistema Ípsilon ("Y") com poda em cordão esporonado duplo. Os solos da região enquadram-se nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Háplico, desenvolvidos a partir de rocha riolítico e basalto. O clima da região, de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen, é classificado como mesotérmico úmido e verão ameno (Cfb).

Os tratamentos consistiram da utilização de três porta-enxertos: Paulsen 1103 (P1103; *V. berlandieri* x *V. rupestris*), 3309 Couderc (3309C; *V. riparia* x *V. rupestris*) e 101-14 Millardet et de Grasset (101-14Mgt; *V. riparia* x *V. rupestris*), avaliando-se seus efeitos na composição fenólica dos vinhos das variedades copa Cabernet Sauvignon e Merlot (*Vitis vinifera*). Para a variedade Cabernet Sauvignon, o experimento foi conduzido com uvas produzidas sobre os três porta-enxertos em Paine, SC, nas safras 2015, 2016 e 2017; e em São Joaquim, SC, nas safras 2015 e 2016. Para a variedade Merlot, o experimento foi conduzido com uvas produzidas apenas em Paine, SC, nas safras 2016 e 2017.

As variáveis analisadas foram os compostos fenólicos, flavonoides e não-flavonoides, dos vinhos de cada variedade, em combinação com os porta-enxertos e nas safras descritas acima. Os compostos flavonoides analisados foram: catequina, quercetina, rutina e caempferol. Os compostos não-flavonoides foram: ácido gálico, ácido vanílico, ácido p-coumárico e resveratrol.

Para a microvinificação, foram colhidas amostras de 40 kg de uva por tratamento, que foram mantidas em câmara fria por 24h à temperatura de 5 °C. Os cachos passaram por desengaçadeira, separando-se as bagas das ráquis, e no recipiente em que recebeu as bagas se adicionou 60 mg kg⁻¹ de SO₂ a partir de uma solução com 10% de metabissulfito de potássio. As bagas, de cada tratamento, foram divididas em quatro repetições de igual volume (aproximadamente 8 kg cada) e colocadas em fermentadores de plástico adaptados com batoque hidráulico. A inoculação de leveduras hidratadas ativas (*Saccharomyces*

cerevisiae) foi realizada na proporção de 0,2 g L⁻¹, quatro horas após as uvas terem sido colocadas nos fermentadores. A fermentação alcoólica ocorreu em uma sala climatizada com temperatura controlada a 20 °C (±2 °C). O tempo de maceração foi de sete dias, com duas remontagens diárias. Após a descuba, separação do vinho e do bagaço, o vinho foi trasfegado de duas a três vezes, até que se observou o fim da fermentação malolática. Uma das repetições foi utilizada para completar o volume dos fermentadores das outras três repetições, durante as trasfegas.

Finalizada a fermentação malolática, em cada repetição foram adicionadas 60 mg L⁻¹ de SO₂, mediante uma solução de metabissulfito a 10%, e após isso, as repetições foram armazenadas em câmara fria, à temperatura de 0 °C (±1 °C) por 21 dias, para permitir a ocorrência da estabilização tartárica. Ao final, foram coletadas amostras do vinho pronto, em tubos Falcon de 50 ml, e armazenadas em congelador (-18 °C) até o momento das análises em espectrofotômetro e em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). O vinho restante foi envasado em garrafas de 375 ml que foram armazenadas em sala climatizada a 18 °C, para futuras análises de evolução em garrafa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Sendo que cada repetição foi constituída de um fermentador. Para cada combinação de variedade copa e porta-enxerto, nos locais e safras já especificados, foram utilizadas quatro amostras (50 ml cada), providas cada uma de um fermentador.

Para as análises dos vinhos, os compostos fenólicos foram quantificados em cromatografia líquida de alta eficiência de acordo com metodologia descrita por CADAHÍA et al. (2009) adaptada por FERREIRA-LIMA et al. (2013) com modificações.

Os reagentes utilizados na realização das análises como acetonitrila (≥99,9%, Fluka), ácido acético (≥99,7%, Sigma -Aldrich) e metanol (≥99,8%, Biotec) foram de grau cromatográfico. O ácido L(+) tartárico (≥ 99%, Vetec) e etanol (≥99,8%, Vetec) foram de grau analítico. A água utilizada para as análises foi obtida através de destilação e posterior purificação Milli-Q, Sistema Simplicity UV (Millipore, Massachusetts, USA). Os padrões ácido gálico anidro (≥98%), (+) - catequina (≥98%), ácido p-cumárico (≥98%), ácido vanílico (≥97%), resveratrol (≥95%), quercetina (≥95%), rutin (≥94%) e campferol (≥97%) foram obtidos na Sigma-Aldrich.

As soluções estoque de cada padrão foram preparadas em metanol e congeladas a -18 °C. Uma solução contendo uma mistura de todos os padrões foi preparada em sistema de vinho sintético (5 g L⁻¹ ácido tartárico, 12% v v⁻¹ de etanol e pH 3,2). O vinho sintético foi utilizado para evitar interferência na separação cromatográfica e na resposta de detecção. As soluções de calibração foram preparadas também em vinho sintético pela diluição da solução estoque contendo a mistura dos padrões. Todas as soluções utilizadas foram previamente filtradas em membrana com poros de 0,45 µm (Membrana PES-Kasvi). As faixas de calibração e equações para determinação dos compostos fenólicos estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Curvas de calibração para a quantificação dos compostos fenólicos nos vinhos de Cabernet Sauvignon e Merlot por método de CLAE.

Table 1. Calibration curves for quantifying phenolic compounds in Cabernet Sauvignon and Merlot wines by the HPLC method.

Composto	Faixa de calibração (mg L ⁻¹)	Equação linear y=ax	R ²	TR min
Ácido Gálico	0.125 - 62.5	y=64889x	0.9979	4.1
Catequina	0.125 - 158,8	y=17546x	0.9992	25.4
Ácido Vanílico	0.125 - 62.5	y=40297x	0.9999	28.9
Ácido p-Coumárico	0.125 - 62.5	y=114723x	0.9999	38.2
Rutin	0.125 - 62.5	y=19623x	0.9999	40.9
Resveratrol	0.125 - 62.5	y=86848x	0.9971	53.6
Quercetina	0.125 - 62.5	y=31070x	0.9848	59.7
Caempferol	0.125 - 62.5	y=40075x	0.9829	68.6

R² = coeficiente de determinação; TR = Tempo de Retenção.

As amostras de aproximadamente 2 ml (vinho ou solução de calibração) foram filtradas em membrana de 0,45 µm (Membrana PES-Kasvi) acoplada a uma seringa, e colocadas no vial para injeção direta no sistema CLAE. Foram utilizadas três amostras por tratamento (combinação variedade copa e

porta-enxerto), provenientes do vinho congelado no momento do envase. Para cada amostra foi realizada a leitura em duplicata e quando se detectou variação > que 10% realizou-se uma terceira leitura. A quantificação em mg L^{-1} de todos os compostos foi determinada por curvas de calibração com padrão externo.

As análises cromatográficas foram realizadas utilizando um equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência Shimadzu (Kyoto, Japão), equipado com um desgaseificador a vácuo (DGU-2A), sistema quaternário com bomba (LC-10ADVP), válvula (FCV-10ALVP), detector UV-VIS (SPD-10AV), auto injetor (SIL-10ADVP) e controlador (SCL-10AVP). A coluna foi a C18 (5 μm , 250 mm x 4,6 mm, Restek). O software utilizado para controlar o sistema gradiente, o detector e para aquisição dos dados foi Shimadzu Class-VP.

Utilizou-se gradiente com dois solventes A e B. Para a fase móvel A, utilizou-se água:ácido acético (98:2), e como solvente para fase móvel B água:ácido acético:acetonitrila (58:2:40). A eluição foi realizada através de gradiente linear, iniciando-se com 100% de solvente A; aos 55 min, 20% de solvente A e 80% de solvente B; aos 70 min, 0% de A e 100% de B; e aos 80 min, 100% de A e 0% de B. O fluxo utilizado foi de 0,9 mL min^{-1} . Os compostos fenólicos foram lidos no comprimento de onda de 280nm. Todos os solventes utilizados como fase móvel foram previamente filtrados em membrana com poros de 0,45 μm (Membrana PES-Kasvi).

Após as análises dos vinhos em CLAE e obtenção das concentrações dos compostos fenólicos em mg L^{-1} , os dados de cada variedade foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando foram detectados efeitos significativos de porta-enxertos, procedeu-se o teste de comparação de médias de Fisher, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os porta-enxertos influenciaram na concentração de todos os compostos fenólicos flavonoides de ambas variedades, com exceção da concentração de catequina nos vinhos de Cabernet Sauvignon de São Joaquim (Tabela 2) e nos vinhos de Merlot (Tabela 3). 3309C e 101-14Mgt aumentaram a concentração de catequina em relação a P1103, nos vinhos Cabernet Sauvignon de Painei. 3309 conferiu os maiores teores de quercetina e caempferol nos vinhos Cabernet Sauvignon de ambos locais. Os vinhos Cabernet Sauvignon de P1103 e 3309C tiveram os maiores teores de rutina em Painei, mas apresentaram os menores teores em São Joaquim.

Neste estudo, os compostos fenólicos analisados são categorizados em flavonoides e não-flavonoides. Os flavonoides são os compostos responsáveis principalmente pela cor e adstringência dos vinhos, além de terem grande importância para a saúde humana (SANTOS-BUELGA & SCALBERT 2000). Os flavonoides são subdivididos em três classes principais: os flavan-3-óis e seus derivados estruturais (proantocianidinas, ou taninos condensados), antocianinas e os flavonóis. Os porta-enxertos não exerceram influência consistente sobre a concentração de catequina, composto do grupo dos flavan-3-óis. Apenas no vinho Cabernet Sauvignon de Painei, em que foram observados maiores teores em 3309C e em 101-14Mgt, o que pode ser reflexo da diminuição do tamanho das bagas (dados não apresentados), causando um aumento da concentração de compostos flavan-3-óis nos vinhos. No vinho Cabernet Sauvignon de São Joaquim e no vinho Merlot não foram observadas variações atribuídas aos porta-enxertos.

A uva é um fruto não-climatérico e seu desenvolvimento ocorre em duas etapas de crescimento, separadas por uma fase lag (COOMBE 1976). Os compostos flavan-3-óis e seus derivados estruturais (proantocianidinas) são sintetizados durante a primeira fase do desenvolvimento das uvas, enquanto que as antocianinas são sintetizadas durante a segunda fase, que tem início a partir da virada de cor das bagas (BOSS et al. 1996, BOGS et al. 2006). A síntese de flavonoides também pode ocorrer em resposta a fatores externos como a radiação UV, seca e temperaturas baixas (CHALKER-SCOTT 1999, WINKEL-SHIRLEY 2002).

Em um estudo sobre o efeito do vigor sobre a composição de flavonoides em uvas e vinhos de Pinot Noir, os autores concluíram que o vigor da videira exerce maior influência no acúmulo de flavonoides nas cascas e menor ou nenhuma influência desses compostos nas sementes (CORTELL et al. 2005). A concentração de alguns flavan-3-óis e flavonóis nas cascas aumentou significativamente com a redução do vigor das videiras (CORTELL et al. 2005). Todavia, não ficou claro nesse trabalho se esse incremento foi consequência de algum mecanismo fisiológico causado pelo vigor em si, ou se o dossel menos vigoroso (dados não apresentados) proporcionou maior exposição dos cachos à luz e/ou calor. Dessa forma, os autores fizeram outro estudo, na mesma parcela de vinhedo, aplicando sombreamento nos cachos de plantas com baixo vigor e encontraram os mesmos resultados (CORTELL & KENNEDY 2006).

Tabela 2. Efeito de diferentes porta-enxertos na concentração de compostos flavonoides em vinhos Cabernet Sauvignon elaborados com uvas produzidas em Painei, nas safras 2015, 2016 e 2017; e em São Joaquim, nas safras 2015 e 2016.

Table 2. The effect of different rootstocks on the concentration of flavonoid compounds in Cabernet Sauvignon wines made with grapes grown in Painei in the 2015, 2016, and 2017 vintages and in São Joaquim in the 2015 and 2016 vintages.

Variáveis	Safr	Porta-enxertos											
		P1103				3309C				101-14Mgt			
Painel													
Catequina (mg L ⁻¹)	2015	24,3	±	1,9	b	32,3	±	5,6	b	49,0	±	7,0	a
	2016	61,7	±	1,1	a	67,3	±	3,2	a	68,7	±	0,8	a
	2017	45,6	±	0,7	b	67,6	±	1,4	a	65,6	±	2,2	a
	Média	43,9	±	6,7	b	55,7	±	7,5	a	61,1	±	4,6	a
Quercetina (mg L ⁻¹)	2015	4,5	±	0,3	b	4,1	±	0,3	b	6,6	±	0,2	a
	2016	4,4	±	0,0	b	4,5	±	0,2	b	6,8	±	0,4	a
	2017	24,5	±	0,1	b	28,2	±	0,0	a	17,5	±	0,0	c
	Média	11,1	±	3,3	b	12,2	±	4,0	a	10,3	±	1,8	c
Rutina (mg L ⁻¹)	2015	NQ	±	-	-	NQ	±	-	-	NQ	±	-	-
	2016	2,0	±	0,1	a	1,9	±	0,1	a	2,1	±	0,2	a
	2017	8,0	±	0,4	a	8,4	±	0,4	a	2,1	±	0,1	b
	Média	5,0	±	1,4	a	5,1	±	1,5	a	2,1	±	0,1	b
Caempferol (mg L ⁻¹)	2015	0,3	±	0,1	c	0,7	±	0,1	b	1,3	±	0,1	a
	2016	0,4	±	0,1	a	0,1	±	0,0	b	0,2	±	0,1	b
	2017	5,1	±	0,0	b	6,5	±	0,0	a	3,9	±	0,0	c
	Média	1,9	±	0,8	b	2,4	±	1,0	a	1,8	±	0,5	c
São Joaquim													
Catequina (mg L ⁻¹)	2015	63,1	±	13,3	ns	82,4	±	0,03	-	73,6	±	1,8	-
	2016	71,6	±	7,2	ns	64,7	±	5,10	-	66,7	±	6,30	-
	Média	67,4	±	2,50	ns	73,5	±	5,10	-	70,2	±	1,90	-
Quercetina (mg L ⁻¹)	2015	11,3	±	0,6	b	21,3	±	1,4	a	13,5	±	0,0	b
	2016	0,8	±	0,0	a	0,4	±	0,0	b	0,3	±	0,0	c
	Média	6,0	±	0,2	b	10,8	±	0,3	a	6,9	±	0,6	b
Rutina (mg L ⁻¹)	2015	NQ	±	-	-	NQ	±	-	-	NQ	±	-	-
	2016	4,9	±	0,7	b	6,1	±	0,4	b	11,0	±	0,8	a
	Média	-	±	-	-	-	±	-	-	-	±	-	-
Caempferol (mg L ⁻¹)	2015	1,5	±	0,1	b	4,2	±	0,80	a	2,0	±	0,01	b
	2016	0,10	±	0,02	a	0,07	±	0,01	a	0,03	±	0,01	a
	Média	0,78	±	0,20	b	2,13	±	0,40	a	1,02	±	0,10	b

Médias com letras diferentes, na linha, diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p < 0,05$). Média ± erro padrão. NQ = Não Quantificado. ns = não significativo.

Os teores de flavonóis foram representados pelos compostos quercetina, rutina e caempferol. Nos vinhos de Cabernet Sauvignon, os maiores teores de flavonóis foram observados quando essa variedade foi enxertada em 3309C, com exceção da rutina em Cabernet Sauvignon de São Joaquim. Já no vinho Merlot, os maiores teores de flavonóis foram encontrados em 101-14Mgt. Esses resultados podem estar relacionados com a diminuição do tamanho das bagas (GIL et al. 2015) e com a redução da área foliar e potencial diminuição do sombreamento dos cachos. Tem sido demonstrado que o sombreamento causa reduções significativas na concentração de flavonóis em uvas (SPAYD et al. 2002, DOWNEY et al. 2004) e maçãs (SOLOVCHENKO & SCHMITZ-EIBERGER 2003). Os flavonóis constituem uma porção pequena dos compostos fenólicos do vinho, e sua quantidade é influenciada por fatores como a variedade, o processo de maceração e as condições climáticas (GONZALEZ-SAN JOSE et al. 1990, SPIORA & GUTIERREZ GRANDA 1998). Apesar de sua baixa concentração, os flavonóis são importantes por participarem de processos de co-pigmentação com as antocianinas, alterando a cor dos vinhos e estabilizando os pigmentos (CHEYNIER & RIGAUD 1986).

Nos vinhos de Cabernet Sauvignon, os compostos não-flavonóides foram pouco afetados pelos porta-enxertos, sendo que a concentração de resveratrol foi maior em P1103 e as menores em 3309C e 101-14Mgt, em Painei e em São Joaquim (Tabela 4). Em São Joaquim, 3309C não diferiu significativamente de P1103 quanto ao teor de resveratrol no vinho. A concentração de ácido gálico foi maior em 3309C e 101-14Mgt apenas na área de São Joaquim. Nos vinhos Merlot, a maior concentração de ácido gálico foi observada em P1103, e a menor em 101-14Mgt (Tabela 5). 3309C aumentou os teores de ácido

p-coumárico e de resveratrol. 101-14Mgt se equiparou a 3309C quanto aos teores de resveratrol, e ambos foram maiores que P1103.

