

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

CAROLINE MERLO MENEGHELLI

**QUALIDADE DAS UVAS NIÁGARA ROSADA E ISABEL EM
DIFERENTES AMBIENTES NO ESPÍRITO SANTO**

ALEGRE – ES
2018

CAROLINE MERLO MENEGHELLI

**QUALIDADE DAS UVAS NIÁGARA ROSADA E ISABEL EM
DIFERENTES AMBIENTES NO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito à obtenção do título de *Magister Scientia* em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima

**ALEGRE – ES
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Sul, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecária: Lizzie de Almeida Chaves – CRB-6 ES-000871/O

M541q Meneghelli, Caroline Merlo, 1993-
Qualidade das uvas Níagara Rosada e Isabel em diferentes
ambientes no Espírito Santo / Caroline Merlo Meneghelli. – 2018.
93 f. : il.

Orientador: Julião Soares de Souza Lima.
Coorientadores: Samuel de Assis Silva ; Jussara Moreira Coelho.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal
do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Uva – Cultivo. 2. Uva – Variedade. 3. Vitis. I. Lima, Julião Soares de
Souza. II. Silva, Samuel de Assis. III. Coelho, Jussara Moreira. IV.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias. V. Título.

CDU: 63

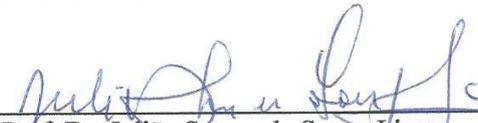
CAROLINE MERLO MENEGHELLI

**QUALIDADE DAS UVAS NIÁGARA ROSADA E ISABEL EM
DIFERENTES AMBIENTES NO ESPÍRITO SANTO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 22 de Fevereiro de 2018.

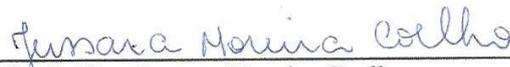
COMISSÃO EXAMINADORA



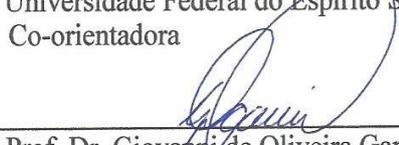
Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador



Prof. Dr. Samuel de Assis Silva
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientador



Profa. Dra. Jussara Moreira Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo
Co-orientadora



Prof. Dr. Giovanni de Oliveira Garcia
Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais Antônio José Meneghelli e
Maria Naides Merlo (*in memoriam*), minhas
referências de vida;

À minha irmã Lorena, com quem sempre pude
contar;

Ao meu namorado, meu companheiro de todas
as horas;

A toda a minha família, minha base.

DEDICO

“Eu sou a videira, vós os ramos. Aquele que permanece em mim, e Eu nele, esse dará muito fruto; pois sem mim nada podeis fazer.”

João 15:5

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio nos momentos de dificuldade e por ter iluminado meu caminho até hoje;

Aos meus pais Antônio José Meneghelli e Maria Naidés Merlo (*in memoriam*) pela vida, pelo incentivo, carinho e amor;

À minha irmã Lorena, pela ajuda na execução do trabalho, pelas críticas construtivas e estímulo;

Ao meu namorado, pela paciência e companheirismo;

Ao Prof. Dr. Julião Soares de Souza Lima por não medir esforços para ajudar sempre, pela orientação, amizade, estímulo e sugestões;

Aos professores Samuel de Assis Silva e Jussara Moreira Coelho pelas colaborações, considerações e ensinamentos na coorientação;

Aos produtores de uva Rafael Margon, Luís Carlos Batisti e Iلس Ferrari por terem disponibilizado as propriedades para realização deste trabalho;

Ao Engenheiro Agrônomo Leonardo Vieira, por ter me auxiliado na implantação do projeto;

A todos os professores do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), pelo conhecimento adquirido durante esses dois anos;

A todos os meus amigos do Curso de Pós-Graduação, pela convivência, amizade, companheirismo e ajuda;

A toda a minha família, que sempre esteve junto comigo e se disponibilizou a me ajudar

de todas as formas possíveis;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do CCAE- UFES (PPGPV), pela oportunidade de estudo;

A CAPES pelo apoio financeiro à pesquisa;

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a minha formação.

Obrigada!

RESUMO

Meneghelli, Caroline Merlo; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. Fevereiro de 2018. QUALIDADE DAS UVAS NIÁGARA ROSADA E ISABEL EM DIFERENTES AMBIENTES NO ESPÍRITO SANTO. Orientador: D.Sc. Julião Soares de Souza Lima. Coorientadores: D.Sc. Samuel de Assis Silva e D.Sc. Jussara Moreira Coelho.

A videira é uma cultura de grande expressão nacional e mundial e muitos fatores podem interferir na produção vitícola, bem como a altitude de cultivo. Objetivou-se com a realização do presente estudo avaliar a qualidade das variedades de uva (*Vitis labrusca* L.) Niágara Rosada e Isabel em diferentes ambientes no Espírito Santo. Primeiramente, foi realizado um diagnóstico nutricional das plantas dos parreirais com base no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) e nas faixas de suficiência propostas por Terra (2003). Nesta etapa foram coletadas folhas na época de plena floração no delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço, sendo alocados nas parcelas os diferentes ambientes (três altitudes) e, nas subparcelas as cultivares estudadas (duas) com 10 repetições. Na avaliação da qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel, realizada em laboratório, foi adotado também o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço com cinco repetições por tratamento. Em laboratório, nas bagas, foram determinadas as seguintes variáveis: teores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT), relação entre SST/ATT e polifenóis totais (PT). O monitoramento do SST durante a maturação das videiras foi realizado semanalmente com auxílio de um refratômetro digital portátil. Para esta avaliação adotou-se o mesmo delineamento estatístico com 10 repetições por tratamento. Por fim, foi avaliada a variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais (SST) em um parreiral de uva Isabel na altitude de 650m. Para esta análise construiu-se uma malha amostral regular, em coordenadas locais, totalizando 80 pontos amostrais. A amostragem dos sólidos solúveis totais (SST) das bagas foi realizada com auxílio de um refratômetro digital portátil, determinado na parte superior, média e baixa dos cachos. Os valores médios por pontos amostral de SST foram submetidos à análise geoestatística a fim de verificar a existência de dependência espacial por meio de ajustes de semivariogramas. De um modo geral, observa-se que os níveis de macro e micronutrientes encontrados nos tecidos foliares das cultivares

Niágara Rosada e Isabel encontram-se na faixa do ótimo e de ligeiro excesso. Já o DRIS demonstrou que os parreirais apresentavam, em geral, deficiência de Zn, S e Cu e excesso de Mg, B, Ca e Fe e mostrou ser um bom método para avaliar o estado nutricional das videiras estudadas. A maturação das uvas Niágara Rosada e Isabel sofreu influência da altitude, sendo que as mais baixas (250 e 500 m) favoreceram maturação mais rápida e a mais alta (650 m) maturação mais lenta. As condições climáticas no ambiente 3 (650 m) contribuíram para menores valores STT, pH e maiores valores de acidez. No ambiente 1 (250 m), o excesso de N contribuiu para os menores valores de STT e o pH para maiores valores de acidez. A qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel produzidas, no Município de Santa Teresa, no estado do Espírito Santo sofreu influência da altitude, sendo que a altitude 3 (650 m) favoreceu para obtenção de maiores valores de acidez titulável total (ATT) e de menores de pH. O teor de SST apresenta dependência espacial com ajuste do semivariograma ao modelo gaussiano com alcance de 18 m. O estudo da variabilidade espacial permitiu a identificação de subáreas para fins de tomada de decisão na colheita.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L., acidez, sólidos solúveis totais, balanço nutricional, maturação.

ABSTRACT

Meneghelli, Caroline Merlo; M.Sc. Universidade Federal do Espírito Santo. February, 2018. QUALITY OF 'NIAGARA ROSADA' AND 'ISABEL' GRAPES IN DIFFERENT ENVIRONMENTS IN THE ESPÍRITO SANTO. Advisor: D.Sc. Julião Soares de Souza Lima. Co-advisors: D.Sc. Samuel de Assis Silva and D.Sc. Jussara Moreira Coelho.

The vine is a culture of great national and world expression and many factors can interfere in the wine production as well as the altitude of cultivation. The objective of this study was to evaluate the quality of the varieties (*Vitis labrusca* L.) Niagara Rosada and Isabel in different environments in Espirito Santo. Firstly, a nutritional diagnosis of the vineyard plants was performed based on the Integrated Diagnosis and Recommendation System (DRIS) and on the sufficiency ranges proposed by Terra (2003). In this stage, leaves were collected during the full flowering period in a randomized complete block design in a plot of subdivided plots in the space. The different environments (three altitudes) were allocated to the plots and, in the subplots, the cultivars were studied (two) with 10 replicates. In the evaluation of the quality of the Niagara Rosada and Isabel grapes, carried out in the laboratory, a randomized complete block design was also used in a plot scheme subdivided in the space with repetitions per treatment. In the laboratory, the following variables were determined in the berries: total soluble solids (TSS), pH, titratable total acidity (TTA), ratio of TSS / TTA and total polyphenols (TP). Monitoring of SST during grapevine maturation was carried out weekly with a portable digital refractometer. For this evaluation, the same statistical design was adopted with 10 replicates per treatment. Finally, the spatial variability of the total soluble solids content (TSS) was evaluated in an Isabel grape vineyard at altitude of 650m. For this analysis a regular sample mesh was constructed, in local coordinates, totalizing 80 sample points. Sampling of the total soluble solids (TSS) of the berries was performed using a portable digital refractometer, determined in the upper, middle and lower berries. The mean values by SST sampling points were submitted to geostatistical analysis in order to verify the existence of spatial dependence through semivariogram adjustments. In general, it is observed that the levels of macro and micronutrients found in the foliar tissues of the cultivars Niagara Rosada and Isabel are in the range of great and slight excess. However, the DRIS showed that the vines

had, in general, deficiency of Zn, S and Cu and excess of Mg, B, Ca e Fe and showed to be a good method to evaluate the nutritional status of the vines studied. The maturation of the Niagara Rosada and Isabel was influenced by altitude, and the lowest (250 and 500 m) favored faster maturation and the highest (650 m) for slower maturation. Climatic conditions in ambient 3 (650 m) contributed to lower STT values, pH and higher acidity values. In ambient 1 (250 m), the excess of N contributes to the lower values of STT and the pH for higher values of acidity. The quality of the Niagara Rosada and Isabel grapes produced in the municipality of Santa Teresa in the state of Espírito Santo were influenced by altitude, and altitude 3 (650 m) favored higher values of total titratable acidity (TTA) and lower pH. The TSS content presents spatial dependence with adjustment of the semivariogram to the Gaussian model with a range of 18 m. The study of spatial variability allowed the identification of subareas for the purpose of decision making at harvest.