Tabela 3. Efeito de diferentes porta-enxertos na concentração de compostos flavonoides em vinhos Merlot elaborados com uvas produzidas em Painei, nas safras 2016 e 2017.

Table 3. The effect of different rootstocks on the concentration of flavonoid compounds in Merlot wines made with grapes grown in Painei in the 2016 and 2017 vintages.

Variáveis	Safr	Porta-enxertos											
		P1103				3309C				101-14Mgt			
Catequina (mg L ⁻¹)	2016	15,1	±	0,7	ns	15,1	±	1,0	-	16,6	±	0,0	-
	2017	51,6	±	0,1	ns	49,0	±	2,6	-	48,1	±	1,9	-
	Média	33,3	±	8,2	ns	32,0	±	7,7	-	32,4	±	7,1	-
Quercetina (mg L ⁻¹)	2016	1,5	±	0,1	a	1,3	±	0,1	a	1,4	±	0,1	a
	2017	22,1	±	0,3	b	21,6	±	0,2	b	23,2	±	0,4	a
	Média	11,8	±	4,6	b	11,5	±	4,5	b	12,3	±	4,9	a
Rutina (mg L ⁻¹)	2016	1,3	±	0,7	a	1,0	±	0,1	a	1,5	±	0,1	a
	2017	7,8	±	0,2	b	8,1	±	0,1	b	10,5	±	0,2	a
	Média	4,6	±	1,5	b	4,6	±	1,6	b	6,0	±	2,0	a
Caempferol (mg L ⁻¹)	2016	0,14	±	0,02	a	0,03	±	0,00	a	0,10	±	0,06	a
	2017	1,66	±	0,04	c	1,80	±	0,01	b	1,96	±	0,06	a
	Média	0,90	±	0,34	b	0,91	±	0,39	b	1,03	±	0,42	a

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p < 0,05$). Média ± erro padrão. ns = não significativo.

Tabela 4. Efeito de diferentes porta-enxertos na concentração de compostos não-flavonoides em vinhos Cabernet Sauvignon elaborados com uvas produzidas em Painei, nas safras 2015, 2016 e 2017; e em São Joaquim, nas safras 2015 e 2016.

Table 4. The effect of different rootstocks on the concentration of non-flavonoid compounds in Cabernet Sauvignon wines made with grapes grown in Painei in the 2015, 2016, and 2017 vintages and in São Joaquim in the 2015 and 2016 vintages.

Variáveis	Safr	Porta-enxertos											
		P1103				3309C				101-14Mgt			
Ácido Gálico (mg L ⁻¹)		Painel											
	2015	29,3	±	0,5	ns	28,0	±	1,8	-	24,4	±	1,2	-
	2016	24,0	±	0,6	ns	32,3	±	1,0	-	33,9	±	1,1	-
	2017	21,4	±	0,0	ns	19,9	±	0,0	-	19,7	±	0,0	-
	Média	24,9	±	1,4	ns	26,8	±	2,3	-	26,0	±	2,6	-
Ácido Vanílico (mg L ⁻¹)	2015	4,8	±	0,1	ns	4,4	±	0,1	-	4,1	±	0,1	-
	2016	8,4	±	1,1	ns	9,8	±	0,8	-	8,9	±	0,8	-
	2017	7,0	±	0,3	ns	7,2	±	0,2	-	7,1	±	0,1	-
	Média	6,7	±	0,8	ns	7,1	±	1,0	-	6,7	±	0,9	-
Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹)	2015	2,7	±	0,8	ns	3,5	±	0,7	-	2,3	±	0,7	-
	2016	1,1	±	0,1	ns	1,1	±	0,1	-	1,1	±	0,1	-
	2017	1,3	±	0,1	ns	0,5	±	0,0	-	1,1	±	0,1	-
	Média	1,7	±	0,4	ns	1,7	±	0,6	-	1,5	±	0,3	-
Resveratrol (mg L ⁻¹)	2015	3,2	±	0,3	ns	2,2	±	0,2	-	1,9	±	0,1	-
	2016	3,8	±	0,3	ns	3,9	±	0,4	-	4,3	±	0,1	-
	2017	2,3	±	0,0	ns	1,9	±	0,0	-	1,9	±	0,0	-
	Média	3,1	±	0,3	a	2,7	±	0,3	b	2,7	±	0,4	b
Ácido Gálico (mg L ⁻¹)		São Joaquim											
	2015	22,7	±	1,2	b	32,1	±	0,4	a	25,1	±	2,9	ab
	2016	29,4	±	2,3	b	34,8	±	3,0	ab	40,7	±	0,7	a
	Média	26,1	±	2,7	b	33,4	±	2,3	a	32,9	±	5,2	a
Ácido Vanílico (mg L ⁻¹)	2015	5,3	±	0,2	ns	3,7	±	3	-	6,9	±	0,1	-
	2016	6,9	±	0,9	ns	10,8	±	1,6	-	8,8	±	0,3	-
	Média	6.1	±	0,7	ns	7,3	±	3,0	-	7,9	±	0,6	-

Continuação Tabela 4....

Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹)	2015	2,6	±	0,1	ns	0,6	±	0	-	0,7	±	0	-
	2016	2,3	±	0,3	ns	4,0	±	0,8	-	3,7	±	0,9	-
	Média	2,4	±	0,4	ns	2,3	±	0,5	-	2,2	±	0,6	-
Resveratrol (mg L ⁻¹)	2015	2,6	±	0,4	ns	2,9	±	0,1	-	1,9	±	0,1	-
	2016	3,6	±	0,6	ns	2,0	±	0,2	-	1,8	±	0,3	-
	Média	3,1	±	0,5	a	2,4	±	0,3	ab	1,8	±	0,2	b

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p < 0,05$). Média ± erro padrão.
ns = não significativo na ANOVA ($p < 0,05$).

Tabela 5. Efeito de diferentes porta-enxertos na concentração de compostos não-flavonoides em vinhos Merlot elaborados com uvas produzidas em Painei, nas safras 2016 e 2017.

Table 5. The effect of different rootstocks on the concentration of non-flavonoid compounds in Merlot wines made with grapes grown in Painei in the 2016 and 2017 vintages.

Variáveis	Safr	Porta-enxertos											
		P1103				3309C				101-14			
Ácido Gálico (mg L ⁻¹)	2016	21,9	±	0,1	a	20,2	±	0,0	b	17,2	±	0,1	c
	2017	22,5	±	0,1	a	21,7	±	0,0	c	22,1	±	0,1	b
	Média	22,3	±	0,2	a	21,0	±	0,3	b	19,7	±	1,1	c
Ácido Vanílico (mg L ⁻¹)	2016	4,6	±	0,4	ns	5,1	±	0,1	-	4,7	±	0,1	-
	2017	5,8	±	2,9	ns	10,5	±	0,4	-	9,1	±	0,4	-
	Média	5,2	±	1,3	ns	7,8	±	1,2	-	6,9	±	1,0	-
Ácido p-Coumarico (mg L ⁻¹)	2016	4,6	±	0,0	c	5,3	±	0,0	a	4,9	±	0,1	b
	2017	3,7	±	0,1	b	4,8	±	0,1	a	3,7	±	0,0	b
	Média	4,1	±	0,2	c	5,0	±	0,1	a	4,3	±	0,2	b
Resveratrol (mg L ⁻¹)	2016	3,4	±	0,1	ns	6,0	±	0,1	-	6,0	±	0,1	-
	2017	10,6	±	0,8	ns	12,8	±	0,0	-	11,5	±	0,2	-
	Média	7,0	±	1,7	b	9,4	±	1,5	a	8,7	±	1,2	a

Médias com letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste LSD de Fisher ($p < 0,05$). Média ± erro padrão.
ns = não significativo na ANOVA ($p < 0,05$).

Os compostos não-flavonóides analisados neste trabalho são classificados como: ácidos hidroxibenzóicos (ácido gálico e vanílico), ácidos hidroxicinâmicos (p-cumárico) e estilbenos (resveratrol). Para tais compostos, não foi observado um efeito consistente do porta-enxerto. Algumas diferenças foram detectadas, mas não se mantiveram ao longo das combinações de variedades copa, genótipos de porta-enxerto e local. Dentre os ácidos hidroxibenzóicos, o teor de ácido gálico foi maior nos vinhos de Merlot no porta-enxerto P1103, em relação aos outros porta-enxertos. Mas nos vinhos de Cabernet Sauvignon de São Joaquim, foi observado o contrário, os porta-enxertos 3309C e 101-14Mgt induziram maior acúmulo de ácido gálico nos vinhos Cabernet Sauvignon. Sabe-se que os teores de ácidos hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos nas bagas aumentam à medida que a maturação avança e o teor de sólidos solúveis incrementam (TIAN et al. 2009). Neste sentido, os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo, pois em São Joaquim, as uvas Cabernet Sauvignon atingiram teores de sólidos solúveis maiores em 101-14Mgt, seguido de 3309C (dados não apresentados). O adiantamento da maturação, associado ao porta-enxerto, em uvas viníferas já foi observado em estudo realizado com a variedade Merlot no Planalto Sul de Santa Catarina (ALLEBRANDT et al. 2015). Em um estudo realizado na Serra Gaúcha, no qual foram avaliados 15 porta-enxertos na maturação de Cabernet Sauvignon, os autores concluíram que o porta-enxerto 101-14Mgt conferiu os maiores índices de maturação da uva (MIELE & RIZZON 2019). JOGAIAH et al. (2015) encontraram os mesmos resultados em vinhos de Cabernet Sauvignon, quando as plantas eram enxertadas sobre 101-14Mgt.

Os ácidos hidroxicinâmicos e seus derivados participam como cofatores pigmentadores, portanto, uma maior proporção desses compostos nos vinhos elaborados com uvas de menor calibre poderia explicar parcialmente a intensa cor desses vinhos, por conta do efeito de copigmentação intermolecular (GIL et al. 2015). Em seu estudo sobre a influência do tamanho das bagas sobre a cor e a composição química do vinho, GIL et al. (2015) encontraram aumentos significativos nas concentrações de vários compostos fenólicos em vinhos feitos com bagas pequenas, de diâmetros menores que 11,5 mm, em comparação com

bagas médias e grandes (11,5–14,5 mm, >14,5 mm, respectivamente).

CONCLUSÃO

Os porta-enxertos influenciaram na concentração dos compostos fenólicos flavonoides quercetina, rutina e caempferol nos vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot.

O porta-enxerto 3309C aumentou a concentração da maioria dos compostos flavonoides nos vinhos de Cabernet Sauvignon, em relação ao porta-enxerto tradicionalmente usado (P1103), nos vinhedos do Planalto Sul de Santa Catarina.

Quanto aos compostos não-flavonoides, os porta-enxertos não exerceram efeito consistente nos vinhos de Cabernet Sauvignon e Merlot.

AGRADECIMENTOS

Às agências de financiamento CAPES, FAPESC e CNPq.

REFERÊNCIAS

- ALLEBRANDT R et al. 2015. Fenologia da variedade Merlot produzida sobre três porta-enxertos em elevadas altitudes de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Viticultura e Enologia* 7: 36-46.
- BOGS J et al. 2006. Identification of the flavonoid hydroxylases from grapevine and their regulation during fruit development. *Plant Physiology* 140: 279-291.
- BOSS PK et al. 1996. Expression of anthocyanin biosynthesis pathway genes in red and white grapes. *Plant molecular biology* 32: 565-569.
- CADAHÍA E et al. 2009. Chemical and chromatic characteristics of Tempranillo, Cabernet Sauvignon and Merlot wines from DO Navarra aged in Spanish and French oak barrels. *Food Chemistry* 115: 639-649.
- CORTELL JM et al. 2005. Influence of vine vigor on grape (*Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir) and wine proanthocyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 5798-5808.
- CORTELL JM & KENNEDY JA. 2006. Effect of shading on accumulation of flavonoid compounds in (*Vitis vinifera* L.) pinot noir fruit and extraction in a model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 8510-8520.
- CHALKER-SCOTT L. 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology* 70: 1-9.
- CHEYNIER V & RIGAUD J. 1986. HPLC separation and characterization of flavonols in the skins of *Vitis vinifera* var. Cinsault. *American Journal of Enology and Viticulture* 37: 248-252.
- DOWNEY MO et al. 2004. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10: 55-73.
- FERREIRA-LIMA NE et al. 2013. Characterization of Goethe white wines: influence of different storage conditions on the wine evolution during bottle aging. *European Food Research and Technology* 237: 509-520.
- GIL M et al. 2015. Influence of berry size on red wine colour and composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21: 200-212.
- GONZALEZ-SAN JOSE M et al. 1990. Anthocyanins as parameters for differentiating wines by grape variety, wine-growing region, and wine-making methods. *Journal of Food Composition and Analysis* 3: 54-66.
- JOGAIAH S et al. 2015. Regulation of fruit and wine quality parameters of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera* L.) by rootstocks in semiarid regions of India. *Vitis* 54: 65-72.
- MIELE A & RIZZON LA. 2019. Rootstock-scion interaction: 5. Effect on the evolution of Cabernet Sauvignon grape ripening. *Revista Brasileira de Fruticultura* 41: 1-10.
- OLLAT N et al. 2015. Rootstocks as a component of adaptation to environment. In: GEROS H et al. (Ed.). *Grapevine in a changing environment: a molecular and ecophysiological perspective*. Nova Jersey: Wiley-Blackwell. p. 68-108.
- POUGET R. 1986. Usefulness of rootstocks for controlling vine vigour and improving wine quality. In: *Symposium on Grapevine Canopy and Vigor Management*, XXII IHC 206. Leuven: ISHS Acta Horticulturae 206: 109-118.
- SANTOS-BUELGA C & SCALBERT A. 2000. Proanthocyanidins and tannin-like compounds—nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 1094-1117.
- SOLOVCHENKO A & SCHMITZ-EIBERGER M. 2003. Significance of skin flavonoids for UV-B-protection in apple fruits. *Journal of Experimental Botany* 54: 1977-1984.
- SPAYD SE et al. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 53: 171-182.
- SPIORA MJ & GUTIERREZ GRANDA MJ. 1998. Effect of pre-veraison irrigation cut off and skin contact time on composition color, and phenolic content of young Cabernet Sauvignon wines in Spain. *American Journal of Enology and Viticulture* 49: 153-161.
- TIAN RR et al. 2009. Comparison of phenolic acids and flavan-3-ols during wine fermentation of grapes with different harvest times. *Molecules* 14: 827-838.
- WINKEL-SHIRLEY B. 2002. Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology* 5: 218-223.

Maior carga de gemas da videira resulta em melhora dos índices produtivos e vegetativos da videira 'Cabernet Franc' cultivada em região de elevada altitude

Higher load of grapevine buds results in better yield and vegetative vigor indices in 'Cabernet Franc' grapevine grown in a high-altitude region

Douglas André Würz^{1*}, Bruno Farias Bonin², Alberto Fontanella Brighenti³, Adrielen Tamiris Canossa⁴, Juliana Reinehr⁴, Ricardo Allebrandt⁴, Betina Pereira de Bem⁴, Leo Rufato⁴, Aike Anneliese Kretzschmar⁴

¹Instituto Federal de Santa Catarina, Canoinhas, SC, Brasil. Autor para correspondência: douglaswurz@hotmail.com

²Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil.

³Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

⁴Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil.

Submissão: 18/07/2019 | Aceite: 06/03/2020

RESUMO

Buscando alcançar um adequado balanço vegeto-produtivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do aumento da carga de gemas planta⁻¹, no momento da poda, nas características produtivas e equilíbrio vegetativo da videira Cabernet Franc cultivada em região de elevada altitude de Santa Catarina. O presente trabalho foi conduzido durante a safra 2016/2017, em um vinhedo comercial, localizado no município de São Joaquim. Utilizaram-se videiras da cultivar Cabernet Franc enxertadas sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103'. Os tratamentos consistiram em quatro diferentes níveis de cargas de gemas: 15, 30, 50 e 75 gemas planta⁻¹. Avaliou-se no momento da colheita variáveis produtivas e vegetativas, e ao longo do ciclo da videira, avaliou-se o crescimento de ramos e feminelas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos e cinco plantas por parcela. O aumento da carga de gemas planta⁻¹ resultou em aumento do número de ramos e de cachos planta⁻¹, resultando em aumento da produção por planta e da produtividade. As variáveis vegetativas foram influenciadas pelo aumento da gemas planta⁻¹, observando-se redução do crescimento de ramos e de feminelas. O aumento da carga de gemas possibilitou melhor equilíbrio vegeto-produtivo, com redução do peso de poda, e obtenção do Índice de Ravaz mais adequado para a elaboração de vinhos de qualidade. Em vinhedos que apresentam baixa produtividade e excesso de vigor vegetativo, recomenda-se aumentar a carga de gemas planta⁻¹ durante o manejo da poda invernal.

PALAVRAS-CHAVE: *Vitis vinifera* L., produtividade, equilíbrio vegetativo, poda.

ABSTRACT

To reach an adequate vegetative-productive balance, this work aimed to evaluate the effect of an increase of the bud load.plant⁻¹ during pruning, on the productive characteristics and vegetative balance of Cabernet Franc grapevine cultivated in a high-altitude region of the state of Santa Catarina, Brazil. The present work was conducted during the 2016/2017 harvest, in a commercial vineyard located in the municipality of São Joaquim. Cabernet Franc variety grapevines grafted on the 'Paulsen 1103' rootstock were used. The treatments consisted of four different levels of bud loads: 15, 30, 50, and 75 buds.plant⁻¹. At the time of harvesting, productive and vegetative variables were evaluated, and the growth of branches and secondary shoots was evaluated along the grapevine cycle. The experimental design was a randomized block design with four blocks and five plants per plot. The increase of the bud load.plant⁻¹ increased the number of branches and bunches.plant⁻¹, resulting in increased plant production and productivity. The vegetative variables were influenced by the increase of buds.plant⁻¹, with a reduction of the growth of branches and of secondary shoots. The increase of the bud load allowed a better vegetative-productive balance, with the reduction in the weight of pruning, and a Ravaz Index more suitable for the production of quality wines. In vineyards with low productivity and excessive vegetative vigor, the increase of bud load.plant⁻¹ during winter pruning management is recommended.

KEYWORDS: *Vitis vinifera* L., productivity, vegetative balance, pruning.

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor de uvas (*Vitis vinifera* L.) do Brasil para vinicultura (MELLO 2015). Ciclos fenológicos mais longos são observados nas regiões de altitude do Estado de Santa Catarina quando comparados com outras regiões produtoras do Brasil. Essas regiões apresentam uma maior disponibilidade de radiação solar e menores temperaturas noturnas na fase final de maturação. Com períodos de maturação mais longos, os vinhedos produzem uvas de maior potencial enológico (MALINOVSKI et al. 2016). Porém, observa-se nessa região elevada disponibilidade hídrica (BEM et al. 2016), solos com altos teores de matéria orgânica (MAFRA et al. 2011), que resultam em crescimento vegetativo excessivo, baixo índice de fertilidade de gemas, podendo afetar a produtividade e a maturação das uvas (BRIGHENTI et al. 2014, WURZ et al. 2017, WÜRZ et al. 2018).

Uma das alternativas para aumentar a produtividade dos vinhedos e melhorar o seu equilíbrio vegetativo seria através da poda de inverno, aumentando a relação gemas planta⁻¹. Alterar o número de gemas da videira durante a poda de inverno é a principal e mais barata forma de adequar o rendimento do vinhedo (WINKLER 1965). A poda invernal é uma prática realizada anualmente em regiões de clima temperado, com o principal objetivo de regular a produção temporal da videira (MIELE & MANDELLI 2012), e ao aumentar a carga de gemas planta⁻¹, torna-se possível aumentar a produtividade do vinhedo e melhorar o equilíbrio vegeto-produtivo da videira.

A mudança do número de gemas pode ter efeito a longo prazo, como por exemplo, redução do crescimento dos ramos. Portanto, o aumento do número de gemas pode diminuir o vigor, em relação a aqueles podadas com número menor de gemas (GREVEN et al. 2014). Por exemplo, TROUGHT & BENNET (2009), sugeriram que o número de gemas pode afetar a taxa de crescimento apical dos ramos.

O número de gemas que permanece nas varas ou nos esporões após a poda determinará a dimensão da área foliar e o número de cachos de uvas. Pesquisas pioneiras realizadas na Nova Zelândia por JACKSON et al. (1984) descreveram que o número de gemas variando de 40 a 150 por plantas, em cinco cultivares, apresentam um comportamento curvilíneo, onde o aumento de 43 para 86 gemas por plantas dobrou a produção, no entanto, ao aumentar o número de gemas para 150 por planta, o aumento da produção foi de apenas 12% em relação a 86 gemas por planta. Trabalho realizado por GREVEN et al. (2015), com a variedade Sauvignon Blanc, na Nova Zelândia, concluiu que o aumento de 24 para 72 gemas por planta resultou em aumento da produtividade de 4,8 para 12,7 ton ha⁻¹.

Os processos adaptativos pelos quais as videiras respondem ao aumento do número de gemas incluem a redução do crescimento vegetativo, redução da fertilidade de gemas, ramos mais curtos com entrenós mais curtos, maior produtividade e maior número de cachos por planta, além de apresentarem cachos mais longos e com bagas menores (CLINGELEFFER 2009).

Buscando alcançar um adequado balanço vegeto-produtivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do aumento da carga de gemas planta⁻¹ nas características produtivas e equilíbrio vegetativo da videira Cabernet Franc cultivada em região de elevada altitude de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido durante a safra 2016/2017, em um vinhedo comercial, localizado no município de São Joaquim, coordenadas (28°17'39" S e 49°55'56" O), a 1230 metros de altitude. Utilizaram-se videiras da cultivar Cabernet Franc enxertadas sobre o porta-enxerto 'Paulsen 1103'. Os vinhedos foram implantados em 2004. O vinhedo caracteriza-se por apresentar plantas espaçadas de 3,0 x 1,5 m, em filas dispostas no sentido N-S, conduzidas em espaldeira, podadas em cordão esporonado duplo, a 1,2 m de altura e cobertas com tela de proteção anti-granizo, e com histórico de baixas produtividades (3 ton ha⁻¹).

O manejo da videira (poda, desbrote, condução, desfolha e colheita) foi realizado com o objetivo de obter maior controle experimental, além de contabilizar o tempo necessário para realizar cada um dos tratamentos culturais nas diferentes cargas de gemas da videira Cabernet Franc.

Os solos da região se enquadram nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Háplico, desenvolvidos a partir de rocha riodacito e basalto (EMBRAPA 2004). O clima da região é classificado como 'Frio, Noites Frias e Úmido', Índice Heliotérmico de 1.714, precipitação pluvial média anual de 1.621 mm e a umidade relativa do ar média anual de 80% (TONIETTO & CARBONNAU 2004).

Os tratamentos consistiram em quatro diferentes níveis de cargas de gemas: 15, 30, 50 e 75 gemas planta⁻¹. A poda foi realizada para a Cabernet Franc no dia 08 de Setembro de 2016. Deixou-se 8, 15, 25 esporões com duas gemas cada esporão para os tratamentos 15, 30 e 50 gemas por planta, e para o tratamento 75 gemas por planta, deixou-se 30 esporões com duas gemas, e duas varas com 8 gemas cada, sendo portanto, este tratamento podada no sistema de poda mista, caracterizada pela presença de

esporões e varas.

Na data da colheita, foram registrados os dados de produção. A produção (kg), o número de cachos e o número de ramos foram registrados para cada planta de cada tratamento. O número de cachos por ramo foi obtido pela divisão do número de cachos por planta pelo número de ramos por planta. Além disso, obteve-se o número de ramos por metro linear de dossel (Ramos m^{-1}), através da divisão do número de ramos por planta pelo espaçamento entre plantas. O número de ramos foi obtido se quantificando o número de ramos de quatro plantas por tratamento. Através desses valores foi obtida a % de brotação, que consiste na relação entre o número de gemas deixadas na poda e do número de gemas que brotaram e originaram ramos.

A produção por planta foi determinada com balança eletrônica de campo, sendo os resultados expressos em $kg\ planta^{-1}$. A produtividade estimada ($t\ ha^{-1}$) foi obtida através da multiplicação da produção por planta pela densidade de plantio ($2222\ plantas\ ha^{-1}$).

Para determinar o vigor das plantas, utilizaram-se o peso do material podado e o índice de Ravaz. No momento da poda da videira, em Agosto de 2017, pesou-se os ramos podados de quatro plantas por bloco, com auxílio de uma balança de precisão, resultados expressos em quilograma (kg). O índice de Ravaz foi determinado como uma relação entre o peso dos frutos produzidos e o peso do material podado. A distância de entrenós foi obtida através da relação entre o comprimento do ramo e o número de gemas que cada ramo continha, obtendo-se assim a distância média entrenós do ramo da videira Cabernet Franc.

Avaliou-se também o diâmetro de ramos, com auxílio de um paquímetro digital, e os resultados expressos em milímetros (mm), em dois pontos do ramo: diâmetro do ramo situado na 1ª gema e o diâmetro do ramo situado na 10ª gema. Além disso, ao longo do ciclo de desenvolvimento vegetativo, avaliou-se o crescimento vegetativo de quatro ramos e quatro feminelas por bloco, com auxílio de uma trena, sendo os resultados expressos em centímetros (cm). A medição do comprimento de ramos e do comprimento de feminelas ocorreu em intervalos de 15 dias. Ao longo do ciclo vegetativo, foram avaliados os mesmos ramos e feminelas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos e cinco plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis vegetativas e produtivas foram influenciadas pelas diferentes cargas de gemas, e estão apresentadas na Tabela 1. Em relação ao número de ramos no momento da colheita, observou-se que os tratamentos 15, 30, 50 e 75 gemas $planta^{-1}$ apresentaram 16, 30, 45 e 67 ramos $planta^{-1}$, respectivamente, ou seja, houve influência no total de gemas brotadas em relação ao número de gemas deixadas na poda. Com isso, observa-se que ao aumentar o número de gemas por planta na poda, há um decréscimo da % de brotação. Enquanto as cargas de gemas 15 e 30 gemas $planta^{-1}$ apresentaram uma brotação de 110% e 101%, respectivamente, e as cargas de gemas de 50 e 75 gemas $planta^{-1}$ apresentam uma brotação de 91% e 89%, respectivamente (Tabela 1). Apesar de haver uma redução da % de brotação em função do aumento da carga de gemas $planta^{-1}$, ainda assim, quanto maior a carga de gemas $planta^{-1}$, maior o número de ramos $planta^{-1}$. Da mesma forma, ARCHER & FOUCHÉ (1987), observaram que a % de brotação reduziu para 93% em videiras da variedade Muscat podados com 40 gemas $planta^{-1}$ comparadas a 100% de brotação em videiras podadas com carga de 16 gemas $planta^{-1}$. Resultados semelhantes também foram observados por GREVEN et al. (2014).

Observou-se que ao aumentar a carga de gemas, houve um aumento da produção e produtividade. Enquanto a poda realizada com 15 gemas $planta^{-1}$ apresentou uma produção de $0,9\ kg\ planta^{-1}$ e produtividade de $2,1\ ton\ ha^{-1}$, as plantas podadas com 75 gemas $planta^{-1}$ apresentaram uma produção de $3,6\ kg\ planta^{-1}$ e produtividade de $8\ ton\ ha^{-1}$, ou seja, um aumento de 400% na produção e de 380% na produtividade. Ressalta-se que não houve diferenças estatisticamente significativas para a variável índice de fertilidade, que variou de 0,77 a 0,84 cachos $ramos^{-1}$, para as cargas de 15 e 75 gemas $planta^{-1}$, respectivamente.

Os efeitos da carga de gemas $planta^{-1}$ resultam em aumento significativo da produção $planta^{-1}$ e produtividade, corroborando com resultados observados por outros estudos (KURTURAL et al. 2006, BENISMAIL et al. 2007, O'DANIEL et al. 2012). Essa dinâmica de aumento da produtividade pode estar relacionada com o aumento do número de cachos $planta^{-1}$ e massa de cacho, com maior influência do número de cachos $planta^{-1}$, sendo este, de acordo com GREVEN et al. (2014), efeito do maior número de ramos $planta^{-1}$. GREVEN et al. (2015), sugerem que os efeitos da carga de gemas $planta^{-1}$ na produtividade

estão relacionados ao número de cachos, pois a massa de cachos, a massa e tamanho de bagas são variáveis menos influenciadas pelas alterações do vinhedo.

O aumento da carga de gemas teve efeito na redução do comprimento de ramos e feminelas das plantas da videira Cabernet Franc. Para a variável comprimento de ramo, as cargas de 15 gemas e 30 gemas planta⁻¹ apresentaram ramos com 342 e 304 cm de comprimento, respectivamente. Enquanto que para a carga de 50 gemas planta⁻¹, observou-se comprimento de 267 cm. Ressalta-se que o menor comprimento de ramo foi observado nas plantas podadas com 75 gemas planta⁻¹, com 217 cm, ou seja, uma redução de 37%. O mesmo comportamento foi observado para a variável comprimento de feminela, onde a carga de 75 gemas planta⁻¹ apresentou uma redução de 55% em relação a carga de 15 gemas planta⁻¹, ou seja, uma redução de 65 cm para 29 cm de comprimento de feminela. TROUGHT & BENNETT (2009), sugeriram que a carga de gemas planta⁻¹ pode afetar a taxa de crescimento dos ramos principais e secundários, propiciando redução da área foliar total.

Não houve efeito da carga de gemas nas variáveis distância de entrenó, diâmetro de ramo na posição da 1ª gema e diâmetro de ramo na posição da 10ª gema (Tabela 1). No entanto, houve influência da carga de gemas nas variáveis peso de poda planta⁻¹ e índice de Ravaz. Apesar de apresentar um número maior de ramos, a carga de 75 gemas planta⁻¹ apresentou peso de poda de 1,0 kg planta⁻¹, enquanto a carga de 15 gemas planta⁻¹ apresentou peso de poda de 1,7 kg planta⁻¹, ou seja, mesmo a carga de 75 gemas planta⁻¹ apresentar 418% ramos planta⁻¹ a mais que a carga de 15 gemas planta⁻¹, o peso de poda foi 70% inferior nas plantas podadas com 75 gemas planta⁻¹. As plantas podadas com 30 e 50 gemas planta⁻¹ apresentaram valores intermediários de peso poda, apresentando 1,4 e 1,3 kg planta⁻¹, respectivamente (Tabela 1).

A carga de 75 gemas planta⁻¹ apresentou o maior valor do índice de Ravaz, com 3,4, enquanto a carga de 15 gemas planta⁻¹ apresentou o menor valor do índice de Ravaz, com 0,5. Não houve diferenças estatisticamente significativas para as cargas de 30 e 50 gemas planta⁻¹, que apresentaram índice de Ravaz de 1,1 e 2,0, respectivamente (Tabela 1). A literatura tem relatado um intervalo no Índice de Ravaz entre 5 a 10 (KLIEWER & DOKOOZLIAN 2005) para alcançar a maturação da uva.

O dossel vegetativo ideal e o rendimento das videiras podem ser manipulados de várias maneiras, sendo o mais barato aumentar e ajustar a carga de gemas planta⁻¹ através da poda, buscando o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção. A poda equilibrada, mantendo um número fixo de gemas por unidade de massa de poda, foi sugerida como um método para descrever o número adequado de gemas na poda de inverno (HOWELL 2001), que dentro de sua pesquisa sobre a cultivar Vignoles comprovou que 0,45 kg de peso de poda de inverno permite que os frutos amadureçam adequadamente na safra seguinte, desenvolvendo um dossel suficientemente capaz de armazenar carboidratos de reserva para a safra seguinte. De acordo com BENISMAIL et al. (2007), a poda equilibrada resultou em melhor equilíbrio no desenvolvimento do dossel vegetativo, reduzindo o crescimento de feminelas.

Tabela 1. Efeito da carga de gemas nas variáveis vegetativas e produtivas da videira Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) em região de elevada altitude de Santa Catarina. Safra 2017.

Table 1. Effect of bud load on the vegetative and productive variables of Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) grapevine in a high-altitude region of Santa Catarina. 2017 harvest.

	Carga de Gemas				CV
	15	30	50	75	(%)
2017					
Número de Ramos	16 d	30 c	45 b	67 a	3,4
Brotação (%)	110 a	101 ab	91 b	89 b	5,8
Número de Cachos	12 d	23 c	35 b	56 a	8,7
Produção (kg planta ⁻¹)	0,9 c	1,5 c	2,5 b	3,6 a	18,6
Produtividade (ton ha ⁻¹)	2,1 c	3,4 c	5,6 b	8,0 a	7,1
Comprimento de Ramo (cm)	342 a	304 ab	267 bc	217 c	11,0
Comprimento de Feminela (cm)	65 b	44 ab	32 b	29 b	32,9
Distância Entrenó (cm)	6,8 ns	7,2	6,4	6,2	13,5
Diâmetro Ramo 1ª Gema (cm)	0,9 ns	0,9	0,9	0,8	13,4
Diâmetro Ramo 10ª Gema (cm)	0,8 ns	0,8	0,7	0,6	16,2
Peso de Poda (kg)	1,7 a	1,4 b	1,3 b	1,0 c	6,9
Índice de Ravaz	0,5 c	1,1 bc	2,0 b	3,4 a	25,2

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

ns = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

O crescimento de ramo foi avaliado ao longo do ciclo vegetativo da videira Cabernet Franc para melhor compreensão do efeito da carga de gemas para essa variável (Figura 1). Observa-se que até o dia 10/nov foi semelhante o comprimento de ramo entre os diferentes tratamentos, e após esse período, que compreendeu em média 35 dias após a brotação, o crescimento de ramos das plantas podadas com 15 e 30 gemas planta⁻¹ acentuou-se, apresentando picos de crescimento de 08/dez à 12/jan, enquanto, as plantas podadas com 50 e 75 gemas planta⁻¹ mantiveram um crescimento de ramo menos acentuada e constante ao longo do ciclo vegetativo.