Keywords: *Vitis labrusca* L., acidity, total soluble solids, nutritional balance, maturation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização química e das frações granulométricas dos solos dos parreirais nos três ambientes para as duas cultivares estudadas	37
Tabela 2 – Faixas de teores de macronutriente (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) na folha completa, o limbo e o pecíolo coletados durante o pleno florescimento da videira.....	42
Tabela 3 – Análise descritiva dos nutrientes químicos foliares da uva Niágara Rosada nos três ambientes	50
Tabela 4 – Análise descritiva dos nutrientes químicos foliares da uva Isabel nos três ambientes	52
Tabela 5 – Análise de variância dos macronutrientes foliares das duas cultivares de uva nos três ambientes.....	54
Tabela 6 – Análise de variância dos micronutrientes foliares das duas cultivares nos três ambientes.....	54
Tabela 7 – Teores de N, Ca, Mg, S, B e Zn nos três ambientes de estudo e teores de Mg e Fe para as cultivares Niágara Rosada e Isabel	55
Tabela 8 – Nutrientes foliares das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes	56
Tabela 9 – Índices DRIS, Índices de Balanço Nutricional (IBN) para as cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes.....	63
Tabela 10 – Sequência de deficiência a excesso nutricional das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes.....	63
Tabela 11 – Análise de variância dos sólidos solúveis totais (SST) das uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes e em diferentes períodos de avaliação	67
Tabela 12 – Resultados médios do teor de sólidos solúveis totais (SST) ($^{\circ}\text{Brix}$) de bagas das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes e nos diferentes períodos de avaliação	67
Tabela 13 – Análise de variância dos sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH e polifenóis totais (PT) para as uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes.....	71
Tabela 14 – Acidez total titulável (ATT) expressa em g de ácido tartárico/100 mL de polpa, em bagas de uvas das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes. ..	72
Tabela 15 – pH, relação SST/ATT e PT obtidos em uvas das cultivares Niágara	

Rosada e Isabel.....	75
Tabela 16 – pH e relação de SST/ATT em bagas de uvas em três ambientes	75
Tabela 17 – Modelos e parâmetros do semivariograma escalonado pela variância dos dados.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Parreiral da uva Isabel após a prática da poda no ambiente 3	38
Figura 2 – Temperatura do ar (máxima, média e mínima) umidade relativa do ar, velocidade do vento, evapotranspiração de referência e radiação solar dos meses de julho do ano de 2016 a fevereiro do ano de 2017.	40
Figura 3 – Flores de um cacho de uva abertas	41
Figura 4 – Mudança de cor das bagas da cultivar Isabel.....	44
Figura 5 – Distribuição dos pontos amostrais na área experimental.....	47
Figura 6 – Semivariograma do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) ajustado no modelo Gaussiano (Gau)	78
Figura 7 – Mapa da distribuição espacial do atributo °Brix da uva Isabel no ambiente 3 com ajuste ao modelo Gaussiano	79

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Funções intermediárias para a geração dos índices DRIS	42
Equação 2 – Índices DRIS	43
Equação 3 – Índices de balanço nutricional (IBN)	43
Equação 4 – Acidez total.....	45
Equação 5 – Semivariograma	47
Equação 6 – Krigagem ordinária	48
Equação 7 – Erro médio	49
Equação 8 – Desvio das médias	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. HIPÓTESES	19
3. OBJETIVOS	20
3.1. Objetivo geral	20
3.2. Objetivos específicos	20
4. REVISÃO DE LITERATURA	21
4.1. Origem e classificação botânica	21
4.2. Cultivares estudadas	22
4.3. Condições climáticas para a viticultura	23
4.4. Nutrição da videira	26
4.5. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)	32
4.6. Índices de qualidade para uvas	33
5. MATERIAL E MÉTODOS	36
5.1. Descrição dos locais de realização da pesquisa	36
5.2. Descrição dos ambientes de cultivo	36
5.2.1. Condições fisiológicas das plantas para realização da poda.....	37
5.2.2. Tratos culturais.....	38
5.3. Dados climáticos	39
5.4. Diagnose foliar e Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS) . 40	
5.5. Monitoramento dos sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) das bagas durante a maturação	44
5.6. Análises laboratoriais de qualidade de uvas	45
5.7. Variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais	47
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.1. Estado nutricional dos vinhedos	50
6.1.1. Diagnose pelo critério de faixa de concentração e análise de variância	50
6.1.2. Cálculo do Índice DRIS.....	63
6.2. Monitoramento dos sólidos solúveis totais das bagas durante a maturação 66	
6.3. Qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel	70
6.4. Variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais em videira Isabel ..	77
7. CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

1. INTRODUÇÃO

Ocupando atualmente uma área de 77.786 ha e com uma produção de 984.244 t ano⁻¹ em 2016, a videira é uma das principais fruteiras cultivadas no Brasil (MELLO, 2017). O cultivo da uva no estado do Espírito Santo foi marcado pela chegada dos primeiros imigrantes italianos. No início eles se dedicavam à agricultura, tendo, além da cultura do café e cereais, algumas culturas da pátria de origem, tais como a videira e o bicho da seda. A partir de então, o cultivo da uva foi ganhando expressividade e despertando cada vez mais o interesse dos produtores em virtude da existência de microrregiões do Espírito Santo com condições climáticas propícias para o cultivo desta cultura.

Em termos de variedades de uva para consumo *in natura*, a cultivar Niágara Rosada se destaca. Já para o processamento, as variedades mais utilizadas para consumo em suco são Isabel Precoce, Cora, Violeta, Bordô, Carmen e Concord, enquanto para fabricação de vinhos e espumantes, utilizam-se as variedades Cabernet Sauvignon, Syrah, Lorena, Isabel e Bordô.

Entre os vários fatores que intervêm na produção vitícola, o clima e suas características microclimáticas exercem forte influência sobre o desenvolvimento da videira, sendo determinantes na qualidade da uva e do vinho (ORDUÑA, 2010) e na potencialidade de uma região para a adaptação e produção. Segundo Mandelli (2009), a influência do clima ocorre em todos os estádios fenológicos da videira, ou seja, desde o repouso vegetativo até a queda das folhas. Deste modo, a qualidade final das uvas é diretamente influenciada pelo clima em que a videira está sendo cultivada, e, portanto, para cada condição climática é de se esperar que as características qualitativas das bagas sofram alterações (OLIVEIRA, 2014).

Regina et al. (2010) estudando a influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’, em Minas Gerais, observaram que as uvas produzidas em Cordislândia apresentaram menores teores de acidez titulável e maiores valores de pH e sólidos solúveis totais que as produzidas em Caldas. Os autores atribuíram estas diferenças à latitude das duas regiões produtoras, uma vez que as uvas cultivadas em Cordislândia foram submetidas à temperatura ambiental mais elevada, o que contribui para maior degradação do ácido málico e maior acúmulo de sólidos solúveis das bagas. Brighenti et al. (2015) realizando uma comparação entre as regiões vitícolas de São

Joaquim – SC, Brasil e San Michele All’adige – TN, Itália, observaram que durante o período de maturação, as baixas temperaturas e o elevado acúmulo de radiação solar global são os principais fatores climáticos que diferenciam as regiões avaliadas e interferem de forma marcante na qualidade da uva. Em São Joaquim, tais condições favorecem o acúmulo de polifenóis, particularmente a síntese de antocianinas, mas dificultam a degradação dos ácidos.

Dessa forma, sabendo que o Espírito Santo apresenta microrregiões com condições diferenciadas de clima, a variação de altitude entre elas pode exercer influência no potencial qualitativo das uvas produzidas.

2. HIPÓTESES

I- Os métodos, faixas de concentração de nutrientes e DRIS mostram-se como bons métodos para avaliar o estado nutricional das videiras Niágara Rosada e Isabel, detectando as faixas de concentração de cada nutriente, além de estabelecer uma ordem de deficiência e/ou excesso;

II- A maturação das uvas Niágara Rosada e Isabel produzidas no Espírito Santo sofre influência da altitude, sendo que os ambientes de cultivos em menores altitudes favorecem maturação mais rápida e em ambientes mais altos a maturação é mais lenta;

III- A cultivar de uva Niágara Rosada apresenta padrões de qualidade superiores à da Isabel no estado do Espírito Santo;

IV- A qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel produzidas no estado do Espírito Santo sofre influência da altitude, sendo que as mais baixas contribuem para uvas mais ricas em açúcar e com menor acidez e as mais altas para uvas menos doces e mais ácidas;

V- O estudo da variabilidade espacial permite a identificação de subáreas para fins de tomada de decisão na colheita em um parreiral de uva, possibilitando a colheita de áreas homogêneas e com maior valor de sólidos solúveis totais (SST).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade das variedades (*Vitis labrusca* L.) Niágara Rosada e Isabel em três diferentes ambientes, nas altitudes médias de 250, 500 e 650 m, no estado do Espírito Santo.