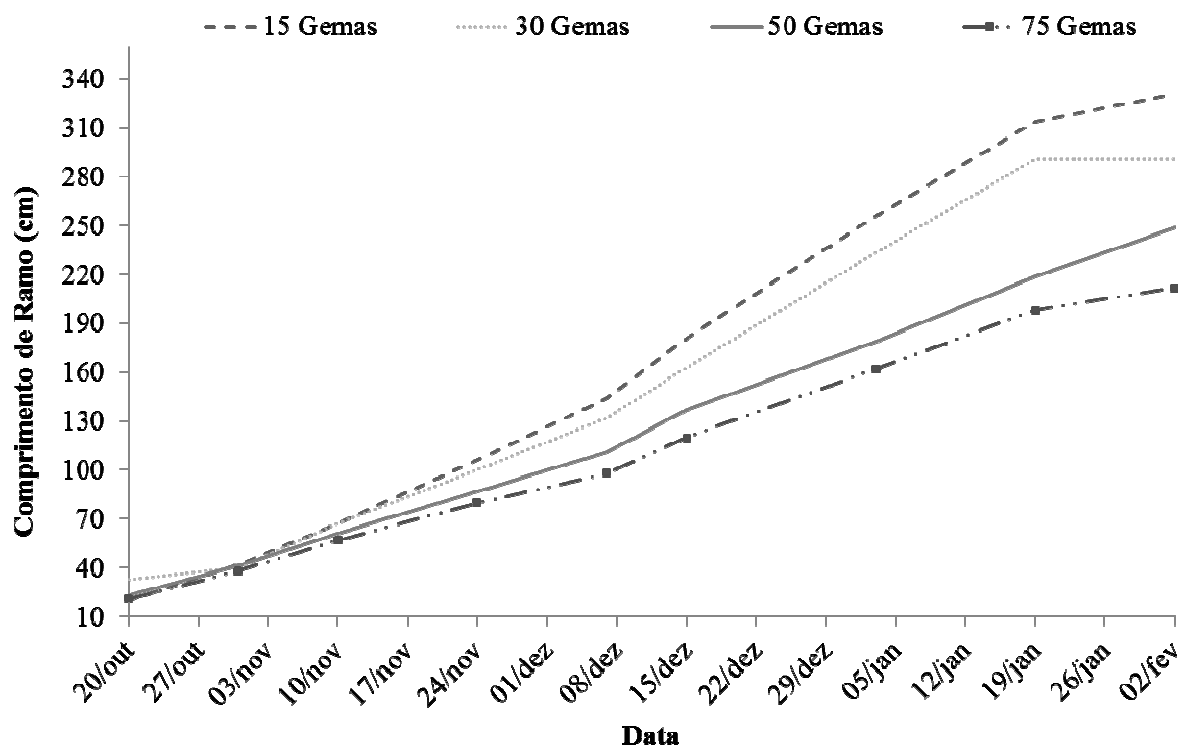


Figura 1. Efeito da carga de gemas no comprimento de ramo da videira Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) em região de elevada altitude de Santa Catarina. Safra 2017.

Figure 1. Effect of bud load on the branch length of Cabernet Franc grapevine (*Vitis vinifera* L.) in a high-altitude region of Santa Catarina. 2017 harvest.

O comportamento ao longo do ciclo vegetativo do comprimento de feminela está descrito na Figura 2. As avaliações iniciam no dia 07/dez e encerraram no dia 15/fev. Observou-se até o dia 04/jan comportamento semelhante do aumento do comprimento de feminela, e a partir desta data, houve um aumento do comprimento de feminela para as cargas de 15 e 30 gemas planta⁻¹. Para as cargas de 50 e 75 gemas planta⁻¹, observou-se um aumento mais acentuado a partir do dia 18/jan, contudo, apresentando valores inferiores aos observados pelas cargas de 50 e 75 gemas planta⁻¹ (Figura 2).

Para BENISMAIL et al. (2007), a baixa carga de gemas planta⁻¹, resulta em efeitos no crescimento vegetativo, com dominância do crescimento dos ramos principais e de feminelas, provocando um desequilíbrio vegetativo a plantas submetidas a poda com baixa carga de gemas.

A busca pela melhor relação produção e qualidade apresenta dificuldades, ainda mais nas condições de altitude onde o clima úmido e solo fértil tornam o controle do crescimento um desafio. No entanto, plantas desequilibradas, produzem mostos desbalanceados, resultando em um vinho de pouca qualidade (JACKSON & LOMBARD 1993).

Os resultados das variáveis vegeto-produtivas mostram claramente o efeito da manipulação da carga de gemas planta⁻¹ nas características do dossel vegetativo, resultando em alteração do comprimento de ramo, comprimento de feminela, e na relação área foliar produção⁻¹, menor peso de poda e maiores produtividades.

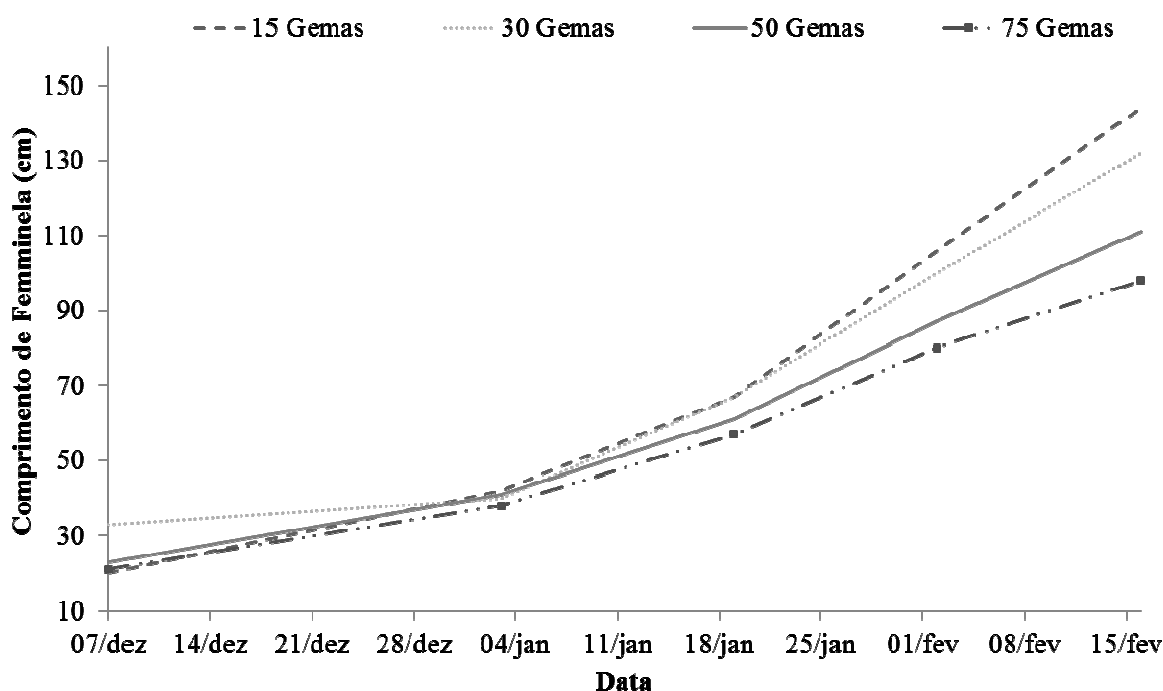


Figura 2. Efeito da carga de gemas no comprimento de feminela da videira Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) em região de elevada altitude de Santa Catarina. Safra 2017.

Figure 2. Effect of the bud load on the length of females of the Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) grapevine in high altitude region of Santa Catarina. 2017 season.

CONCLUSÃO

O aumento da carga de gemas planta⁻¹ resultou em aumento do número de ramos e de cachos planta⁻¹, resultando em aumento da produção planta e da produtividade.

As variáveis vegetativas foram influenciadas pelo aumento do número de gemas planta⁻¹, observando-se redução do crescimento de ramos e de feminelas.

O aumento da carga de gemas possibilitou melhor equilíbrio vegeto-produtivo, com redução do peso de poda, e obtenção do Índice de Ravaz mais adequado para a elaboração de vinhos de qualidade.

Em vinhedos que apresentam baixa produtividade e excesso de vigor vegetativo, recomenda-se aumentar a carga de gemas planta⁻¹ durante o manejo da poda de inverno.

REFERÊNCIAS

- ARCHER E & FOUCHE GW. 1987. Effect of bud load and rootstock cultivar on the performance of *V. vinifera* L. cv. Red Muscadell (*Muscat noir*). South African Journal for Enology and Viticulture 8: 6-10.
- BEM BP et al. 2016. Effect of four training systems on the temporal dynamics of downy mildew in two grapevine cultivars in southern Brazil. Tropical Plant Pathology 41: 370-379.
- BENISMAIL MC et al. 2007. Effect of Bud Load and Canopy Management on Growth and Yield Components of Grape cv. 'Cardinal' under mild climatic conditions in Agadir Area of Morocco. Acta Horticulturae 754: 197-204.
- BRIGHENTI AF et al. 2014. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira 49: 465-474.
- CLINGELEFFER PR. 2009. Influence of canopy management systems on vine productivity and fruit composition. In: Recent Advances in Grapevine Canopy Management. Davis: University of California. p.13-19.
- EMBRAPA. 2004. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 726p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 46).
- GREVEN MM et al. 2014. Influence of retained node number on Sauvignon Blanc grapevine vegetative growth and yield. Australian Journal of Grape and Wine Research 20: 263-271.
- GREVEN MM et al. 2015. Influence of retained node number on Sauvignon Blanc grapevine phenology in a cool climate. Australian Journal of Grape and Wine Research 21: 209-301.
- HOWELL GS. 2001. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: A review. American Journal of Enology and Viticulture 52: 165-174.
- JACKSON DI et al. 1984. Vine response to increased node numbers. American Journal of Enology and Viticulture 35: 161-163.
- JACKSON DI & LOMBARD PB 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - a review. American Journal of Enology and Viticulture 44: 409-430.

- KLIEWER WM & DOKOOZLIAN NK 2005. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture* 56: 170-181.
- KURTURAL SK et al. 2006. Effects of pruning and cluster thinning on yield and fruit composition of 'Chambourcin' grapevines. *HortTechnology* 16: 233-240.
- MAFRA SHM et al. 2011. Atributos químicos do solo e estado nutricional de videira Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) na Serra Catarinense. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 10: 44-53.
- MALINOVSKI LI et al. 2016. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae* 1115: 203-210.
- MELLO LMR. 2015. Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2014. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 6p. (Comunicado Técnico 175).
- MIELE A & MANDELLI F. 2012. Manejo do dossel vegetativo e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 964-973.
- O'DANIEL SB et al. 2012. Effects of balanced pruning severity on Traminette (*Vitis* spp.) in a warm climate. *American Journal of Enology and Viticulture* 63: 284-290.
- TONIETTO J & CARBONNEAU A 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology* 124: 81-97.
- TROUGHT M & BENNETT J 2009. Influence of training system on Sauvignon blanc grapevine performance 2004–2009. Report to New Zealand Winegrowers. Auckland: New Zealand Winegrowers.
- WINKLER AJ. 1965. Viticultura. México: Continental. 792p.
- WÜRZ DA et al. 2017. Agronomic performance of 'Cabernet Sauvignon' with leaf removal management in a high-altitude region of Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52: 869-876.
- WÜRZ DA et al. 2018. Época de desfolha e sua influência no desempenho vitícola da uva 'Sauvignon Blanc' em região de elevada altitude. *Revista de Ciências Agroveterinárias* 17: 91-99.

Produção Científica – Artigo Qualis B4 – x 2: 8 pontos

EARLY LEAF REMOVAL AS STRATEGY TO REDUCE *Botrytis* BUNCH ROT ON CHARDONNAY GRAPEVINE IN HIGH ALTITUDE REGION OF SANTA CATARINA STATE

Douglas André Würz^{1*}, Alberto Fontanella Brighenti², Deivid Silva Souza³,
Juliana Reinher⁴, Adrielen Canossa³, Leo Rufato³

SAP 27944 Received: 16/05/2021 Accepted: 16/08/2021

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 20, n. 3, jul./sep., p. 280-286, 2021

ABSTRACT - The objective of this work is to compare different periods of leaf removal in the control of this disease in Chardonnay grown in high altitude regions of Santa Catarina - Brazil. The experiments were conducted in São Joaquim city, in 2018 and 2019 growing seasons. The treatments consisted of leaf removal at the phenological stages of full bloom, buckshot berries, pea-sized berries, veraison, and the control treatment, in which the plants without leaf removal. Epidemiological variables were calculated from: beginning of symptom appearance; times to reach maximum disease incidence and severity; maximum disease incidence and severity; and areas under the incidence and severity disease progress curves. The results of the present work show the importance of early leaf removal of Chardonnay in management of *Botrytis cinerea*, it is recommended to be carried out at the phenological stages of full bloom, buckshot berries and pea-sized berries, as it provides a reduction in the maximum severity of *B. cinerea* and a reduction of AUDPC. The rate of disease progression demonstrated that *B. cinerea* infection and development was faster in plants not submitted to leaf removal. the management of early leaf removal (performed before veraison) is more efficient to prevent or suppress the development of *B. cinerea* in Chardonnay in edaphoclimatic conditions of high altitude regions of Santa Catarina (Brazil).

Keywords: *Vitis vinifera* L., summer pruning, gray mold, integrated disease management.

DESFOLHA PRECOCE COMO ESTRATÉGIA PARA REDUÇÃO DA OCORRÊNCIA DE BOTRYTIS NA VIDEIRA CHARDONNAY EM REGIÃO DE ELEVADA ALTITUDE DE SANTA CATARINA

RESUMO - O objetivo deste trabalho comparar diferentes épocas de desfolha no controle da doença na variedade Chardonnay cultivada em regiões de altitude de Santa Catarina. Os experimentos foram conduzidos em um vinhedo comercial no município de São Joaquim, SC, sul do Brasil, nas safras 2018 e 2019. Os tratamentos consistiram na desfolha nos estádios fenológicos de plena florada, baga chumbinho, baga ervilha, veraison, e o tratamento controle foram plantas não submetidas a desfolha. Avaliou-se a incidência e severidade da doença semanalmente, após o aparecimento dos primeiros sintomas. Com os dados, variáveis epidemiológicas foram calculadas a partir do: início do aparecimento dos sintomas; tempo para atingir a máxima incidência e severidade da doença; incidência e severidade máxima da doença; e área abaixo da curva de progresso da incidência e severidade da doença. Os resultados do presente trabalho evidenciam a importância da desfolha precoce da videira no manejo integrado da *B. cinerea*, na qual recomenda-se sua realização nos estádios fenológicos plena florada, baga chumbinho e baga ervilha, por proporcionar redução da severidade máxima da *B. cinerea*, e redução da AACPSD. A taxa de progresso da doença demonstrou que a infecção e o desenvolvimento da *B. cinerea* foi mais rápido em plantas não submetidas ao manejo da desfolha. O manejo da desfolha precoce (realizada antes da veraison) é mais eficiente para prevenir o desenvolvimento de *B. cinerea* na videira Chardonnay nas condições edafoclimáticas das regiões de altitude de Santa Catarina (Brasil).

Palavras-chave: *Vitis vinifera* L., poda verde, podridão cinzenta, manejo integrado de doenças.

INTRODUCTION

The high altitude region of Santa Catarina State has the characteristic of presenting longer phenological cycles when compared to other viticultural regions in Brazil (BRIGHENTI et al., 2013), presenting a higher availability of solar radiation and lower night temperatures in the final stage of maturation, consequently, the grapes have greater

oenological potential (MALINOVSKI et al., 2016) and higher levels of aromatic compounds (WURZ et al., 2017a), especially in white varieties. However, this region has favorable climatic conditions with for the occurrence of many fungal diseases that can significantly reduce the yield and grape quality (DE BEM et al., 2015). One of the main factors limiting grape production is the occurrence of gray

¹Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Canoinhas, Canoinhas/SC, Brasil. E-mail: douglas.wurz@ifsc.edu.br. *Corresponding author.

²Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis/SC, Brasil.

³Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, Brasil.

⁴Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Urupema, Urupema/SC, Brasil.

mold or *Botrytis* bunch rot caused by the fungus *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel, a sexual form of *Botrytis cinerea* Persoon ex Fries (ELLIS, 1971). *Botrytis* bunch rot tends to be more difficult to control in cultivars that produce compact clusters, such as Chardonnay (HED et al., 2011).

Currently the control of *B. cinerea* is based on the sprays of synthetic organo fungicides (WURZ et al., 2020). However, the single dependence on this control method is not sustainable, due to the emergence of fungicides resistance in populations of *B. cinerea* (LEROCH et al., 2011). This fungal infection is more likely to occur in less exposed and compact clusters (DE BEM et al., 2015).