3.2. Objetivos específicos

- I- Realizar o diagnóstico nutricional das plantas das cultivares Niágara Rosada e Isabel nas diferentes altitudes e interpretar com base no Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS);
- II- Avaliar o efeito da altitude sobre a qualidade das uvas produzidas nos diferentes ambientes;
- III- Avaliar o teor de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos em diferentes ambientes e épocas de maturação das videiras;
- IV- Determinar a variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais (SST) em um parreiral de uva da cultivar Isabel na altitude de 650 m identificando zonas diferenciadas.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Origem e classificação botânica

A videira pertence à família Vitaceae, que abrange mais de 600 espécies distribuídas nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas (GIOVANNINI, 2014). A família Vitaceae pode ser dividida em dois gêneros: *Vitis* e *Cissus*. O gênero *Vitis* é dividido em dois subgêneros: Muscadínea (3 espécies) e Euvitis (mais de 50 espécies).

De acordo com SOUZA LEÃO (2001), o germoplasma de *Vitis* está distribuído em três centros de origem:

a) Centro Euroasiático, caracterizado por clima temperado, com verão quente e seco e inverno frio e úmido, do qual são originárias a *V. vinifera* e a *V. silvestris*. A bibliografia refere que a *V. vinifera*, videira mais cultivada no mundo, teria se difundido por toda a região mediterrânea a partir do Cáucaso, região situada entre a Armênia e a Pérsia;

b) Centro Asiático, que abrange regiões com clima muito diverso desde latitudes entre 40 e 50° N, de onde é originária a *V. amurensis*, até a ilha de Java a 10° de latitude sul, onde é encontrada a *V. flexuosa*. Este centro é rico em espécies e em variabilidade genética pela sua própria dimensão territorial e amplitude climática. De maneira geral as espécies asiáticas são pouco conhecidas e raramente têm sido utilizadas;

c) Centro Americano, ocorrem 33 espécies descritas e classificadas, ocupando vasto território a partir do Canadá, onde vegeta a *V. riparia*, até a América Central, Colômbia e Equador onde é encontrada a *V. caribaea*. A riqueza de espécies deste centro de origem é de grande importância para a produção de uvas e derivados, bem como na utilização de programas de melhoramento genético (SOUZA, 2013).

As plantas pertencentes ao subgênero *Euvitis* ou *Vitis*, cujo centro de origem se localiza na Europa e Ásia, compõem as principais cultivares de uvas consumidas (GIOVANNINI, 2014).

A produção de uvas de mesa no Brasil pode ser dividida em dois grupos: um formado pelas uvas finas de mesa (*Vitis vinifera* L.) e outro pelas uvas comuns ou rústicas de mesa (*Vitis labrusca* L. e outras espécies híbridas americanas) (CABRAL, 2009). No Brasil, alguns exemplos de cultivares plantadas de uvas finas: *Vitis vinifera* (Itália, Rubi, Benitaka, Brasil, Red Globe); Uvas comuns: *Vitis labrusca* (Niágara Rosada) e cruzamento de *Vitis labrusca* x *Vitis vinifera* (Isabel); Uvas para vinho: *Vitis*

vinifera (Cabernet Sauvignon, Cabernet franc, Syrah, Chenin Blanc, Moscato, Merlot) (CAMARGO, 1998).

Devido à expressão que a cultura da uva possui em todo o mundo, a sua qualidade é muito estudada. Na literatura, é possível encontrar diversos trabalhos que abordam sobre a qualidade em função de diferentes sistemas de produção, de poda, níveis de desfolha, sistemas de condução, porta-enxertos (ROMBALDI et al., 2004; SANTOS; PEREIRA; MOREIRA, 2015; ALMEIDA; ONO, 2017; CIPRIANO et al., 2015), entre outros. Em contrapartida, ainda são poucos os trabalhos que estudam a influência da altitude sobre a qualidade da uva. No Brasil, pode-se citar alguns trabalhos. BRIGHENTI et al. (2014) avaliaram o desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. BRIGHENTI et al. (2015), realizaram uma comparação entre as regiões vitícolas de São Joaquim – SC, Brasil e San Michele All’Adige – TN, Itália. Regina et al. (2010) estudaram a influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’ em Minas Gerais.

4.2. Cultivares estudadas

Niágara Rosada: A cultivar Niágara Rosada é uma uva da família das *Labruscas* e surgiu no estado de São Paulo por mutação somática natural de ‘Niágara Branca’, encontrada em 1933, nos vinhedos de Antonio Carbonari, localizados no Distrito de Louveira, Município de Jundiaí, SP (SOUSA; MARTINS, 2002).

Dentre as cultivares de mesa, a ‘Niágara Rosada’ destaca-se como uma das preferidas do paladar brasileiro (DETONI et al., 2005), sendo a principal cultivada no Brasil. Segundo Pommer et al. (2003), a planta de Niágara Rosada é de vigor médio, possui ciclo curto (140 dias em média), é produtiva e apresenta boa resistência às pragas e doenças.

Os cachos são de tamanho médio, cônicos e compactos, pesando em média 0,20 a 0,30 kg, com baixa resistência ao transporte e ao armazenamento. As bagas apresentam massa média de 0,005 a 0,006 kg, de formato ovalado, película de coloração rosada coberta intensamente com pruína e com polpa mucilagínosa; possui sabor aframboesado denominado *foxy*, avulpinado ou cheiro de raposa, típica das *Labruscas* (GOMES, 2006). Apresenta sabor característico muito apreciado pelo consumidor, sendo que a polpa desprende-se facilmente da película, quando a baga é pressionada (CAMARGO, 1998).

Por ser uma cultivar com menor exigência em tratamentos culturais em relação às cultivares de uva fina, a Niágara Rosada tem se destacado como alternativa para a diversificação de espécies frutíferas cultivadas na região de Santa Teresa-ES (BUSATO et al., 2013).

Isabel: Uma das principais cultivares das *Vitis labrusca*, a cultivar ‘Isabel’, também nomeada ‘Isabella’, ‘Brasileira’ ou ‘Nacional’ (LORENZI, 2006) é uma espécie híbrida natural de *Vitis labrusca* x *Vitis vinífera* (NIXDORF; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010). A uva Isabel é originária do sul dos Estados Unidos e foi introduzida no Brasil primeiramente, no Estado do Rio Grande do Sul, nos anos de 1839 e 1842 (ROMBALDI et al., 2004).

O crescimento no cultivo da uva Isabel no Brasil deu-se devido à sua fácil adaptação às variações climáticas, poucas intervenções de manejo, alta produtividade e resistência às pragas (NIXDORF; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010). O predomínio da uva Isabel nas regiões tradicionais, assim como sua expansão em novos pólos produtivos, decorre da facilidade de adaptação às diferentes condições ambientais originando produtos com tipicidade e de boa aceitação no mercado (CAMARGO, 2004).

Esta variedade é caracterizada por possuir cachos cônicos e soltos, com bagas bastante densas e facilidade no amadurecimento rápido, no entanto, apresenta pouca resistência pós-colheita. Os cachos são médios, bagas tintas, arredondadas recobertas de pruína, polpa sucosa com sabor doce e aroma devido ao seu elevado teor de antranilato de metila, responsável pelo aroma forte da espécie (LORENZI, 2006).

A uva Isabel é bem adaptada às condições de clima úmido. Possui sabor característico das labruscas, adaptando-se a todos os usos, é consumida como uva de mesa, usada para a elaboração de vinhos brancos, rosados e tintos, os quais, muitas vezes, são utilizados para a destilação ou para a elaboração de vinagre (MACHADO et al., 2015). Além de originar suco de boa qualidade, pode ser matéria-prima para doces, geleias, entre outros produtos (DETONI et al., 2005).

4.3. Condições climáticas para a viticultura

As condições climáticas, função da posição geográfica e altitude, exercem grande influência sobre o desenvolvimento, a produção e a qualidade da uva. Segundo

Mandelli (2005), cada estágio fenológico necessita de quantidade adequada de luz, água e calor para que a videira possa se desenvolver e produzir uvas de qualidade.

Temperatura do ar: A temperatura do ar é uma variante climática que exerce grande influência sobre o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira. De acordo com COSTA CURTA e ROSELLI (1980), citados por SOARES e LEÃO (2009), a faixa de temperatura média, considerada ideal para o cultivo da videira, situa-se entre 20°C e 30°C.

As reações da fotossíntese são menos intensas em temperaturas inferiores a 20°C, crescem com o aumento da temperatura, atingindo o máximo entre 25° e 30°C, voltando a cair quando a temperatura aproxima-se de 45°C. Entre 10°C, limiar de crescimento aparente e 30°C, o crescimento aumenta com a temperatura, sendo que o ótimo se situa ao redor de 25-30°C. Acima de 30-32°C, o crescimento diminui e cessa ao redor de 38°C (REYNIER, 2002).