The grapevine leaf removal is a traditional management practice, reduces the canopy density, increases air circulation, provides less humidity in the cluster zone and allows better coverage of fungicides in the clusters (LOHITNAVY et al., 2010; TARDAGUILA et al., 2012; MOLITOR et al., 2014; WURZ et al., 2017b), therefore, it is a cultural practice to be used in the integrated management of *B. cinerea* in viticulture. However, according to Würz et al. (2020), there is little information about the effect of cultural practices in high altitude wine producing regions, especially Brazil, Argentina and Chile.

Considering that Chardonnay is the main white variety grown in high altitude region of Santa Catarina (VIANNA et al., 2016), and that it is highly susceptible to the occurrence of *B. cinerea*, the objective of this work was to compare the efficiency of different leaf removal periods to control *Botrytis cinerea* in the cv. Chardonnay grown in São Joaquim, Santa Catarina State, Southern Brazil.

MATERIAL AND METHODS

The experiment were carried out in a commercial vineyard located in São Joaquim municipality (28°17'39" S, 49°55'56" W), at an altitude of 1,230 m above sea level, in Santa Catarina State, Southern Brazil, during the 2018 and 2019 growing seasons. The region's climate is classified as Köppen-Geiger classification, and displays 1,714 heliothermic index, 1,621 mm average annual rainfall, and 80% relative humidity (TONIETTO; CARBONNEAU, 2004). The soils of the region are classified as Cambissolo Húmico (Inceptisol), Neossolo Litólico (Entisol), and Nitossolo Háplico (Ultisol), developed from riodacite and basalt rocks (SANTOS et al., 2018).

Daily rainfall, relative humidity, and temperatures were recorded at the Santa Catarina Hydrology and Environmental Resources Center (Epagri) from August to March of the 2018 and 2019 growing seasons, which corresponded to the interval of phenological stages from bud break (August) to harvest (March) (Figure 1).

The vineyard consisted of approximately 1,000 vines (10 rows of approximately 100 vines) of 10-year-old *V. vinifera* cv. Chardonnay grafted onto 'Paulsen 1103' rootstock. The vineyard was trained in vertical shoot positioning trellis at distances of 3.0 m x 1.5 m, arranged along a single North/South-oriented row, covered with anti-

hail net and pruned to a double directional horizontal cordon at 1.2 m in height.

The cultivar Chardonnay is susceptible to *Botrytis* bunch rot and the disease has been present in the vineyard in previous years. The fungicides pirimethanil/Mythos SC (anilino pyrimidine 300 mL of active ingredient (a.i) L⁻¹, 150 g of commercial product (c.p) ha⁻¹; mancozeb/Dithane NT (dithiocarbamate, 800 mL a.i L⁻¹, 350 g c.p ha⁻¹); fenamidone/Censor SC (imidazole, 500 mL a.i L⁻¹, 30 mL c.p ha⁻¹), thiophanate methyl/Cercobin 700 WP (benzimidazole, 700 mL a.i/ L⁻¹, 70 mL c.p ha⁻¹), triazol/Folicur PM (tebuconazole, 100 g i.a L⁻¹, 250 g c.p ha⁻¹), Clorothalonil/Bravonil 720 (Tetrachloroisophthalonitrile, 123 g i.a L⁻¹, 150 g c.p ha⁻¹) and ditianone/Delan WP (quinone, 750 g i.a L⁻¹, 125 g c.p ha⁻¹).

Leaf removal treatment was carried out manually at the phenological stages of full bloom, buckshot berries, pea-sized berries and veraison. In treated plots, four basal leaves and lateral shoots were removed from the nodes opposite the cluster and from the first node above and below the cluster, in accordance with the scale of Baillod and Baggiolini (1993). In control plots, leaves were not removed. The field experiment was conducted using a completely randomized block design with four replicate plots for each treatment, and each replicate plot comprised ten adjacent vines that formed a continuous canopy.

Botrytis bunch rot incidence was evaluated by counting diseased clusters, and severity was determined by counting the number of rotted berries per cluster according to the diagrammatic scale of Hill et al. (2010), based on 12 levels of disease severity: 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, and 90%. For each plot, 30 random clusters were evaluated in each treatment. The evaluations took place from 1/16/2018 to 2/21/2018 and from 1/4/2019 to 2/8/2019, with weekly evaluations, during 2018 and 2019 growing seasons, respectively.

Botrytis bunch rot progress curves were constructed and epidemics were compared in both growing seasons using four epidemiological measures: beginning of symptom appearance (BSA), times to reach maximum disease incidence and severity (TRMDI and TRMDS, respectively), maximum disease incidence and severity (I_{max} and S_{max} , respectively), and areas under the incidence and severity disease progress curves (AUDPC and AUDSPC, respectively). AUDPC was calculated as $[(Y_i + Y_{i+1})/2] (t_{i+1} - t_i)$, where Y = disease intensity (incidence or severity), t = unit of time, and i = cumulative number of evaluations. This area represented the trapezoidal integration value of severity (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

The non-normally distributed data of *Botrytis* bunch rot incidence and severity were subjected to arcsine square root transformation to establish criteria of normality (residuals and homogeneity of variance). Tests for significance were performed using analysis of variance, and post hoc comparisons were performed using the Scott-Knott test ($p = 0.05$).

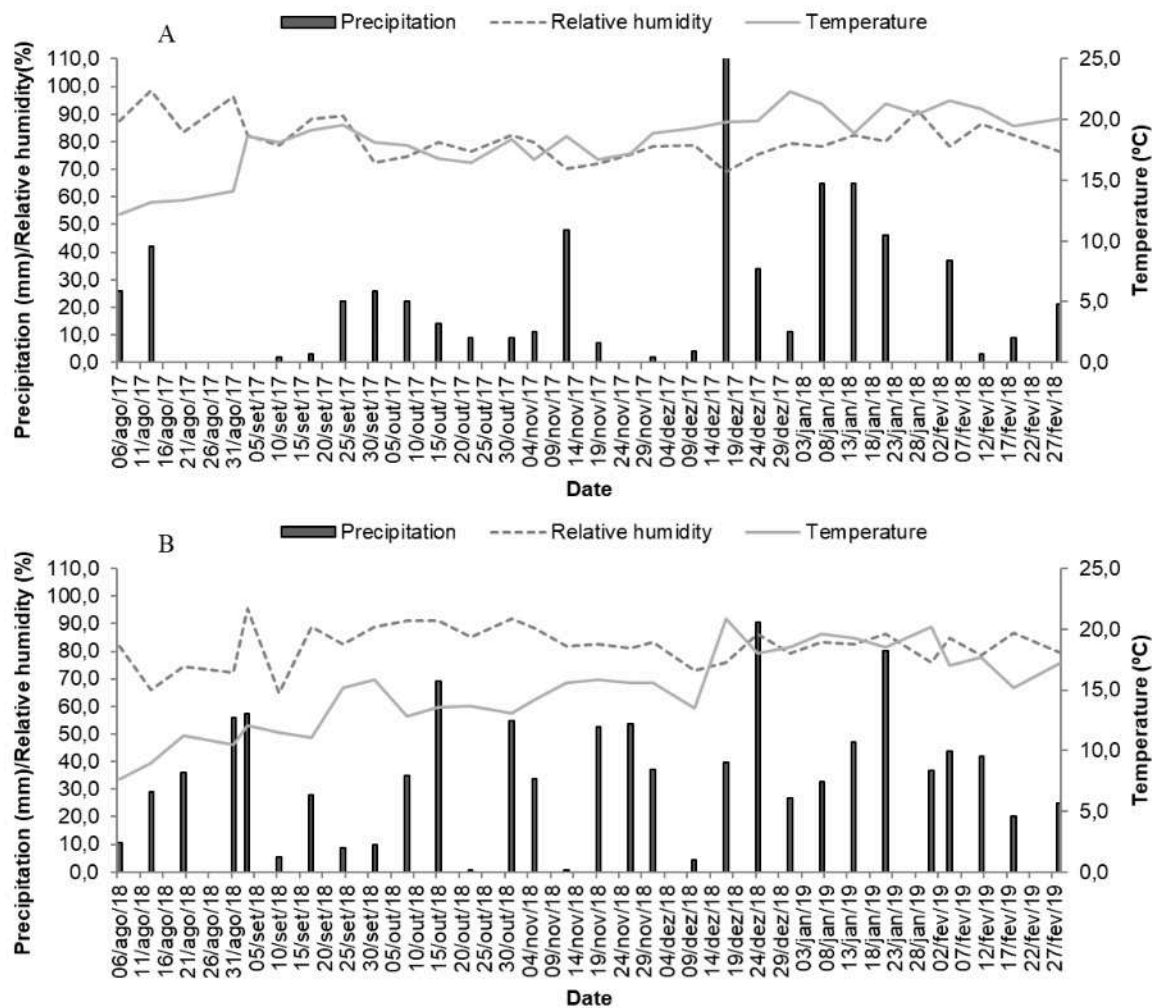


FIGURE 1 - Accumulated rainfall (mm), relative humidity (%) and mean temperature (°C) in São Joaquim/SC (Brazil) during the 2017/2018 (A) and 2018/2019 (B) growing seasons.

RESULTS AND DISCUSSION

The mean temperature, relative humidity and the volume of rainfall during the vegetative cycle of Chardonnay (August to February) were different in the two evaluated growing seasons, presenting averages of 18.3°C, 80.8% and 649 mm in the 2017/2018 and 15.0°C, 82.1% and 1066.7 mm in the 2018/2019 cycle, respectively (Figure 1). The combination of high rainfall and high relative humidity are factors that favor the appearance of *Botrytis cinerea*, especially in spring and summer (BEM et al, 2015). In addition, temperature range between 15-23°C is defined as optimal for the disease development (HED et al., 2009).

The fungus can attack almost all floral organs, and the attacks on clusters, during maturation, assume greater severity. In these periods, between full bloom and maturation, high relative humidity were observed, associated with the occurrence of precipitation and the optimum temperature for occurrence of *B. cinerea*. For Würz et al. (2017b), favorable environmental conditions and biological conditions are fundamental for the disease development and have fundamental importance in determining the strategies for disease control.

For the variables beginning of symptom appearance (BSA) and time to reach maximum disease incidence (TRMDI), there was no effect of different leaf removal timings on both growing seasons (Table 1). The beginning of symptom appearance occurred 12 and 7 days after the first evaluation, in the 2018 and 2019 seasons, respectively. In 2018, the maximum disease incidence was found 35 days after the first evaluation, and in 2019, the maximum disease incidence ranged from 25 to 32 days, with no significant differences between leaf removal timing. A previous work carried out by Würz et al. (2017b), did not found effect of different leaf removal timing on the variables BSA and TRMDI of *B. cinerea* on Cabernet Sauvignon.

The variable time to reach maximum disease severity (TRMDS) was influenced by the different leaf removal timings in 2019, the TRMDS was greater when leaf removal was carried out in full bloom, buckshot berries and veraison, with values of 35, 32.3 and 35 days, respectively. While plants not submitted to leaf removal reached the maximum disease severity with 27 days, indicating, therefore, that early leaf removal delays *B. cinerea*

epidemic. In 2018, it took 35 days for maximum disease severity, for all leaf removal timings.

The observed values of maximum disease incidence and maximum disease severity were lower in 2019. The leaf removal timing influenced the maximum severity of *B. cinerea*, but did not influence the maximum

incidence values, as observed in Table 2. In 2018, values from 86.6 to 96.6% of maximum disease incidence were observed, and in 2019, values between 73.3 and 83.3% of maximum incidence were observed, with no significant differences between the different timings of leaf removal.

TABLE 1 - Beginning of symptom appearance (BSA) (days after the first evaluation), time to reach maximum disease incidence and severity (TRMDI and TRMDS) (days) of Chardonnay subjected to different timings of leaf removal in high altitude regions of Santa Catarina State in 2018 and 2019.

Leaf removal timing	BSA (days)		TRMDI (days)		TRMDS (days)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Control	12 ns	7 ns	35 ns	30 ns	35 ns	27 b*
Full bloom	12 ns	7 ns	35 ns	32 ns	35 ns	35 a
Buckshot berries	12 ns	7 ns	35 ns	25 ns	35 ns	32 a
Pea-sized berries	12 ns	7 ns	35 ns	30 ns	35 ns	30 b
Veraison	12 ns	7 ns	35 ns	25 ns	35 ns	35 a
CV(%)	0.2	0.1	0.5	25.5	0.5	8.5

*Means followed by different letters, in the columns, differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). ns = not significant for analysis of variance (ANOVA).

However, for the variable maximum disease severity, there was an influence of leaf removal timing. When this management was performed early, in the stages full bloom, buckshot berries and pea-sized berries resulted in the lowest values of maximum disease severity; with observed values of 9.2, 9.7, 8.6% and 3.8, 2.5, 4.1% in 2018 and 2019, respectively. For Würz et al. (2020), the grapevine leaf removal influences the microclimate in cluster zone, and consequently, reduces the development of *B. cinerea*. These results confirm other studies relating the performance of leaf removal management with the reduction of *B. cinerea* (CONIBERTI et al., 2013; KOMM; MOYER, 2015; WÜRZ et al., 2017b).

As with maximum disease incidence, there were no statistically significant differences between the different

leaf removal timings times for the area under the incidence disease progress curve (AUIDPC), in both evaluated growing seasons. However, an effect was observed between the different leaf removal timings for the area under the severity disease progress curve (AUSDPC), in both evaluated growing seasons (Table 2). Regarding AUSDPC, the lowest values observed in 2018 were 128.6, 127.6 and 126.6 for leaf removal performed in full bloom, buckshot berries and pea-sized berries, respectively; in 2019, it was observed values of 53.7 and 51.7, for leaf removal carried out in full bloom and buckshot berries, respectively. In both growing seasons, the highest AUSDPC values were observed in clusters of plants not submitted to leaf removal, with values of 235.7 and 102.3, in 2018 and 2019, respectively.

TABLE 2 - Maximum disease incidence and severity (I_{max} and S_{max}), and areas under the incidence and severity disease progress curves (AUIDPC and AUSDPC) of Chardonnay subjected to different timings of leaf removal in high altitude regions of Santa Catarina State in 2018 and 2019.

Leaf removal timing	I_{max} (%)		S_{max} (%)		AUIDPC		AUSDPC	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Control	96.6 ns	76.6 ns	17.5 a	5.1 a	1631.6 ns	1795.0 ns	235.7 a	102.3 a*
Full Bloom	96.6 ns	73.3 ns	9.2 c	3.8 b	1655.0 ns	1741.1 ns	128.6 c	53.7 c
Buckshot Berries	86.6 ns	76.6 ns	9.7 c	2.5 c	1518.3 ns	1986.6 ns	127.6 c	51.7 c
Pea-Sized Berries	90.0 ns	83.3 ns	8.6 c	4.1 b	1436.3 ns	1948.5 ns	126.6 c	79.5 b
Veraison	93.3 ns	73.3 ns	13.3 b	4.7 a	1880.0 ns	1855.0 ns	178.2 b	79.4 b
CV(%)	13.7	14.2	7.5	6.5	18.7	19.5	12.5	11.2

*Means followed by different letters, in the columns, differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$). ns = not significant for analysis of variance (ANOVA) ($p \leq 0.05$).

The data observed in the present study corroborate those observed by Würz et al. (2020), when evaluating the effect of leaf removal on the control of *B. cinerea* on Sauvignon Blanc, in which the removal of four basal leaves, before the phenological stage veraison, reduces the severity and AUSDPC of *B. cinerea*, in regions of high altitude. The

values of severity and AUSDPC found in the present study can be considered low, when compared with previous studies carried out by and, with the Cabernet Sauvignon (WÜRZ et al., 2017b) and Sauvignon Blanc (WÜRZ et al., 2020), in high altitude regions of Southern Brazil.

During the growing season 2017/2018, there was an increase in disease incidence in the first thirty days of evaluation, after which there was a stabilization for seven days, and after 02/14/2018, there was an increase in AUDPC again (Figure 2), for all leaf removal timings. The only exception occurred when leaf removal was performed on the stage of pea-sized berries, which showed an

increase in AUDPC throughout the evaluation period, however, at harvest time, there were no significant differences between the leaf removal timings, as previously described in Table 2. During the growing season 2018/2019, occurred an increase in AUDIPD values in the first twenty days of evaluation, and after January 31, 2019, there was almost a stabilization of AUDPC.

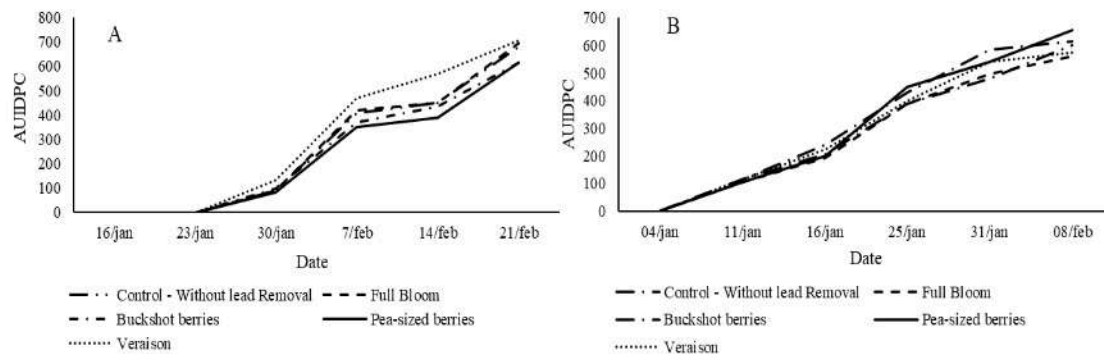


FIGURE 2 - Area under the incidence disease progress curves (AUDPC) of Chardonnay subjected to different timings of leaf removal in high altitude regions of Santa Catarina State (Brazil) in 2018 (A) and 2019 (B).