A temperatura do ar interfere na atividade fotossintética das plantas, porque este fenômeno envolve reações bioquímicas, cujos catalisadores (as enzimas) são dependentes da temperatura para expressar sua atividade máxima (RODRIGUES, 2009).

Para que ocorra a quebra de dormência e brotação, são necessárias temperaturas entre 10° e 13°C, porém não superiores a 18°C (POMMER, 2003). Segundo Kishino; Carvalho; Roberto (2007), no outono-inverno as temperaturas abaixo de 10°C atrasam a brotação das gemas, retardam o desenvolvimento inicial do broto e favorecem a transformação da inflorescência em gavinha. Além disso, o frio dificulta a germinação do pólen e o desenvolvimento do tubo polínico, propiciando a formação de bagas com menor número de sementes. Por outro lado, os dias claros e secos, com temperaturas entre 20°C e 26°C são ideais para ocorrência de uma perfeita polinização e fecundação.

Nas demais fases da cultura, a temperatura do ar possui estreita relação com as suas durações, sendo menores quanto maiores as temperaturas (POMMER, 2003). Temperaturas elevadas durante o ciclo vegetativo antecipam a maturação da uva e influem no aumento do teor de açúcar na baga. Na fase de desenvolvimento da baga, a temperatura ideal está em torno de 22°C e na fase de maturação, em torno de 27°C (POMMER, 2003). As bagas ficam mais coloridas nas épocas do ano em locais com amplitude térmica diária superior a 10°C na fase de pré-amolecimento. As temperaturas em torno de 27°C são propícias para o amadurecimento da uva e o calor contribui para

umentar os teores de açúcares. No estágio de pré-amolecimento da baga, as temperaturas acima de 30°C com umidade do ar baixa, podem provocar escaldadura nos frutos (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

A temperatura do ar também exerce papel importante na qualidade do fruto. Verifica-se que, entre 10° e 16°C, a videira vegeta bem e produz frutos de ótima qualidade, enquanto que, entre 16° e 21°C ela se desenvolve com exuberância, com produção abundante, mas de qualidade inferior (POMMER, 2003).

Precipitação: A precipitação pluvial (mm) possui influência não somente na sua quantidade total anual, mas também na sua distribuição ao longo do ciclo vegetativo da videira (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

As videiras são consideradas resistentes à seca, qualidade essa atribuída ao seu sistema radicular ser capaz de penetrar no solo às grandes profundidades. Adaptam-se bem desde zonas onde a precipitação pluvial não ultrapassa 200 mm até aquelas mais úmidas com mais de 1000 mm anuais (POMMER, 2003).

As videiras preferem um clima seco com precipitações entre 400 e 600 mm anuais (GIOVANNINI; MANFROI, 2009). No Brasil, a cultura vem sendo conduzida desde regiões bastante úmidas até regiões semiáridas nordestinas, onde se torna indispensável o emprego da irrigação (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

A deficiência e o excesso hídrico afetam consideravelmente o comportamento dos estádios fenológicos da videira, comprometendo a qualidade e a produtividade dos frutos (TEIXEIRA et al., 2002), podendo afetar desde os estádios iniciais de produção das bagas até a sua maturação.

Durante a floração, chuva persistente pode dificultar a queda da corola e a liberação do pólen, originando bagas com menor número de sementes. Durante o crescimento vegetativo a chuva contínua favorece a infecção por doenças fúngicas da parte aérea, além de lavar os fungicidas aplicados e não permitir a realização de tratamentos fitossanitários (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Precipitação durante o período de florescimento causa falhas na frutificação e, durante a maturação, apodrecimento dos frutos e perda de qualidade (SIMÃO, 1998). Na fase final da maturação, um período seco do fruto é desejável para se produzir uva mais doce com polpa firme sem rachadura, sem podridão e com “vida de prateleira” mais longa (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Radiação solar: A videira, por ser uma planta heliófila, é exigente em radiação solar, sendo que a falta de luz causa problemas, principalmente durante a floração e a maturação (POMMER, 2003). Normalmente as videiras necessitam, durante seu período vegetativo, de 1.200 a 1.400 horas de sol (SENTELHAS, 1998).

Os principais efeitos da luz no metabolismo da videira estão associados à diferenciação da fertilidade de gemas/cacho, ao crescimento e à composição das bagas, às trocas gasosas nas folhas e ao metabolismo de nitrogênio (SOARES; LEÃO, 2009). A luz é indispensável para a realização da fotossíntese e a radiação fotossinteticamente ativa é absorvida na faixa entre 400 a 700 nm.

Valores mais elevados de insolação durante o período de primavera-verão favorecem a formação de gemas e a maturação (HIDALGO, 1980). Com a incidência adequada de luz, a casca da baga torna-se mais colorida e espessa. Porém, na fase de pré-amolecimento da baga, a incidência direta de radiação solar forte nas bagas pode causar o “golpe de sol” (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Umidade relativa do ar: Segundo Teixeira (2004), a umidade do ar durante o ciclo da cultura da videira influencia tanto nos aspectos fisiológicos quanto favorece o surgimento de doenças fúngicas. Valores mais elevados proporcionam o desenvolvimento de ramos mais vigorosos, aceleram a emissão das folhas e favorecem uma maior longevidade. Porém, quando associados a temperaturas elevadas a incidência de fungos é muito maior. Na viticultura, a umidade ideal está entre 62% e 68% e valores acima de 75%, associados à temperatura alta, durante o período vegetativo favorecem a infecção por míldio, podridão do fruto, mancha-da-folha e ferrugem, devido ao prolongamento do molhamento foliar em que ocorre formação de água livre sobre os tecidos (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

A atuação da umidade do ar no processo de evapotranspiração, a diferença entre as pressões do vapor d'água na cultura e do ar são fatores determinantes para a remoção do vapor (TEIXEIRA, 2004). A baixa umidade do ar, por outro lado, favorece a proliferação de ácaros e oídio como também, a transpiração da planta (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

4.4. Nutrição da videira

Para que a videira se desenvolva e expresse seu potencial produtivo, torna-se

necessária a otimização dos fatores de produção e entre esses fatores, está a presença dos nutrientes minerais em quantidades adequadas e balanceadas no solo (SOUZA; MOURA; BRITTO, 2008). A videira necessita em ordem de K, N, Ca, Mg e P, respectivamente (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Nitrogênio: O N é constituinte da proteína, da clorofila e de outros compostos orgânicos importantes da planta. É um nutriente indispensável para o crescimento vegetativo da planta e é necessário principalmente no início da vegetação até a formação de bagas (SIMÃO, 1998). Quando utilizado em quantidade adequada, em equilíbrio com outros nutrientes (principalmente com K e Ca) e no momento oportuno, assegura à videira um desenvolvimento vegetativo moderado, alta produtividade e produção de fruto de melhor qualidade (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). Por outro lado, a planta deficiente em N é incapaz de sintetizar quantidades normais de clorofila, o que afeta a sua eficiência fotossintética. Como consequência a planta não produz quantidades suficientes de fotossintetizados para garantir seu desenvolvimento normal e armazená-los para usar no ciclo seguinte (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

A deficiência de N pode resultar em clorose das folhas mais velhas, ângulo agudo entre caule e folhas, folhas menores, redução no perfilhamento, baixo teor de clorofila, crescimento diminuído e senescência precoce (FONTES, 2001), afetando diretamente a produção. Em contrapartida, quando em excesso, retarda a maturação do fruto e da planta, causa o dessecamento da ráquis e dos sarmentos, predisposição a doenças e desequilíbrio na relação C/N (ALBUQUERQUE, 2004).

Fósforo: O P participa das reações bioquímicas do metabolismo dos carboidratos, da respiração, da divisão celular e do desenvolvimento dos tecidos meristemáticos. Além disso, é responsável pelo armazenamento e fornecimento de energia, favorece o desenvolvimento radicular, aumenta a capacidade de absorção de íons da solução do solo e auxilia na diferenciação das gemas (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

A deficiência desse elemento causa redução no desenvolvimento do sistema radicular, retardamento no crescimento e escassa lignificação dos tecidos (FREGONI, 1980), entretanto, essa sintomatologia se manifesta apenas quando a deficiência é muito acentuada, o que geralmente não acontece com a videira em campo.

É absorvido na forma de H_2PO_4 e apresenta-se com mobilidade dentro da planta (KISHINO; MASHIMA, 1980, citado por SOUSA, 1996). Por causa dessa mobilidade, os primeiros sintomas de deficiência começam a aparecer, inicialmente, nas folhas mais velhas da planta e se caracterizam por uma clorose e presença de antocianina (coloração roxo-violeta) evoluindo para necrose e secamento (SOUZA LEÃO et al., 2001).

A dose adequada de P proporciona a uva uma coloração ideal e uma melhor resistência ao manuseio, transporte e conservação (SOUSA, 1996). KLEIN et al. (2000) citados por FOGAÇA (2005) sugerem que a relação entre a concentração de P na colheita (pico cumulativo de demanda) e a concentração na floração (período de menor demanda) poderia ser um indicativo mais apropriado do *status* nutricional da planta do que a concentração na floração ou na colheita separada.

Potássio: O K é indispensável na síntese de proteínas, fotossíntese, respiração, translocação de fotossintetizados e regulação osmótica. Além disso, ele contribui no aumento da produtividade por favorecer a diferenciação das gemas e promover a formação de primórdios florais maiores (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

É o elemento tido como o de maior importância para videira, sendo importante na qualidade das uvas e atuando sobre a produção de carboidratos, na cor e no brilho das bagas (SIMÃO, 1998). A necessidade é mais intensa, nos estádios de lignificação dos ramos e maturação dos frutos. Uma planta suprida com quantidade adequada de K tem folhas mais espessas e de tamanho médio, apresentando maior eficiência fotossintética e também favorece a maturação do sarmento (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Os sintomas de deficiência de K manifestam-se, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas, com um amarelecimento internerval, seguido de necrose da zona periférica do limbo que vai progredindo para o interior do tecido internerval (SOUZA LEÃO et al., 2001). O excesso de N contribui para aumentar a necessidade de K pela planta. Teores elevados de Ca e Mg no solo em relação ao K, falhas no sistema de irrigação, danos no sistema radicular e lençol freático na altura da zona radicular são fatores que, isoladamente ou em conjunto, dificultam a absorção de K pelas raízes (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Cálcio: O Ca é necessário para a ativação enzimática, regulação da permeabilidade da membrana citoplasmática, formação da parede celular, neutralização dos ácidos tóxicos,

desenvolvimento e funcionamento das raízes, germinação do pólen e desenvolvimento do tubo polínico (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). O Ca é absorvido na forma de Ca^{2+} e requerido pela videira em quantidade relativamente grande. É um elemento fundamental do ponto de vista catalítico (IBA, 2009).

A deficiência de Ca causa a paralisação do crescimento dos ramos e raízes, retardando o desenvolvimento da planta. Afeta, particularmente, os pontos de crescimento da raiz (SOUZA LEÃO et al., 2001). A deficiência se manifesta nas folhas jovens por uma clorose internerval e marginal, seguida de necrose das margens do limbo, podendo ocasionar, ainda, a morte dos ápices vegetativos (SOUZA LEÃO et al., 2001).

A concentração de Ca no solo influencia o comportamento produtivo e qualitativo da videira. Um solo rico em Ca poderá produzir vinhos mais apreciados, ou seja, ricos em substâncias aromáticas (SOUSA et al., 1996). Na prática, tem-se observado que o fornecimento de Ca via solo, no período de uma a duas semanas antes do amolecimento da baga, diminui a incidência de podridão, melhora o paladar (por diminuir o tanino) e aumenta a vida de prateleira da uva (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Magnésio: O Mg é constituinte da molécula da clorofila e atua como ativador enzimático (SIMÃO, 1998). Auxilia na formação de outros pigmentos, como o caroteno, em particular; ativa importante enzima do metabolismo glucídico e proteico; ativa a fosfatase e a peroxidase e influencia o processo de oxirredução (FREGONI, 1980). A videira é medianamente exigente neste nutriente, que é absorvido na forma de Mg^{2+} .

Plantas deficientes em Mg apresentam clorose internerval nas folhas velhas, mas, as nervuras permanecem verdes, aparecendo áreas avermelhadas junto às áreas cloróticas. A deficiência pode ocorrer em parreirais ainda em formação, cultivados em solos arenosos com baixa capacidade de troca catiônica (CTC) (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Enxofre: O S participa da formação de substâncias determinantes de qualidade como aminoácidos, óleos, proteínas e desempenha funções de ativação de enzimas proteolíticas. Possui um papel importante no processo de acúmulo e transferência de energia (SOUSA et al., 1996) e é absorvido pela raiz como SO_4^{2-} , sendo que as folhas

podem absorver SO_2 na forma gasosa.

Normalmente as videiras estão bem supridas em S devido ao seu fornecimento por meio de adubações com sulfato de amônio, superfosfato simples, sulfato de potássio e pulverizações com o sulfato de cobre (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). Os sintomas de deficiência aparecem, inicialmente, nas folhas mais novas, devido à sua baixa mobilidade no floema e se caracterizam por uma clorose semelhante à deficiência de N (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Boro: O B é essencial para a formação da parede celular, divisão e aumento do tamanho das células, e funcionamento da membrana citoplasmática. A presença de B facilita o transporte dos fotossintetizados das folhas para os outros órgãos da planta. Além disso, é importante para aumentar a germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

Esse nutriente é absorvido como H_3BO_3 e H_2BO_3^- e apesar de não ser um constituinte enzimático, explicam-se os efeitos sobre as reações das enzimas catalase, polifenoloxidase, peroxidase. Além da ativação da síntese de clorofila e a produção de açúcar. Participa, ainda, no transporte de glucídios, enquanto se completa com este, atravessando com mais facilidade a membrana celular. Influencia na absorção e na mobilidade do Ca na planta (FREGONI, 1980).

A carência desse nutriente provoca diminuição dos internódios, emissão de feminelas, morte do ápice vegetativo e envassouramento. Nos cachos florais, ocorre aborto excessivo de flores, raleamento dos cachos, pode ocorrer dessecação parcial ou total dos cachos, necrose nas bagas e necrose interna e externa (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Os sintomas de deficiência de B manifestam-se, primeiramente, nas folhas novas, evoluindo para os frutos, uma vez que a polinização e a frutificação da videira são os processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência desse nutriente (SOUZA LEÃO et al., 2001). Em condições de seca acelera-se o aparecimento de sintomas de deficiência, que, muitas vezes tendem a desaparecer quando a umidade do solo atinge níveis adequados.

Manganês: O Mn ativa enzimas muito diversas e participa de transporte eletrônico na fotossíntese. Ele é essencial para a formação da clorofila, multiplicação e funcionamento do cloroplasto (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). É

absorvido como Mn^{2+} e Mn^{3+} e não se redistribui na planta.

A carência de Mn se manifesta por clorose marginal e internerval não bem definida nas folhas maduras. Sob condições de pH elevado, excesso de matéria orgânica, altos teores de P, Cu e Zn e períodos de seca, podem aparecer sintomas de deficiência de Mn. Em geral, a videira está bem suprida de Mn, pois é fornecido por meio de pulverizações com fungicidas a base de Mn (TERRA; TECCHIO, 2008).

Cobre: O Cu é um ativador enzimático, constituindo a parte não proteica de certas enzimas oxidantes (SOUSA et al., 1996). Ele é absorvido na forma de Cu^{2+} e sua carência não é comum na videira visto que o Cu é fornecido por meio de pulverizações com vários fungicidas cúpricos e calda bordalesa comumente usados na viticultura (TERRA; TECCHIO, 2008). Por outro lado, em algumas situações, observa-se danos causados pelo excesso de Cu, tais como: clorose das folhas e dos ramos novos (principalmente por causa do bloqueio do ferro), desenvolvimento reduzido da parte aérea e do sistema radicular, baixa germinação do pólen, resultando em baixa germinação das flores, com uma queda acentuada de bagas (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Zinco: O Zn participa nos vários sistemas enzimáticos, principalmente no respiratório intervém no metabolismo de açúcares e proteínas, estimula a síntese de auxinas através da produção de triptofano; inibe a polifenoloxidase, reduzindo a decomposição do ácido indolacético (IBA, 2009). Ele é absorvido como Zn^{2+} e Zn quelato. As plantas deficientes desse nutriente apresentam células menores e em menor número, provocando internódios mais curtos, com folhas pequenas e cloróticas, com uma faixa verde ao longo das nervuras principal e secundária (SOUZA LEÃO et al., 2001). Além disso, tendem a produzir cachos menores que o normal, onde as bagas apresentam tamanho variável, de normal a muito pequenas (SOUZA LEÃO et al., 2001).

Geralmente a videira está bem suprida de Zn, pois ele é fornecido por meio de pulverizações com vários fungicidas à base de Zn comumente usados na viticultura (TERRA; TECCHIO, 2008).

Ferro: O Fe ativa enzimas ou faz parte de coenzimas que participam de diversas reações da planta como formação de clorofila, transporte eletrônico na fotossíntese e síntese de proteína (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007).

O Fe é um elemento imóvel na planta e por essa razão, os sintomas de deficiência surgem nas partes terminais, com paralisação do crescimento. A deficiência aparece como uma clorose internerval do limbo, iniciando-se pelas folhas jovens, com sucessiva necrose da margem do limbo e queda das folhas (SOUZA LEÃO et al., 2001).

4.5. Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS)

Normalmente, os valores de níveis críticos (NC) e faixas de suficiência (FS) de nutrientes em tecidos vegetais são estabelecidos a partir de resultados de experimentos de calibração e quanto maior a estratificação de ambientes em que os experimentos são repetidos, maior será a confiabilidade em se definir os valores de referência para dada cultura (KURIHARA et al., 2013). Porém, como em geral, como não é conduzida uma vasta rede de experimentos é plausível esperar que essas faixas de suficiência (FS) necessitem de adequações, considerando-se a existência de diferenças marcantes na eficiência em absorver e utilizar os nutrientes, bem como no potencial produtivo atualmente apresentado pelas cultivares (KURIHARA et al., 2013).

Considera-se que os nutrientes, cuja concentração esteja fora desses limites, provavelmente interfiram no crescimento, no rendimento ou na qualidade dos frutos (TEIXEIRA et al., 2015).

O diagnóstico nutricional constitui-se em um instrumento eficiente para detectar desequilíbrios e auxiliar no processo de recomendação de fertilizantes para videiras. Usualmente, esses diagnósticos em videira são feitos a partir da análise química do tecido foliar e posterior comparação com teores foliares ótimos, utilizando-se como padrões de níveis críticos (NC) ou de faixas de suficiência (FS) (TEIXEIRA et al., 2015).

O método do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) compara razões entre pares de nutrientes de uma lavoura amostrada com valores de referência ou normas obtidas em população de alta produtividade por meio de uma fórmula padrão, calculando um índice para cada nutriente (SILVA; CARVALHO, 2004). O DRIS é conhecido como um dos métodos mais sofisticados de diagnose.