Regarding the severity disease progress curves, in 2017/2018 growing season, there was an increase, not very significant until 01/30/2018, after that date it was observed a significant increase in AUDSPC, mainly on plants not submitted to leaf removal, which showed the greatest increase in AUDSPC values (Figure 3).

For the 2018/2019 growing season, from 11/01/2019 to 01/25/2019, there was an increase in AUDSPC values for all different leaf removal timings, then the values stabilized until 02/01/2019; subsequently, the AUDSPC values increased, with the highest values observed for plants not submitted to leaf removal. It is known that full bloom is the most important phenological stage for *B. cinerea* infection, due to the susceptibility of floral parts (KELLER et al., 2003), the infections remains latent and then increases the infection exponentially from

veraison until harvest (BERESFORD et al., 2006; SADRAS; MORAN, 2013).

When comparing Figures 2 and 3 with climatic data, it is observed that periods with no increase in values of AUDPC and AUDSPC, coincide with periods of lower rainfall, and low relative humidity, evidencing the climatic influence, in epidemiological variables of *B. cinerea*. For Holz et al. (2013), the leaf removal directly influences the increase in solar radiation and wind speed in cluster zone, having an effect in reducing the progress of *B. cinerea*. In addition, in situations with no leaf removal, the remaining leaves in cluster zone become a physical barrier, preventing the applied fungicides to control *B. cinerea* from reaching the biological target (BERESFORD et al., 2006; WÜRZ et al., 2017b).

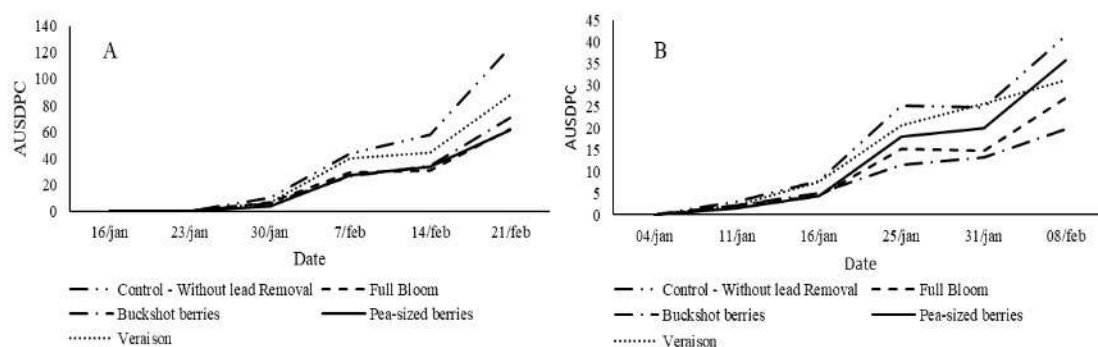


FIGURE 3 - Area under the severity disease progress curves (AUDSPC) of Chardonnay subjected to different timings of leaf removal in high altitude regions of Santa Catarina State (Brazil) in 2018 (A) and 2019 (B).

Normally, in cool climate regions (as the studied location), the harvest time is more often determined by clusters disease than grape maturation itself (MOLITOR et al., 2012). The delay in the epidemic caused by the early

leaf removal allows a temporal benefit at maturation time. In general, wines from grapes harvested late and at the appropriate time of maturation, have higher quality and are often preferred in tastings (SPRING, 2004). Early leaf

removal carried out in full bloom, buckshot berries and pea-sized berries phenological stages, are an efficient strategy for disease reduction, and provide grapes with superior oenological quality, with greater accumulation of soluble solids, total polyphenols and anthocyanins (WÜRZ et al., 2017b; WÜRZ et al., 2017c).

With the accomplishment of the present work, it was verified the importance of the early leaf removal management of grapevine, being an indispensable management for the culture, and future works should explore the effects of this management on the chemical and sensorial quality of the wines.

CONCLUSIONS

The results of the present work show the importance of early leaf removal in grapevine integrated management of *B. cinerea*, in which it is recommended to be carried out in full bloom, buckshot berries and pea-sized berries phenological stages, as it provides a reduction in the maximum severity of *B. cinerea* and reduction of area under the severity disease progress curves (AUSDPC) values.

The disease progression rate showed that *B. cinerea* infection and development was faster when the plants were not subjected to leaf removal management.

Thus, the management of early leaf removal (performed before veraison) is more efficient to prevent or suppress the development of *B. cinerea* in Chardonnay in edaphoclimatic conditions of high altitude regions of Santa Catarina (Brazil).

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank the Villa Francioni Agro Negócios S.A, for making part of its vineyards available for this work.

REFERENCES

BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture**, v.25, n.6, p.7-9, 1993.

BEM, B.P.; BOGO, A.; EVERHART, S.; CASA, R.T.; GONÇALVES, M.J.; MARCON FILHO, J.L.; CUNHA, I.C. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and *Botrytis* bunch rot of grape in highlands of Southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v.185, [s.n.], p.162-166, 2015.

BERESFORD, R.M.; EVANS, K.J.; WOOD, P.N.; MUNDY, D.C. Disease assessment and epidemic monitoring methodology for bunch rot (*Botrytis cinerea*) in grapevines. **New Zealand Plant Protection**, v.59, [s.n.], p.355-360, 2006.

BRIGHENTI, A.F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina - Brasil. **Ciência Rural**, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. 1a. ed. New York: Wiley, p.560, 1990.

CONIBERTI, A.; FERRARI, V.; DELLACASSA, E.; BOIDO, E.; CARRAU, F.; GEPP, V.; DISEGNA, E. Kaolin over sun-exposed fruit affects berry temperature, must composition and wine sensory attributes of Sauvignon Blanc. **European Journal of Agronomy**, v.50, [s.n.], p.75-81, 2013.

ELLIS, M.B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute, Kew. 1971.

HED, B.; NGUGI, H.K.; TRAVIS, J.W. Relationship between cluster compactness and bunch rot in vignoles grapes. **Plant Disease**, v.93, n.11, p.1195-1201, 2009.

HED, B.; NGUGI, H.; TRAVIS, J.W. Use of gibberellic acid for management of Bunch rot on Chardonnay and Vignoles grape. **Plant Disease**, v.95, n.3, p.269-278, 2011.

HILL, G.N.; BERESFORD, R.M.; EVANS, K.J. Tools for accurate assessment of *Botrytis* bunch rot (*Botrytis cinerea*) on wine grapes. **New Zealand Plant Protection**, v.63, [s.n.], p.174-181, 2010.

HOLZ, G.; GUTSCHOW, M.; COERTZE, S.; CALITZ, F.J. Occurrence of *Botrytis cinerea* and subsequent disease suppression at different position on leaves and bunches of grape. **Plant Disease**, v.87, n.4, p.351-358, 2003.

KELLER, M.; ROGIERS, S.Y.; SCHULTZ, H.R. Nitrogen and ultraviolet radiation modify grapevines' susceptibility to powdery mildew. **Vitis**, v.42, n.2, p.87-94, 2003.

KOMM, B.L.; MOYER, M.M. Effect of early fruit-zone leaf removal on canopy development and fruit quality in riesling and Sauvignon Blanc. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.66, n.4, p.424-434, 2015.

LEROCH, M.; KRETSCHMER, M.; HAHN, M. Fungicide resistance phenotypes of *Botrytis cinerea* isolates from commercial vineyards in southwest Germany. **Journal of Phytopathology**, v.159, n.1, p.63-65, 2011.

LOHITNAVY, N.; BASTIAN, S.; COLLINS, C. Early leaf removal increases flower abscission in *Vitis vinifera* Semillon. **Vitis**, v.49, n.2, p.51-53, 2010.

MALINOVSKI, L.I.; BRIGHENTI, A.F.; BORGHEZAN, M.; GUERRA, M.P.; SILVA, A.L.; PORRO, D.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H.J. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1115, [s.n.], p.203-210, 2016.

MOLITOR, D.; BEHR, M.; HOFFMANN, L.; EVERS, D. Impact of grape cluster division on cluster morphology and bunch rot epidemic. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.63, n.4, p.508-514, 2012.

MOLITOR, D.; BARON, N.; SAUERWEIN, T.; ANDRÉ, C.; KICHERER, A.; DÖRING, J.; STOLL, M.; BEYER, M.; HOFFMANN, L.; EVERS, D. Postponing first shoot topping reduces grape cluster compactness and delays bunch rot epidemic. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.66, n.2, p.164-176, 2014.

SADRAS, V.O.; MORAN, M.A. Nonlinear effects of elevated temperature on grapevine phenology. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.173, [s.n.], p.107-115, 2013.

SOLOS. SOLOS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. 726p. (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 46).

SPRING, J.L. Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Garanoir. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture**, v.36, [s.n.], p.361-365, 2004.

TARDAGUILA, J.; BLANCO, J.; PONI, S.; DIAGO, M. Mechanical yield regulation in winegrapes: comparison of early defoliation and crop thinning. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, n.3, p.344-352, 2012.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, [s.n.], p.81-97, 2004.

VIANNA, L.F.; MASSIGNAN, A.M.; PANDOLFO, C.; DORTZBACH, V.F.V. Caracterização agronômica e edafoclimáticas dos vinhedos de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.3, p.215-226, 2016.

WÜRZ, D.A.; BEM, B.P.; ALLEBRANDT, R.; BONIN, B.; DALMOLIN, L.G.; CANOSSA, A.T.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. New wine-growing regions of Brazil and their importance in the evolution of Brazilian wine. **BIO Web of Conferences**, v.9, [s.n.], p.1-4, 2017a.

WÜRZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J.L.; BEM, B.P.; ARAÚJO FILHO, J.V.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. Desfolha precoce como estratégia de controle da podridão de *Botrytis cinerea* na videira Cabernet Sauvignon em regiões de altitude. **Summa Phytopathologica**, v.43, n.2, p.111-117, 2017b.

WÜRZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; MARCON FILHO, J.L.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B.P.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. Agronomic performance of 'Cabernet Sauvignon' with leaf removal management in a high-altitude region of Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.10, p.869-876, 2017c.

WÜRZ, D.A.; RUFATO, L.; BOGO, A.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B.P.; MARCON FILHO, J.L.; BRIGHENTI, A.F.; BONIN, B.F. Effects of leaf removal on grape cluster architecture and control of *Botrytis bunch* rot in Sauvignon Blanc grapevines in Southern Brazil. **Crop Protection**, v.131, e-105079, 2020.



REVISTA ELETRÔNICA
CIENTÍFICA DA UERGS

Efeito do manejo da desfolha no desempenho agrônômico da videira Chardonnay em região de elevada altitude de Santa Catarina

Douglas André Wurz

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

E-mail: douglaswurz@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/5755190100264780>

Deivid Silva de Souza

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: deividsilvasouza@hotmail.com, <http://lattes.cnpq.br/8634467952149466>

Adrielen Tamiris Canossa

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: adrielencanossa@yahoo.com.br, <http://lattes.cnpq.br/1502074028600092>

Juliana Reinehr

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: julireninehr@gmail.com, <http://lattes.cnpq.br/8407840409432638>

Leo Rufato

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

E-mail: leorufato@yahoo.com.br, <http://lattes.cnpq.br/2926951390021904>

ISSN 2448-0479 Submetido em: 03 ago. 2020. Aceito: 08 out. 2020.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21674/2448-0479.71.74-81>

Resumo

Teve-se como objetivo do trabalho comparar diferentes épocas de desfolha e o seu efeito nas características químicas e físicas dos cachos da variedade Chardonnay em região de elevada altitude de Santa Catarina. O presente estudo foi realizado nas safras 2018 e 2019, em um vinhedo comercial, situado no município de São Joaquim – Santa Catarina. Foi utilizado vinhedo da variedade Chardonnay enxertada sobre ‘Paulsen 1103’. Os tratamentos consistiram na realização da desfolha, expondo a região dos cachos em cinco diferentes estágios fenológicos: plena florada, baga chumbinho, baga ervilha, virada de cor e plantas sem desfolha (testemunha). Avaliou-se índices produtivos, arquitetura de cacho e maturação tecnológica. As variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e quando detectados efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro. A realização do manejo da desfolha da videira ‘Chardonnay’ não influenciou variáveis relacionadas a arquitetura de cachos (massa de cacho, comprimento de cachos e número de bagas). No entanto, quando realizada após o estágio fenológico baga chumbinho propicia aumento do índice de compactação. Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que o manejo da desfolha aumentam os índices produtivos (produção por planta e produtividade) e melhora da maturação tecnológica da videira (sólidos solúveis), sendo recomendado sua realização até o estágio fenológico virada de cor.

Palavras-chave: Desfolha precoce. Poda verde. Viticultura. *Vitis vinifera* L.

Abstract

Effect leaf removal management on agronomic performance of the Chardonnay grapevine in the high-altitude region of Santa Catarina State

The objective of the work was to compare different timing of leaf removal management and their effect on the chemical and physical characteristics of the Chardonnay grapevine in a high-altitude region of Santa Catarina State. This study was carried out in the 2018 and 2019 vintages, in a commercial vineyard, located in the municipality of São Joaquim - Santa Catarina State. Vineyard of the Chardonnay grapevine grafted on



'Paulsen 1103' was used. The treatments consisted of leaf removal, exposing the clusters region in five different phenological stages: full bloom, buckshot berries, pea-sized berries, veraison and plants without leaf removal (control). Productive indexes, bunch architecture and technological maturation were evaluated. The variables were subjected to analysis of variance (ANOVA) and when treatment effects were detected, the test of comparison of means was carried out using the Scott Knott Test at 5% probability of error. The leaf removal management of the 'Chardonnay' grapevine did not influence variables related to the cluster architecture (cluster mass, cluster length and number of berries), however, when carried out after the phenological stage buckshot berries provides an increase in the compaction index. The results obtained in the present work demonstrate that the defoliation management increases the productive indexes (production per plant and productivity) and improves the technological maturation of the grapevine (soluble solids), being recommended its realization until the phenological stage veraison.

Key words: Early leaf removal. Summer pruning. Viticulture. *Vitis vinifera* L.

Resumen

Efecto de la gestión de la defoliación en el rendimiento agronómico del vino Chardonnay en una región de gran altitud de Santa Catarina

Tuviese como objetivo del trabajo comparar diferentes períodos de defoliación y su efecto sobre las características químicas y físicas de los grupos de Chardonnay en una región de gran altitud de Santa Catarina. Este estudio se realizó en las cosechas de 2018 y 2019, en un viñedo comercial, ubicado en el municipio de São Joaquim - Santa Catarina. Se utilizó viñedo de la variedad Chardonnay injertada en "Paulsen 1103". Los tratamientos consistieron en la defoliación, exponiendo la región de los racimos en cinco etapas fenológicas diferentes: floración completa, baya de pellets, guisante, cambio de color y plantas sin defoliación (control). Se evaluaron los índices productivos, la arquitectura del grupo y la maduración tecnológica. Las variables se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y cuando se detectaron los efectos del tratamiento, se realizó la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Scott Knott con un 5% de probabilidad de error. Sin embargo, el manejo de la defoliación de la uva 'Chardonnay' no influyó en las variables relacionadas con la arquitectura del racimo (masa del racimo, longitud del racimo y número de bayas), cuando se realiza después de la etapa fenológica, el granulado de bayas proporciona un aumento en el índice de compactación. Los resultados obtenidos en el presente trabajo demuestran que el manejo de la defoliación aumenta los índices productivos (producción por planta y productividad) y mejora la maduración tecnológica del vino (sólidos solubles), recomendándose su realización hasta el envero de la etapa fenológica.

Palabras clave: Defoliación temprana. Poda verde. Viticultura. *Vitis vinifera* L.

Introdução

A região de elevada altitude de Santa Catarina apresenta uma maior disponibilidade de radiação solar e menores temperaturas noturnas na fase final de maturação, tendo por consequência, uvas com maior potencial enológico (elevado conteúdo de sólidos solúveis e polifenóis totais) (MALINOVSKI *et al.*, 2016) e maiores níveis de compostos aromáticos (WURZ *et al.*, 2017a), principalmente em variedades brancas. No entanto, de acordo com Molitor *et al.* (2012), em regiões de clima frio, o momento da colheita é mais frequentemente determinado pela sanidade dos cachos do que a própria maturação da uva. Nesse contexto, faz-se necessário realizar práticas de manejo do dossel vegetativo que propiciem melhores índices de maturação, destacando-se a desfolha da videira.

O manejo do dossel vegetativo no cultivo da uva para vinho tem sido desenvolvido com o objetivo de otimizar a interceptação da luz solar, e a capacidade fotossintética, e consequentemente, melhorar a produção de frutos e a qualidade dos vinhos (JOGAIAH *et al.*, 2013), destacando-se o manejo da desfolha como um dos principais manejos da videira (WURZ *et al.*, 2018).