O método DRIS considera o equilíbrio nutricional da planta e a relação entre os nutrientes, permitindo fácil e rápida visualização e interpretação dos resultados analíticos por intermédio da sequência nutricional em ordem decrescente de requerimento, de deficiência a excesso (AMARAL et al. 2011).

Esse método permite identificar casos em que desequilíbrios nutricionais limitam a produtividade, mesmo quando nenhum dos nutrientes avaliados se encontra abaixo de seu nível crítico (NC). O método fornece a dimensão do balanço nutricional nas plantas, bem como quais os nutrientes estão em excesso e em carência, em relação aos demais elementos (MARTINEZ et al. 2008). Os índices do método DRIS podem assumir valores negativos quando ocorre deficiência do elemento em relação aos demais e positivos indicando excesso. Quanto mais próximos de zero estiverem os índices, mais próxima estará a planta do equilíbrio nutricional, para o elemento em estudo (COSTA, 1995).

Ainda que menos sensível aos fatores mencionados, o DRIS exige amostragens padronizadas, tanto para a elaboração das normas como para sua utilização na diagnose (MOURÃO FILHO, 2004). Segundo IBA (2009), há relatos para frutíferas nos quais o DRIS gerou diagnósticos nutricionais tão ou mais eficientes do que os obtidos por meio de comparações com faixas de suficiência ou níveis críticos.

Existem na literatura diversos trabalhos sobre a aplicação do DRIS na nutrição mineral de plantas envolvendo diferentes cultivares e localidades. Entretanto, para a videira, as normas DRIS publicadas são escassas, discordantes e não contemplam frequentemente o fator qualidade que, nesta cultura, é de extrema importância (CARNEIRO, 2014). No Brasil, pode-se citar Teixeira et al. (2015), que estudando as normas DRIS e nível crítico de nutrientes para videira ‘Niágara Rosada’ cultivada na região de Jundiaí-SP, concluíram que o método para derivar níveis críticos de nutrientes no tecido foliar, empregando-se o DRIS, foi eficiente para a videira.

4.6. Índices de qualidade para uvas

O ponto de colheita das uvas pode ser determinado por características físicas, de aparência e cor das bagas e do engaço, bem como por meio do teste sensorial, da determinação da composição química das bagas, entre outros (POZZAN, 2008).

Sólidos solúveis totais (SST) (°Brix): É um dos parâmetros mais importantes para a determinação do estado de evolução da maturação. Este confere o potencial em álcool e coincide com o início de síntese de composto como polifenóis, antocianinas e aromas (MAGALHÃES, 2008). A acumulação de açúcares na baga está diretamente relacionada com a atividade fotossintética da planta, a qual depende de diversos fatores,

nomeadamente, fatores genéticos, insolação, temperatura, solo, porta-enxerto, quantidade de água disponível no solo e técnicas de cultivo (MAGALHÃES, 2008).

A maturação ideal das uvas destinadas ao consumo *in natura* é estabelecida principalmente pela determinação do teor de SST (mínimo de 16% m/m) e pela relação sólidos solúveis/acidez, determinante na palatabilidade e intensidade de cor (GIL; PSZCZÓLKOWSKI, 2007).

Além de ser uma importante variável para determinação do ponto de maturação dos frutos de videiras, o teor de sólidos solúveis é muito importante para elaboração de vinhos, visto que está diretamente relacionado com os teores alcoólicos da bebida, sendo que, aproximadamente, a cada 2º Brix do mosto corresponde a 1º GL (grau alcoólico) em volume do vinho aproximadamente (PIRES, 2004).

De acordo com Blouin; Guimberteau (2004), no início da maturação, o teor de SST nas bagas é baixo, porque o açúcar sintetizado pela videira é destinado a outras partes da planta, porém, com a evolução da maturação, ocorre uma mudança nas vias de acúmulo de açúcar e estas se direcionam para as bagas, o que leva a grande acúmulo de açúcar nas mesmas, atingindo valores máximos próximos à colheita.

Acidez total titulável (ATT): Determinada a partir da neutralização dos ácidos, utilizando hidróxido de sódio, a acidez total é também conhecida como ATT (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Os quatro principais ácidos que constituem a baga são: o ácido tartárico, o ácido málico, o ácido cítrico e os ácidos fenólicos, sendo que os dois primeiros correspondem a 90% da ATT (MAGALHÃES, 2008).

A composição acídica do mosto/vinho tem como fatores condicionantes a geografia, o solo, o clima, a precipitação e as temperaturas durante o período de maturação da uva (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Durante a maturação das bagas, a ATT demonstra evolução decrescente, isto é, existe uma diminuição no teor de ácidos orgânicos mais propriamente do ácido málico e ácido tartárico. Esta situação deve-se ao fato de estes ácidos funcionarem como substrato para a respiração da planta (GRAÇA, 2014). No caso de verões mais rigorosos verifica-se um aumento do consumo dos ácidos devido ao aumento das temperaturas (REYNIER, 1986).

Segundo Lott; Barret (1967), as concentrações de açúcares e ácidos e sua relação são os principais fatores determinantes do grau de qualidade de uva de mesa. A ATT decresce ao longo da maturação. Entre os fatores que determinam a redução da acidez

do mosto, destacam-se: a diluição dos ácidos devido ao aumento do volume da baga, sua utilização no processo respiratório e a migração de bases, que neutralizam os ácidos e que produzem um aumento do pH e uma redução na ATT (ABE, 2007).

pH: A determinação do pH é eletrométrica que avalia a concentração de íons hidrogênio (H) em uma amostra. Este é um fator determinante para a produção dos vinhos, visto que influencia diretamente a estabilidade microbiológica e físico-química, impedindo o desenvolvimento de condições para oxidações (enzimáticas ou químicas) e atividade microbiana (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Os valores do pH vão aumentando com a evolução da maturação, visto que existem fatores que têm maior ou menor influência nesta tendência como é o caso dos solos férteis, que ao longo da maturação tendem a manter os valores de pH baixos em comparação com solos férteis (CARDOSO, 2007).

O valor do pH é um dos responsáveis pelas características sensoriais e coloração de vinhos e sucos, juntamente com ATT e outros compostos relacionados (SANTANA et al., 2008). Singleton (1987) afirma que valores de pH superiores a 3,9 tornam os vinhos susceptíveis a oxidações levando à perda da cor. Segundo Magalhães (2008), os valores obtidos para o pH na fase herbácea estão compreendidos entre 2,3 e 2,9, podendo no final da maturação acabar com valores entre 3,0 e 4,0.

Polifenóis Totais (PT): Segundo Taiz e Zeiger (2004), os polifenóis são compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário e desempenham uma variedade de funções ecológicas importantes nos vegetais. Estes compostos protegem as plantas contra ataques de pragas e contra a infecção por micro-organismos patogênicos, agem como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes.

Os polifenóis constituem um grupo heterogêneo, composto por várias classes de substâncias com propriedade antioxidante. Essas substâncias estão presentes em vários alimentos e bebidas, mas em especial na uva e em seus derivados (VARGAS; HOELZEL; ROSA, 2008).

As concentrações destas substâncias biologicamente ativas em sucos de uva são determinadas por diversos fatores, dentre eles: a variedade de uva, as condições climáticas, as técnicas de cultivo e de vinificação (TROIAN; VICENZI; ALVES, 2016).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Descrição dos locais de realização da pesquisa

A pesquisa foi realizada no município de Santa Teresa, região Noroeste do Estado do Espírito Santo. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo Cwb (clima temperado marítimo/clima tropical de altitude), com temperatura média anual de 24,6 °C e precipitação anual variando entre 700 e 1.200 mm.

Três propriedades produtoras de uva no município de Santa Teresa foram selecionadas, sendo a primeira na altitude de 250 m (ambiente 1), a segunda na altitude de 500 m (ambiente 2) e a última a 650 m (ambiente 3). Como critérios para seleção das propriedades rurais adotou-se que: em cada altitude cultivassem as mesmas duas variedades (Niágara Rosada e Isabel); variedades cultivadas no mesmo espaçamento; mesma época de poda; mesmo manejo; presença de telas de sombreamento e sistemas de irrigação semelhantes. As altitudes 1, 2 e 3 foram denominadas de ambientes 1, 2 e 3, respectivamente.

5.2. Descrição dos ambientes de cultivo

As videiras cultivadas no ambiente 1 (250 m) encontram-se em uma latitude de 19°52'33" S e longitude de 40°36'65" W, e estão localizadas no distrito de Córrego dos Espanhóis. As videiras cultivadas no ambiente 2 (500 m) encontram-se na latitude de 19°54'49" S e longitude de 40°41'38" W, e estão localizadas no distrito de Vale do Tabocas. Já as videiras cultivadas no ambiente 3 (650 m) encontram-se em uma latitude de 19°56'41" S e longitude de 40°34'38" W e estão localizadas na sede do município de Santa Teresa.

As plantas dos parreirais foram conduzidas em espaçamento de 3,0 m entre linhas e de 2,0 m entre plantas na linha. O sistema de condução foi em sistema latada com tela de sombreamento de 18% e irrigação por gotejamento, exceto no ambiente 3, onde a irrigação foi por microaspersão.

A caracterização química e das frações granulométricas do solo onde os parreirais estão implantados nos três ambientes está apresentada na Tabela 1. As

amostras de solo foram coletadas na camada de 0-0,20 m de profundidade, dispostas em zig-zag, em um total de 15 amostras, que foram homogeneizadas e depois retirada uma amostra composta que foi levada ao laboratório para análise.