O manejo da desfolha consiste na eliminação de folhas para favorecer a aeração na região das inflorescências e dos cachos de uva, propiciando melhores condições de maturação (MIELE; MANDELLI, 2012), sendo um manejo realizado em todas as regiões vitícolas, e normalmente é aplicado entre as fases de frutificação e troca de cor das bagas (DIAGO *et al.*, 2010).

A desfolha da videira resulta na redução da incidência e severidade de podridão de cachos (MOLITOR *et al.*, 2011; WURZ *et al.*, 2017b; WURZ *et al.*, 2020) e numa composição de bagas de melhor qualidade na colheita, com maiores teores de açúcares, antocianinas e compostos fenólicos e menores teores de acidez titulável e concentração de malato, quando comparados com frutos sombreados (DIAGO *et al.*, 2012; SILVIOLOTTI *et al.*, 2016; WURZ *et al.*, 2017c; WURZ *et al.*, 2018; IVANISEVIC *et al.*, 2020). Trabalho realizado por Ristic *et al.* (2007), observou o efeito da exposição solar sobre características sensoriais do vinho, demonstrando que o sombreamento dos cachos pode alterar a composição da vinha que influenciam as qualidades organolépticas do vinho.

A maioria das técnicas de manejo empregadas nos vinhedos, entre elas a desfolha, foram baseadas nas experiências de produtores e resultados de pesquisas oriundas de outras regiões vitivinícolas já consolidadas no setor. Entretanto, a aplicação dessas técnicas nem sempre corresponde com as situações encontradas nas regiões de altitude (WURZ *et al.*, 2018). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo comparar diferentes épocas de desfolha e o seu efeito nas características químicas e físicas dos cachos da variedade Chardonnay em região de elevada altitude de Santa Catarina.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado nas safras 2018 e 2019, em um vinhedo comercial (coordenadas 28° 17' 39" S e 49° 55' 56" O, a 1.230m de altitude), situado no município de São Joaquim – Santa Catarina. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos e dez plantas por repetição.

O clima da região é classificado como 'Frio, Noites Frias e Úmido', Índice Heliotérmico de 1.714, precipitação pluvial média anual de 1.621mm e a umidade relativa do ar média anual de 80% (TONIETTO; CARBONNAU, 2004). Os solos da região se enquadram nas classes Cambissolo Húmico, Neossolo Litólico e Nitossolo Hápico, desenvolvidos a partir de rocha riódacito e basalto (SANTOS *et al.*, 2018).

Para o presente trabalho foi utilizado um vinhedo da variedade Chardonnay enxertada sobre 'Paulsen 1103' implantado em 2010. O vinhedo possui plantas espaçadas de 3,0 x 1,5 m, em filas dispostas no sentido N-S, conduzidas em espaldeira em cordão esporonado duplo, a 1,2 m de altura e cobertas com tela de proteção anti-granizo.

Os tratamentos consistiram na realização da desfolha, expondo a região dos cachos em cinco diferentes estádios fenológicos, utilizando a escala descrita por Baillod; Baggioni (1993): i) plena florada, ii) baga chumbinho, iii) baga ervilha, iv) virada de cor e v) plantas sem desfolha (testemunha). A desfolha foi realizada manualmente, retirando-se três folhas basais, inclusive a folha oposta ao cacho, expondo completamente os cachos da videira. Os demais tratos culturais (poda, desbrota, desbaste e tratamentos fitossanitários) foram realizados pela empresa de acordo com as recomendações dos responsáveis técnicos em todos os tratamentos.

A data da colheita foi realizada em 21/02/2018 e 08/02/2019. No momento da colheita, foram amostrados dez cachos por parcela de forma aleatória para proceder a realização das análises físicas: comprimento do cacho (cm), medido com uso de paquímetro digital e massa do cacho (g) com o auxílio de uma balança analítica de precisão de 0,005 g e número de bagas por cacho, obtido pela contagem manual das bagas. O índice de compactação do cacho foi obtido pela relação $[(\text{Massa cachos}) / (\text{Comprimento do cachos})^2]$ proposto por Tello; Ibanez (2014).

Para cálculo da produtividade foram selecionadas duas plantas por parcela para obtenção das variáveis números de cachos e produção (kg). A produtividade estimada (t ha^{-1}) foi obtida através da multiplicação da produção por planta pela densidade de plantio ($2222 \text{ plantas ha}^{-1}$).

No momento da colheita foram coletadas 100 bagas por repetição para realização da análise da maturação tecnológica e fenólica. As bagas foram esmagadas para separação do mosto e das cascas. A partir do mosto, foram determinados o teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH, através de metodologias oficiais da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2012). Para determinar o teor de sólidos solúveis (SS) utilizou-se um refratômetro digital para açúcar, modelo ITREFD-45, sendo os resultados expressos em °Brix. A acidez total (AT) foi obtida através da titulação do mosto com solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1N, utilizando como indicador o azul de bromotimol, sendo os resultados expressos em meq L⁻¹. O potencial hidrogeniônico (pH) foi registrado por meio de um potenciômetro marca Impac, após calibração em soluções tampões conhecidas de pH 4,0 e 7,0.

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e quando detectados efeitos de tratamento, procedeu-se o teste de comparação de médias pelo Teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro, através do software Sisvar 4.1.

Resultados e Discussão

Em relação ao número de cachos por planta, não se observou diferenças nas duas safras avaliadas, 2017 e 2018, para as diferentes épocas de realização do manejo da desfolha (Tabela 1). No entanto, observou-se efeito da época da desfolha para as variáveis produção e produtividade, com comportamento similar nas duas safras avaliadas. Plantas não submetidas ao manejo da desfolha apresentaram menor valor de produção por planta, com valores de 2,6 e 2,5 kg planta⁻¹, nas safras 2018 e 2019, respectivamente, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores de 3,3 a 3,9 kg planta⁻¹, sem que houvesse diferença entre eles.

Tabela 1 - Efeito da época do manejo da desfolha no número de cachos, produção e produtividade na videira Chardonnay cultivada em região de elevada altitude de Santa Catarina durante as safras 2018 e 2019.

Época de Desfolha	Número de cachos (cachos planta ⁻¹)		Produção (kg planta ⁻¹)		Produtividade (ton ha ⁻¹)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Sem Manejo Desfolha	27,2 ^{ns}	26,9 ^{ns}	2,6 b	2,5 b	5,9 b	5,7 b
Plena Florada	29,7	29,7	3,9 a	3,9 a	8,7 a	8,8 a
Baga Chumbinho	27,6	27,4	3,6 a	3,6 a	8,1 a	8,1 a
Baga Ervilha	28,6	28,1	3,4 a	3,3 a	7,6 a	7,4 a
Virada de cor	29,1	29,3	3,6 a	3,8 a	8,2 a	8,4 a
CV (%)	9,2	10,7	7,4	7,5	7,3	10,4

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro

A menor produtividade também foi observada em plantas não submetidas ao manejo da desfolha, com valores de 5,9 e 5,7 ton ha⁻¹, nas safras 2018 e 2019, enquanto os demais tratamentos apresentaram valores entre 7,7 e 8,8 ton ha⁻¹, sem diferenças entre as diferentes épocas de desfolha da videira Chardonnay. Diversos estudos, demonstraram que desfolhas realizadas no estágio fenológico “plena florada” resulta em redução da produtividade, pois a retirada de folhas basais interfere na disponibilidade de carboidratos, como consequência, há uma menor frutificação e cachos de menor tamanho (PONI *et al.*, 2006; TARDAGUILA *et al.*, 2010; WURZ *et al.*, 2017c; WURZ *et al.*, 2018). No entanto, esse comportamento não foi verificado no presente estudo, indicando apenas redução da produtividade em plantas não submetidas ao manejo da desfolha, o que pode ser influenciada pela ocorrência de *Botrytis cinerea*, como já observado em diversos estudos (MOLITOR *et al.*, 2011; WURZ *et al.*, 2017b; WURZ *et al.*, 2020).

Na avaliação de arquitetura de cachos da uva Chardonnay submetidas a diferentes épocas de desfolha, não se observou diferenças para as variáveis massa de cacho, comprimento de cacho e número de bagas (Tabela 2).

Em relação ao índice de compactação, não se verificou efeito do manejo da desfolha seus valores para a safra 2018. Por outro lado, na safra 2019, o menor índice de compactação de cachos foi observado em plantas desfolhadas no estágio fenológico plena florada e em plantas sem manejo da desfolha, com valores de 0,7 e 0,9, respectivamente. Já os cachos provenientes de plantas submetidas ao manejo da desfolha nos estádios fenológicos baga chumbinho, baga ervilha e virada de cor, apresentaram valor similar (1,0), para esta variável. Em vários estudos, a desfolha precoce foi uma ferramenta eficiente para reduzir o índice de compactação dos cachos, e consequentemente reduzir a ocorrência de *B. cinerea* (INTRIERI *et al.*, 2008; LOHITVANY *et al.*, 2010; TARDAGUILA *et al.*, 2010). Já em estudo realizado por Wurz *et al.* (2020), em todas as diferentes épocas de desfolha os cachos da videira Sauvignon Blanc apresentaram respostas similares quanto a arquitetura de cachos, corroborando com o que foi observado com as variáveis massa de cacho, comprimento de cacho e número de bagas no presente trabalho com a variedade Chardonnay.

Tabela 2 - Efeito da época do manejo da desfolha na massa de cacho, comprimento de cacho, número de bagas e índice de compactação na videira Chardonnay cultivada em região de elevada altitude de Santa Catarina durante as safras 2018 e 2019.

Época de Desfolha	Massa de cacho (g cacho ⁻¹)		Comprimento de cachos (cm cacho ⁻¹)		Número de bagas (bagas cacho ⁻¹)		Índice de Compactação	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Sem Manejo Desfolha	130,6 ^{ns}	121,3 ^{ns}	11,3 ^{ns}	11,2 ^{ns}	84,6 ^{ns}	82,3 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,9 b
Plena Florada	144,4	144,4	11,0	11,3	99,0	101,3	0,7	0,7 b
Baga Chumbinho	140,8	142,9	11,6	11,6	97,0	94,6	1,0	1,0 a
Baga Ervilha	131,4	137,0	11,9	11,7	100,6	98,6	0,9	1,0 a
Virada de cor	138,2	148,0	11,9	11,7	101,3	100,0	0,7	1,0 a
CV (%)	14,1	15,6	12,1	6,1	12,1	15,1	0,8	10,5

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Nas avaliações de maturação tecnológica (sólidos solúveis, acidez titulável e pH) da uva Chardonnay submetidas a diferentes épocas de desfolha, observou-se efeito para a variável sólidos solúveis nas duas safras avaliadas (Tabela 3). Os menores valores de sólidos solúveis foram observados em plantas sem manejo da desfolha, apresentando 18,4 e 18,3 ° Brix, para as safras 2018 e 2019, respectivamente. Os maiores valores foram observados nos demais tratamentos que receberam, com valores variando de 19,3 a 19,6 ° Brix e 19,1 a 19,7 ° Brix, nas safras 2018 e 2019, respectivamente. Alguns trabalhos observaram aumento da concentração de sólidos solúveis (PONI *et al.*, 2009; INTRIERI *et al.*, 2008; GATTI *et al.*, 2012), e isso pode ser explicado pela maior exposição solar ocasionada pela desfolha (WURZ *et al.*, 2018).

Tabela 3 - Efeito da época do manejo da desfolha nos teores de sólidos solúveis, acidez total e pH na videira Chardonnay cultivada em região de elevada altitude de Santa Catarina durante as safras 2018 e 2019.

Época de Desfolha	Sólidos solúveis (°Brix)		Acidez total (meq L ⁻¹)		pH	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Sem Manejo Desfolha	18,4 b	18,3 b	133,1 ^{ns}	118,0 ^{ns}	3,10 ^{ns}	2,98 a
Plena Florada	19,3 a	19,2 a	129,0	120,4	3,02	2,86 b
Baga Chumbinho	19,6 a	19,1 a	130,7	114,1	2,95	2,98 a
Baga Ervilha	19,6 a	19,7 a	125,9	112,1	3,05	2,94 a
Virada de cor	19,3 a	19,6 a	130,0	115,8	3,05	2,98 a
CV (%)	2,7	3,9	10,6	6,7	1,6	0,8

*Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} = não significativo pela análise de variância (ANOVA) a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável acidez titulável não foram observadas diferenças entre as diferentes épocas de desfolha nas duas safras avaliadas. Para diversos autores, a desfolha precoce associada a uma alta radiação solar proporciona redução da acidez titulável devido a maior degradação do ácido málico (INTRIGLIOLO *et al.*, 2014; RISCO *et al.*, 2014; WURZ *et al.*, 2017c, WURZ *et al.*, 2018).

Os valores de pH não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na safra 2018, no entanto, houve efeito significativo na safra 2019. O menor valor de pH foi observado em plantas submetidas ao manejo da desfolha no estágio fenológico plena florada, com valor de 2,86. Os demais tratamentos apresentam valores variando de 2,94 a 2,98, não havendo diferenças significativas. Outros estudos não observaram efeito da desfolha no pH ou observaram pouco efeito (SCHENEIR *et al.*, 2010; MOSSETTI *et al.*, 2016; WURZ *et al.*, 2018).



Os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que o manejo da desfolha apresentou benefícios esperados pelos viticultores, com aumento dos índices produtivos e uma melhor da maturação da videira. Para Wurz et al. (2017c), a desfolha da videira é uma prática que deve ser corrente na vitivinicultura, no entanto, faz-se necessário considerar a época e a intensidade de desfolha, o ambiente e a variedade para então obter os benefícios desejados desse manejo, sendo recomendada a sua realização anteriormente ao estágio fenológico virada de cor.

Considerações Finais

1. A produção e produtividade da videira 'Chardonnay' é superior em plantas submetidas ao manejo da desfolha em comparação ao tratamento testemunha (sem manejo da desfolha).
2. A realização do manejo da desfolha resulta em aumento do conteúdo dos sólidos solúveis da videira 'Chardonnay'.
3. A realização do manejo da desfolha da videira 'Chardonnay' não influenciou a arquitetura de cachos (massa de cacho, comprimento de cachos e número de bagas), no entanto, quando realizada a partir do estágio fenológico baga chumbinho propiciou aumento do índice de compactação na safra 2019.

Referências

- BAILLOD, M.; BAGGIOLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Revue suisse de viticulture arboriculture horticul-ture**, v. 25, p. 7-9, 1993.
- DIAGO, M.; VILANOVA, M.; TARDAGUILA, J. Effects of Timing of Manual and Mechanical Early Defoliation on the Aro-ma of *Vitis vinifera* L. Tempranillo Wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 610 n. 3, p. 382-391, 2010.
- DIAGO, M.P.; AYESTARÁN, Z.N.; GARRIDO, A.; TARDAGUILA, J. Phenolic composition of Tempranillo wines follo-wing early defoliation of the vines. **Journal Science Food Agriculture**, v. 92, n. 4, p. 925-934, 2012.
- GATTI, M.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; PONI, S. Effects of Cluster Thinning and Preflowering Leaf Removal on Growth and Grape Composition in cv. Sangiovese. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, n. 3, p. 325-332, 2012.
- INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I.; ALLEGRO, G.; CENTINARI, M.; PONI, S. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). **Australian Journal Grape and Wine Research**, v. 14, n. 1, p. 25-32, 2008.
- INTRIGLIOLO, D.S.; LLACER, E.; REVERT, J.; ESTEVE, M.D.; CLIMENT, M.D.; PALAU, D.; GÓMEZ, I. Early defoliation reduces cluster compactness and improves grape composition in Mandó, an autochthonous cultivar of *Vitis vinifera* from southeastern Spain. **Scientia Horticulturae**, v. 167, p. 71-75, 2014.
- IVANISEVIC, D.; KALAJDZIC, M.; DRENJANCEVIC, M.; PUSKAS, V.; KORAC, N. The impact of cluster thinning and leaf removal timing on the grape quality and concentration of monomeric anthocyanins in Cabernet-Sauvignon and Probus (*Vitis vinifera* L.) wines. **OENO One**, v. 54, n. 1, p. 63-74, 2020.
- JOGAIAH, S.; OULKAR, D.P.; VIJAPURE, A.N.; MASKE, S.R.; SHARMA, A.K.; SOMKUVAR, R.G. Influence of canopy management practices on fruit composition of wine grape cultivars grown in semi-arid tropical region of India. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 26, p. 3462-3472, 2013.
- LOHITNAVY, N.; BASTIAN, S.; COLLINS, C. Early leaf removal increases flower abscission in *Vitis vinifera* Semillon. **Vitis**, v. 49, n. 2, p. 51-53, 2010.
- MALINOVSKI, L.I.; BRIGHENTI, A.F.; BORGHEZAN, M.; GUERRA, M.P.; SILVA, A.L.; PORRO, D.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H.J. Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1115, p. 203-210, 2016.
- MIELE, A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetative e seu efeito nos componentes de produção da videira Merlot. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 964-973, 2012.