Tabela 1. Caracterização química e das frações granulométricas dos solos dos parreirais nos três ambientes para as duas cultivares estudadas.

Atributos	Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 3	
	Niágara Rosada	Isabel	Niágara Rosada	Isabel	Niágara Rosada	Isabel
P (mg dm ⁻³)	247,0	227,2	290,2	135,8	231,6	202,5
K ⁺ (mg dm ⁻³)	334,0	306,0	312	324	150	157
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	5,7	5,6	5,9	4,3	5,8	4,4
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,4	1,4	1,5	1,3	1,6	1,0
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S(mg dm ⁻³)	32	43	32	53	26	27
B (mg dm ⁻³)	0,8	0,5	0,9	0,6	0,9	0,7
Zn (mg dm ⁻³)	2,1	2,0	1,7	2,9	2,7	3,0
Mn (mg dm ⁻³)	135,0	124,5	87,9	88,6	44,8	62,1
Cu (mg dm ⁻³)	3,7	5,6	3,3	5,9	1,6	3,0
Fe (mg dm ⁻³)	30	32	28	51	75	87
M.O. (dagdm ⁻³)	2,0	2,8	3,4	1,9	2,6	3,5
pH (H ₂ O)	6,5	6,4	6,2	6,4	6,3	6,0
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,6	1,6	2,5	1,5	1,6	4,1
SB (cmol _c dm ⁻³)	7,9	7,8	8,2	6,4	7,8	5,8
C.T.C. _(pH7) (cmol _c dm ⁻³)	9,5	9,34	10,7	7,9	9,4	9,9
V (%)	83	83	77	81	83	59
K ⁺ na C.T.C. (%)	9	8	7	10	4	4
Ca ²⁺ na C.T.C. (%)	60	60	55	54	62	44
Mg ²⁺ na C.T.C. (%)	15	15	14	16	17	10
Al ³⁺ na C.T.C. (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H ⁺ +Al ³⁺ na C.T.C. (%)	17	17	23	19	17	41
P-rem (mg L ⁻¹)	29,1	29,3	33,0	22,2	25,2	28,0
Areia Total (%)	51,5	55,9	56,0	49,1	49,1	49,6
Silte (%)	11,3	8,1	13,0	10,4	11,2	12,2
Argila(%)	37,2	36,0	31,0	40,5	39,8	38,2

P-rem: fósforo remanescente e MO: matéria orgânica no solo.

5.2.1. Condições fisiológicas das plantas para realização da poda

A poda de inverno, que é aplicada nas uvas cultivadas no município de Santa Teresa é realizada no fim do repouso vegetativo e no início de um novo ciclo vegetativo da videira, que acontece nos últimos dias do inverno ou início da primavera. É justamente nessa época que a planta começa a mobilizar reservas e as hastes e ramos começam a recuperar a água e os minerais perdidos no inverno. A planta, por meio dos cortes da poda exsuda seiva, indicando que este é o momento ideal para realização da poda. A poda no ambiente 1 foi realizada no mês de agosto/2016 e nos ambientes 2 e 3 no mês de setembro/2016.

O parreiral da uva Isabel após a prática da poda no ambiente 3 está na Figura 1.



Figura 1. Parreiral da uva Isabel após a prática da poda no ambiente 3.

(FONTE: O autor).

5.2.2. Tratos culturais

Durante os ciclos de produção dos parreirais foram realizados tratamentos fitossanitários, manejo de plantas daninhas e práticas como amarração, desponde de ramos, eliminação de brotações duplas e de gavinhas, desnetamento, além de raleio de botões florais, de bagas e cachos.

Em todos os três ambientes os parreirais são atendidos por um Engenheiro Agrônomo que recomenda a adubação mineral e orgânica baseada em análise química de solo, segundo o Manual de Recomendação e Calagem e Adubação para o Estado do

Espírito Santo (PREZOTTI et al., 2007).

5.3. Dados climáticos

Os dados para o estudo consistiram nos valores de temperaturas do ar (máxima, média e mínima), da umidade relativa do ar, da velocidade do vento, da evapotranspiração de referência e da radiação solar mensal que foram derivadas de conjuntos de dados climáticos desenvolvidos por Xavier et al. (2015), que utilizaram os dados de observação diária de 3.625 estações meteorológicas convencionais e/ou automáticas instaladas nas principais bacias hidrográficas brasileiras (para o período entre 1° de janeiro de 1980 e 31 de dezembro de 2013) pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET), Agência Nacional de Águas (ANA) e Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE). Estes dados passaram por um processo de análise qualitativa em relação aos próprios dados e quanto aos diferentes métodos de interpolação conhecidos. A apresentação final é um conjunto de dados meteorológicos observados para todo o Brasil em uma grade regular com resolução de 0,25°.

As variáveis (temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, evapotranspiração de referência e radiação solar) que foram utilizadas para caracterizar o clima das videiras em Santa Teresa-ES no período de julho do ano de 2016 a fevereiro do ano de 2017 estão apresentadas na Figura 2(a-e).

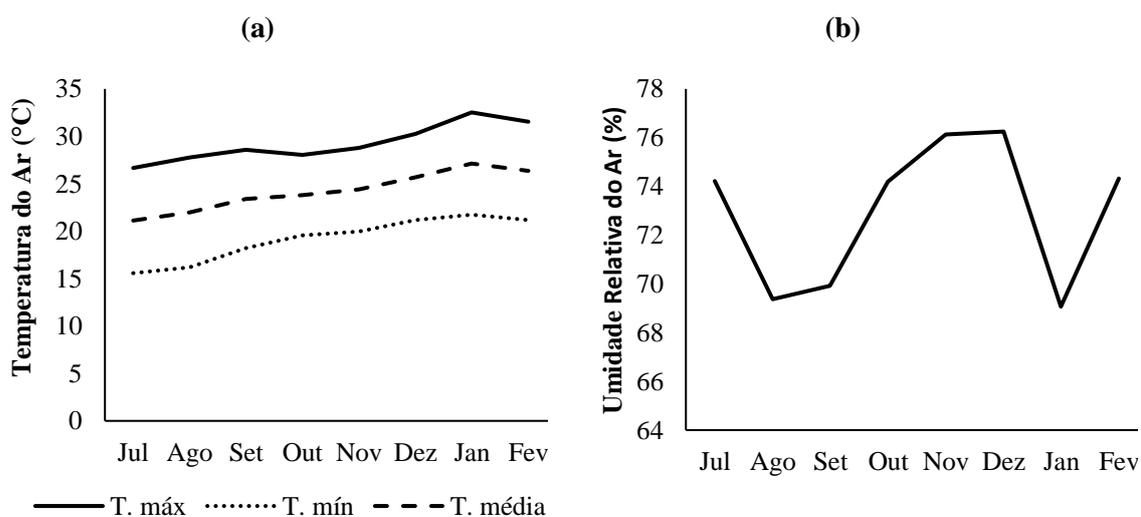




Figura 2. Temperatura do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar, velocidade do vento, evapotranspiração de referência e radiação solar dos meses de julho do ano de 2016 a fevereiro do ano de 2017.

5.4. Diagnóstico foliar e Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)

Para realizar a diagnose foliar (macronutrientes e micronutrientes) das cultivares de uvas em diferentes altitudes, foram coletadas folhas na época de plena floração (quando a maior parte das flores das videiras se encontra no estágio I - flores abertas, prontas para serem fecundadas) (TERRA, 2003), conforme se observa na Figura 3.



Figura 3. Flores de um cacho de uva abertas.

(FONTE: O autor).

Para avaliação do estado nutricional foi adotado um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço, sendo alocados nas parcelas os diferentes ambientes (altitude de 250 m; altitude de 500 m e altitude de 650 m) e, nas subparcelas as duas cultivares estudadas (Niágara Rosada e Isabel). Cada um dos tratamentos (3x2) contou com 10 repetições (blocos), sendo considerados dois pés de uva compondo cada repetição, totalizando vinte pés de uva amostrados aleatoriamente por tratamento. Somente folhas completas e sadias foram analisadas, sendo coletada a primeira folha recém-madura oposta ao primeiro cacho. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificadas e secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante.

Os materiais foliares, após secos foram triturados em moinho tipo Willey com malha de 20 mesh e encaminhados ao laboratório para análise química dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S (macronutrientes) e B, Cu, Fe, Mn e Zn (micronutrientes).

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva (média, mediana, valor máximo, valor mínimo, desvio padrão, ks: coeficiente de assimetria, kc: coeficiente de curtose e CV: coeficiente de variação) e os resultados foram confrontados com as faixas de concentração estabelecidas por Terra (2003) que seguem na Tabela 2.

Tabela 2. Faixas de teores de macronutriente (g kg^{-1}) e micronutrientes (mg kg^{-1}) na folha completa, o limbo e o pecíolo coletados durante o pleno florescimento da videira.

Macronutrientes	Carência	Rápida carência	Ótimo	Ligeiro excesso	Excesso
N	<26,0	26,0-29,0	30,0-35,0	36,0-40,0	>40,0
P	<1,3	1,3-2,3	2,4-2,9	3,0-3,9	>3,9
K	<7,0	7,0-14,0	15,0-20,0	21,0-29,0	>29,0
Ca	<8,0	8,0-12,0	13,0-18,0	19,0-32,0	>32,0
Mg	<3,0	3,0-4,7	4,8-5,3	5,4-10,0	>10,0
S	<2,0	2,0-3,2	3,3-3,8	3,9-6,0	>6,0
Micronutrientes	Carência	Rápida carência	Ótimo	Ligeiro excesso	Excesso
B	<20,0	20,0-44,0	45,0-53,0	54,0-100,0	>100,0
Cu	<5,0	5,0-17,0	18,0-22,0	23,0-40,0	>40,0
Fe	<50,0	50,0-96,0	97,0-105,0	106,0-200,0	>200,0
Mn	<20,0	20,0-66,0	67,0-73,0	74,0-300,0	>300,0
Zn	<15,0	15,0-29,0	30,0-35,0	36,0-200,0	>200,0

FONTE: Terra, 2003.