MOLITOR, D.; BEHR, M.; FISCHER, S.; HOFFMANN, L.; EVERS, D. Timing of cluster-zone leaf removal and its impact on canopy morphology, cluster architecture and bunch rot susceptibility of grapes. *J. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, v. 45, n. 3, p. 149-159, 2011.

MOLITOR, D.; BEHR, M.; HOFFMANN, L.; EVERS, D. Impact of grape cluster division on cluster morphology and bunch rot epidemic. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 63, n. 4, p. 508-514, 2012.

MOSSETTI, D.; HERRERA, J.C.; SABBATINI, P.; GREEN, A.; ALBERTI, G.; PETERLUNGER, E.; LISJAK, K.; CATELLARIN, S.D. Impact of leaf removal after berry set on fruit composition and bunch rot in 'Sauvignon blanc'. *Vitis*, v. 55, n. 2, p. 57-64, 2016.

OIV – Office International de la Vigne et du Vin. **Recueil des Méthodes Internationales d'Analyse des Vins et des Moûts**. Office International de la Vigne et du Vin: Paris, 2012.

PONI, S.F.; CASALINI, L.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; INTRIERI, C. Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 57, n. 4, p. 397-407, 2006.

PONI, S.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; LIBELLI, N. Effects of pre-bloom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. *Australian Journal Grape Wine Research*, v. 15, n. 2, p. 185-193, 2009.

RISCO, D.; PÉREZ, D.; YEYES, A.; CASTEL, J.R.; INTRIGLIOLO, D.S. Early defoliation in a temperate warm and semi-arid Tempranillo vineyard: vine performance and grape composition. *Australian Journal Grape Wine Research*, v. 20, n. 1, p. 111-122, 2014.

RISTIC, R.; DOWNEY, M.O.; ILAND, P.G.; BINDON, K.; FRANCIS, I.L.; HERDERICH, M.; ROBINSON, S.P. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannins and sensory properties. *Australian Journal Grape Wine Research*, v. 13, n. 2, p. 53-65, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K.; ANJOS, L. H.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J.; **Sistema Brasileira de Classificação do Solo**, 5 ed., rev. e ampl. – Brasília: DF Embrapa, 356p., 2018.

SCHEINER, J.; SACKS, G.; PAN, B.; ENNAHLI, S.; TARLTON, L.; WISE, A.; LERCH, S.D.; VANDEN HEUVEL, J.E. Impact of severity and timing of basal leaf removal on 3-isobutyl-2-methoxypyrazine concentrations in red winegrapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 61, n. 3, p. 358-364, 2010.

SILVILOTTI, P.; HERRERA, J.C.; LISJAK, K.; HESNIK, H.B.; SABBATINI, P.; PETERLUNGER, E.; CASTELLARIN, S.D.; Impact of Leaf Removal, Applied Before and After Flowering, on Anthocyanin, Tannin, and Methoxypyrazine Concentrations in 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.) Grapes and Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 64, n. 22, p. 4487-4496, 2016.

TARDAGUILA, J.; TODA, F.M.; PONI, S.; DIAGO, M.P. Impact of early removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 61, n. 3, p. 372-381, 2010.

TELLO, J.; IBÁÑEZ, J. Evaluation of indexes for the quantitative and objective estimation of grapevine bunch compactness. *Vitis*, v. 53, n. 1, p. 9-16, 2014.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 124, p. 81-97, 2004.

WURZ, D.A.; BEM, B.P.; ALLEBRANDT, R.; BONIN, B.; DALMOLIN, L.G.; CANOSSA, A.T.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. New wine-growing regions of Brazil and their importance in the evolution of Brazilian wine. *BIO Web of Conferences*, v. 9, p. 1-4, 2017a.

WÜRZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J.L.; BEM, B.P.; ARAÚJO FILHO, J.V.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. Desfolha precoce como estratégia de controle da podridão de *Botrytis cinerea* na videira Cabernet Sauvignon em regiões de altitude. **Summa Phytopathologica**, v. 43, n. 2, p. 111-117, 2017b.

WURZ, D.A.; BRIGHENTI, A.F.; MARCON FILHO, J.L.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B.P.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. Agronomic performance of 'Cabernet Sauvignon' with leaf removal management in a high-altitude region of Southern Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 10, p. 869-876, 2017c.

WURZ, D.A.; ALLEBRANDT, R.; MARCON FILHO, J.L.; BEM, B.P.; BRIGHENTI, A.F.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A.A. Época de desfolha e sua influência no desempenho vitícola da uva 'Sauvignon Blanc' em região de elevada altitude. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 91-99, 2018.

WÜRZ, D.A.; RUFATO, L.; BOGO, A.; ALLEBRANDT, R.; BEM, B.P.; MARCON FILHO, J.L.; BRIGHENTI, A.F.; BONIN, B.F. Effects of leaf removal on grape cluster architecture and control of *Botrytis* bunch rot in Sauvignon Blanc grapevines in Southern Brazil. **Crop Protection**, v. 131, p. e-105079, 2020.

Capítulo de Livro na área – x 2: 26 pontos

A Cultura da Videira:

VITI VINICUL TURA de Altitude

Organizadores:

Leo Rufato

José Luiz Marcon Filho

Alberto Fontanella Brighenti

Amauri Bogo

Aike Anneliese Kretzschmar

 EDITORA
UDESC

Série Fruticultura

Autores

Adrielen Tamiris Canossa: Técnica em Viticultura e Enologia, MS.c, Doutoranda em Produção Vegetal na Universidade do Estado de Santa Catarina.
E-mail: adrielencanossa@yahoo.com.br

Aike Anneliese Kretzschmar Engenheira Agrônoma, Dra., Professora de Fruticultura do Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages – Universidade do Estado de Santa Catarina.
E-mail: aike.kretzschmar@udesc.br

Airton dos Santos Alonço: Engenheiro Agrícola, Dr. em Engenharia Mecânica, Professor Associado da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Sede.
E-mail: airtonalonco@gmail.com

Alberto Fontanella Brighenti: Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Estação Experimental de São Joaquim (Epagri – EESJ).
E-mail: albertobrichenti@epagri.sc.gov.br

Amauri Bogo: Engenheiro Agrônomo, Ph.D em Fitopatologia e Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da universidade do estado de Santa Catarina, Udesc.
E-mail: amauri.bogo@udesc.br

André da Costa: Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – IFC, Campus Rio do Sul/SC
E-mail: andrecoستا.agro@hotmail.com

André Luiz Külkamp de Souza: Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Estação Experimental de Videira (Epagri – EEV).
E-mail: andresouza@epagri.sc.gov.br

Antonio Felipe Fagherazzi: Tecnólogo em Horticultura, Doutor em Produção Vegetal.
E-mail: antonio.fagherazzi@gmail.com

Aparecido Lima da Silva: Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor de Fruticultura e Horticultura do Centro de Ciência Agrárias, Florianópolis – Universidade Federal de Santa Catarina.
E-mail: aparecido.silva@ufsc.br

Betina Pereira de Bem: Engenheira Agrônoma, MS.c., Doutoranda em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages – Universidade do Estado de Santa Catarina.
E-mail: betadebem@yahoo.com.br

12. Reguladores de Crescimento

Leo Rufato
Cristiane A Rota
Adrielen Tamiris Canossa
Douglas André Würz

12.1 Introdução

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas, naturais ou sintéticas que estão envolvidas em todos os processos do crescimento e desenvolvimento das plantas. A resposta fisiológica é específica e se dá através de uma série de eventos coordenados, no âmbito das células, por um sistema de sinais, produzindo alterações sincronizadas no crescimento e/ou metabolismo celular, em diferentes partes da planta. (BARRUETO, 2005). São sinais produzidos em uma célula que modulam processos celulares em outra célula (TAIZ, 2013). Os fitormônios vegetais estão diretamente relacionados com as alterações morfológicas e fisiológicas das plantas, agindo na germinação, no crescimento no desenvolvimento e nas fases de reprodução, de senescência e abscisão das mesmas (VIEIRA et al., 2010). À medida que os reguladores foram sendo estudados, observou-se o comportamento, a sintetização e as rotas realizadas por essas substâncias.

Os cinco grupos mais estudados de fitormônios e reguladores de crescimento (sintéticos), porém com um número de experimentos reduzido em videiras, compõem-se de: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e ácido abscísico. Em estudos mais recentes, outros grupos de



Tabela 53: Sítios de síntese e de utilização dos hormônios naturais.

Fonte: Adaptado de Fregoni, 1998.

Hormônio	Orgãos de síntese	Orgãos de utilização	Funções
Auxina	Ápice vegetativo cachos	Ápice vegetativo, cachos (1)	D(+), EC(+), A(+), E(+), SF(-), QF(-)
Giberelina	Folhas jovens apicais, cachos, raízes	Ápice vegetativo, cachos (1), raízes	D(+), EC(+), A(+), E(±)
Citocinina	Raízes	Cachos (1), ápice vegetativo, raízes	D(+), EC(+), A(+), E(-)
Ácido Abscísico	Folhas velhas, raízes, cachos	Cachos (1), raízes, gemas dormentes	SF(+), QF(+), E(±)
Etileno	Cachos	Cachos (2)	SF(+), QF(+), E(+)

(1) Auxina, Giberelina, Citocinina e Ácido Abscísico-origem provável: endógena (bagas) e exógena (órgãos vegetativos)

(2) Etileno origem endógena (bagas).

(3) D= divisão celular; EC= expansão celular; A= alongamento do broto; SF= senescência foliar; QF= queda foliar; E= enraizamento; + (positivo), - (negativo).

compostos orgânicos ligados às funções de crescimento e desenvolvimento dos vegetais se destacaram, tais como os brassinosteróides, as poliaminas, o florígeno, o ácido jasmônico e o ácido salicílico (KERBAUY, 2017). Estudos de Weaver e Williams, nos Estados Unidos, e de Coombe, na Austrália, foram os pioneiros sobre o uso dos fitorreguladores na videira, por volta do ano de 1950. Após esse período, essas substâncias passaram a integrar as práticas culturais, sendo usadas para: controle vegetativo, regularidade de brotação, aumento da fertilidade das gemas, desbaste dos cachos, superação de dormência, indução de floração, abscisão, senescência, aceleração ou retardo da maturação, enraizamento de estacas e micropropagação (PIRES, BOTELHO, 2001). Na tabela 53, encontram-se os principais grupos de fitormônios, locais de síntese e órgãos de atuação.

Os hormônios/fitormônios são sintetizados metabolicamente de forma natural pelas plantas, enquanto os fitorreguladores ou reguladores de crescimento são compostos produzidos sinteticamente que, quando aplicados exogenamente, reproduzem respostas similares aos compostos naturais (VIEIRA, et al., 2010). A ação dos reguladores de crescimento sofre a influência de diversos fatores, dentre eles: condições ambientais, espécie, cultivar, concentração e época de aplicação (PETRI, 2016). Portanto, uma vez conhecida sua ação e as condições de aplicação, seu uso se torna uma ferramenta importante no aumento da produção e na qualidade das frutas.

Os próximos tópicos abordarão as principais classes de fitorreguladores, os mecanismos de ação, sítios de síntese e órgãos vegetativos diretamente envolvidos.

12.2 Auxinas

A auxina foi o primeiro hormônio descoberto, no século XIX, com base nos estudos de Charles Darwin (KERBAUY, 2017). As auxinas são sintetizadas nas células meristemáticas e naquelas em crescimento, como no ápice vegetativo e nas folhas jovens, além de sementes em formação no interior do fruto (PETRI, et al. 2016). No período do crescimento vegetativo, as auxinas movimentam as substâncias nutritivas e determinam a síntese proteica necessária na divisão celular apical (FREGONI, 1998), sendo responsáveis pelo controle do ápice caulinar sobre o crescimento das gemas laterais, denominada dominância apical (BARRUETO CID, 2005). A auxina em maior abundância e fisiologicamente mais importante é o ácido indolilacético (AIA), facilmente sintetizado em laboratórios. Muitos estudos demonstram que o AIA é sintetizado a partir do aminoácido triptofano, por várias rotas de conversão. O ácido indolilacético (AIA) tem sua forma inativada, nos tecidos vegetais, imediatamente após ou de forma concomitante com a ação promotora de crescimento. Nas formas sintetizadas e conjugadas, as enzimas de oxidação inativam essas formas, possibilitando a permanência da substância por mais tempo na planta (KERBAUY, 2017).

Nayara Ribaski

HEAD ORGANIZER

CHALLENGES IN AGRICULTURE: FROM PRODUCTION TO RESPONSIBLE CONSUMPTION

1st Edition



REVISTA
**CONTRIBUCIONES
A LAS CIENCIAS
SOCIALES**

Maicon Fernandes Amador

Mestrando em Produção Vegetal, Fruticultura e Horticultura
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Lages, Santa Catarina, Brasil
E-mail: maiconfamador@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6184-9993>

Alan Douglas Vieira Telles

Mestrando em Produção Vegetal, Fruticultura e Horticultura
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Lages, Santa Catarina, Brasil
E-mail: alanbrasil788@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7427-1706?lang=en>

Juliana Martins de Lima

Doutora em Produção Vegetal
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Lages, Santa Catarina, Brasil
E-mail: juumartinsslima@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9904-426X>

Adrielen Tamiris Canossa

Doutora em Produção Vegetal
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Lages, Santa Catarina, Brasil
E-mail: adrielencanossa@yahoo.com.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4867-3293>

RESUMO: O uso das plantas medicinais remonta os primórdios da humanidade, como registram dados históricos. Cerca de 80% da população mundial faz o uso das espécies no tratamento de enfermidades. O Guaco (*Mikania glomerata*) é uma espécie medicinal popularmente conhecida por sua função broncodilatadora atribuída a presença da cumarina (1,2-benzopirona), uma classe de metabólito secundário que pode sofrer a influência de uma série de fatores em seus processos de síntese e acúmulo, a exemplo das radiações ultravioleta e disponibilidade de nutrientes. Desta forma, faz-se necessário compreender os fatores que influenciam a produção e o acúmulo de metabólitos secundários visando otimizar a produção e garantir a qualidade dos fitoterápicos. O objetivo deste capítulo é o de discutir temas relacionados a síntese e acúmulo de cumarina em guaco e suas implicações no manejo e cultivo da cultura.

PALAVRA-CHAVE: *Mikania glomerata*, 1,2-benzopirona, metabolismo secundário, nutrição mineral, plasticultura.

ABSTRACT: The use of medicinal plants dates back to the dawn of humanity, as recorded in historical data. Approximately 80% of the world's population uses these species to treat illnesses. Guaco (*Mikania glomerata*) is a medicinal species popularly known for its bronchodilator function attributed to the presence of coumarin (1,2-benzopyrone), a class of secondary metabolites that can be influenced by a series of factors in their synthesis and accumulation processes, such as ultraviolet radiation and

nutrient availability. Therefore, it is necessary to understand the factors that influence the production and accumulation of secondary metabolites in order to optimize production and ensure the quality of phytotherapeutic products. The objective of this chapter is to discuss topics related to the synthesis and accumulation of coumarin in guaco and its implications for crop management and cultivation.

KEYWORD: *Mikania glomerata*, 1,2-benzopyrone, secondary metabolism, mineral nutrition, plasticulture.

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas reflete um profundo conhecimento ancestral sobre a biodiversidade e suas propriedades terapêuticas. Evidências fósseis indicam que as práticas medicinais baseadas em plantas já eram empregadas há cerca de 60 mil anos.

Atualmente, apesar dos avanços da medicina moderna, uma parcela significativa da população mundial, incluindo 82% dos brasileiros, continua a recorrer a práticas tradicionais que utilizam plantas medicinais para tratar diversas enfermidades, sendo essa tendência especialmente forte em contextos onde o acesso a medicamentos convencionais é limitado.

Entre essas plantas, destaca-se o guaco (*Mikania Glomerata* Spreng.), amplamente reconhecido por suas propriedades medicinais, como broncodilatadora e expectorante. Contudo, a crescente demanda por produtos fitoterápicos exige atenção à conservação e ao cultivo sustentável dessas espécies, assegurando que o conhecimento tradicional continue a ser valorizado e integrado nas práticas de saúde pública.

Neste contexto, a pesquisa em fitoterapia e a compreensão dos fatores que influenciam a produção de metabólitos secundários, como as cumarinas encontradas no guaco, são essenciais para garantir a eficácia e a qualidade dos tratamentos baseados em plantas. A necessidade de resgatar e preservar esse patrimônio cultural e biológico se torna, portanto, um imperativo tanto para a saúde coletiva quanto para a sustentabilidade ambiental.

2. HISTÓRICO DAS PLANTAS MEDICINAIS

O uso de plantas com fins terapêuticos é uma prática que remonta às origens da humanidade (Oliveira et. al., 2018). Evidências indicam a presença de grãos de pólen de plantas medicinais em fósseis com cerca de 60 mil anos (Pinto e De Novais, 2023). Por volta de 5.000 a.C., os chineses já possuíam um vasto conhecimento sobre drogas derivadas de plantas (Araújo e Moreira, 2006). Em 2.700 a.C., o imperador Shen Nung catalogou mais de 300 espécies de plantas medicinais, saber também compartilhado por babilônios, assírios, hebreus, gregos e egípcios (De Almeida, 2016).