Com intuito de comparar o estado nutricional das videiras Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes distintos, os dados referentes às variáveis avaliadas foram submetidos ao teste de normalidade (Lilliefors) e de homocedasticidade (Bartlett), pressupostos para a validação da análise de variância (ANOVA). Todas as variáveis obedeceram aos pressupostos e dessa forma foram submetidas à ANOVA, considerando-se os efeitos principais e sua interação na parcela e na subparcela. Apresentado pelo menos um contraste entre as médias aplicou-se o teste de média. Para comparar os ambientes dentro da parcela foi realizado o teste Tukey. Já para comparar as cultivares na subparcela foi realizado o teste t. Para todos os procedimentos foi adotado um “ α ” igual a 0,05.

Além disso, foi realizada a interpretação dos teores foliares com base no Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS). As funções intermediárias para a geração dos índices DRIS foram calculadas pela fórmula proposta por Jones (1981), conforme a Equação 1:

$$f(A/B) = (X/Y - a/b). K/s$$

Eq. 1

em que: $f(A/B)$ = função da relação entre os teores de dois nutrientes da amostra a ser diagnosticada; A/B = valor da relação entre os teores de dois nutrientes da amostra a ser diagnosticada; a/b = valor ótimo (norma) para a relação entre os nutrientes; $K= 1$ (constante de sensibilidade), es = desvio padrão da relação X/Y (norma) na população de referência.

As normas DRIS utilizadas foram as propostas por Carneiro (2014), onde a lavoura de referência foi caracterizada por apresentar produção elevada e cujo valor de produtividade foi maior que 5 t ha^{-1} . Para os cálculos da função normal reduzida foi utilizada a razão média entre os dois nutrientes (a/b) e o desvio padrão médios dos quocientes das razões (a/b) segundo valores referenciados por Terra (2003) (Tabela 1). Após os cálculos das funções normais reduzidas, foram calculados os índices DRIS (ID) seguindo as recomendações de Alvarez e Leite (1999), conforme Equação 2:

$$\text{Índice A} = \{ [f(A/B) + \dots + f(A/Z)] - [f(B/A) + \dots + f(Z/A)] \} / (n+m) \quad \text{Eq. 2}$$

em que: $f(A/B) \dots f(A/Z)$ = função normal reduzida da relação direta entre os teores de dois nutrientes A e B; A e Z; $f(B/A) \dots f(Z/A)$ = função normal reduzida da relação inversa entre os teores de dois nutrientes A e B; Z e A, respectivamente; n = número de funções onde o nutriente A em análise aparece no numerador (relações diretas); m = número de funções onde o nutriente A em análise aparece no denominador (relações inversas).

O DRIS também fornece os índices de balanço nutricional (IBN) de cada ponto, que foram calculados conforme Equação 3:

$$\text{IBN} = |\text{Índice A}| + |\text{Índice B}| + \dots + |\text{Índice Z}| \quad \text{Eq. 3}$$

Em que: Índice A, índice B e índice Z= índices DRIS dos nutrientes A, B e Z.

Esse índice permite verificar se as limitações na produtividade são de ordem nutricional ou não.

5.5. Monitoramento dos sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) das bagas durante a maturação

Após a mudança de cor das bagas, que é observado no estágio de amadurecimento (Figura 4), foram realizadas semanalmente análises do teor de sólidos solúveis (°Brix) das bagas, em três posições: porção alta, média e baixa dos cachos previamente marcados. As análises foram executadas com auxílio de um refratômetro digital portátil ATAGO.



Figura 4. Mudança de cor das bagas da cultivar Isabel.

FONTE: O autor.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço, sendo alocados nas parcelas os diferentes ambientes (altitude de 250 m; altitude de 500 m e altitude de 650 m), nas subparcelas as duas cultivares estudadas (Niágara Rosada e Isabel) e nas subsubparcelas os diferentes períodos de amostragem. Cada tratamento contou com 10 repetições. Para prosseguir com a análise estatística foi realizada uma média dos valores do °Brix das três posições do cacho de forma a aumentar a precisão dos resultados.

A análise da variância foi realizada considerando-se os efeitos de ambiente, cultivar, período e suas interações. No desdobramento da análise estatística foi utilizado

o teste de Tukey a 5% de probabilidade nas interações.

5.6. Análises laboratoriais de qualidade de uvas

Para avaliar a qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel foram realizadas em laboratório análises físico-químicas de qualidade dos frutos. Em campo, foi adotado um delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no espaço, sendo alocados nas parcelas os diferentes ambientes (altitude de 250 m; altitude de 500 m e altitude de 650m) e; nas subparcelas, as duas cultivares estudadas (Niágara Rosada e Isabel). Cada um dos tratamentos (3x2) contou com 5 repetições (blocos), sendo considerados 2 pés de uva em cada repetição. Foi amostrado 1 cacho para cada pé de videira de forma aleatória, totalizando 2 cachos por repetição e 10 cachos por tratamento. A amostragem foi realizada no estágio de maturação.

A coleta dos cachos foi feita no momento da colheita realizada pelos produtores da região que ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro/2016, onde de acordo com que as uvas atingiam a maturação fisiológica, eram colhidas. No entanto, devido à demanda de mercado, muitas vezes a uva Isabel foi colhida no mesmo período que a uva Niágara Rosada. As uvas coletadas foram armazenadas a -80°C até obtenção de todo estande para realização das análises laboratoriais, sendo determinadas as seguintes variáveis:

Sólidos solúveis totais (SST): O teor de sólidos solúveis totais foi obtido por refratometria. As bagas sem a casca foram prensadas manualmente e o suco obtido foi coletado com uma pipeta para realizar as leituras usando um refratômetro portátil ATAGO (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985).

Acidez total titulável (ATT): Para determinação da acidez total titulável foram utilizados 5 mL do suco da polpa diluídos em 40 mL de água destilada. Adicionaram-se três gotas de indicador de fenolftaleína 1%. A titulação foi realizada sob agitação, com solução de NaOH 0,1 N, previamente padronizada com biftalato de K até a virada de cor da amostra (PREGNOLATTO; PREGNOLATTO, 1985). Considerando a Equação 4 obteve-se a acidez total titulável:

$$\text{Acidez total titulável}_{(g/100 \text{ mL})} = n.N.Eq/10.V$$

Eq.4

em que: n = volume de NaOH 0,1N utilizado na titulação (mL); N = normalidade da solução de hidróxido de sódio; V = volume de suco de polpa usado; Eq = equivalente-grama do ácido tartárico.

pH: Para determinação do pH, as bagas foram esmagadas até se obter 20 mL de mosto. O volume foi transferido para um becker de 100 mL e em seguida foi agitado lentamente e o eletrodo foi mergulhado no líquido. Após estabilização foi realizada a leitura de pH.

Relação STT/ATT: obtida por meio do quociente entre STT/ATT.

Polifenóis Totais: A extração de compostos fenólicos totais foi por meio de metodologia adaptada de Francis (1982). As bagas de uva foram maceradas com etanol 70% e acidificadas com uma solução de ácido clorídrico (HCl) para atingir pH 2,0. A extração ocorreu durante um período de 24 horas, à temperatura de refrigeração (8 ± 2 °C). Posteriormente, o extrato foi filtrado a vácuo e seguiu para as quantificações de polifenóis totais.

O teor de polifenóis totais (PT) foi determinado segundo método colorimétrico Folin-Ciocalteu de acordo com a metodologia adaptada de Singleton; Rossi (1965). A determinação do conteúdo fenólico total consistiu na adição de 0,6 mL da amostra (previamente diluída 2:10 em etanol 70%) em 3,0 mL de reagente Folin-Ciocalteu diluído em água destilada (1:10; v/v); após 3 minutos de repouso ao abrigo da luz, foi adicionado 2,4 mL de solução saturada de Na_2CO_3 (7,5 %; m/v). Após 1 hora de repouso em ausência de luz, a leitura da absorbância foi realizada a 760 nm por espectrofotometria. O PT foi determinado utilizando curva padrão de ácido gálico (0–200 mg L⁻¹) e os resultados expressos em ácido gálico equivalente por 100 gramas de polpa (mg AGE 100 g⁻¹).

Com intuito de comparar a qualidade das videiras Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes distintos as variáveis avaliadas foram submetidas ao teste de normalidade (Lilliefors) e de homocedasticidade (Bartlett), pressupostos para a validação da análise de variância (ANOVA). Todas as variáveis obedeceram aos pressupostos e dessa forma foram submetidas à análise de variância (ANOVA), considerando-se, os efeitos principais e sua interação na parcela e na subparcela. No desdobramento da análise estatística foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.7. Variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais

A variabilidade espacial de sólidos solúveis totais foi realizada em campo no mês de fevereiro de 2017 com auxílio de um refratômetro digital portátil ATAGO, no ambiente 3 na cultivar Isabel.

Os pontos de amostragens foram demarcados com coordenadas locais (Figura 5), totalizando-se 80 pontos amostrais, sendo cada ponto um pé de uva, perfazendo-se uma área por ponto de 6,0 m², no espaçamento de 3,0 m entre linhas e de 2,0 m entre plantas.

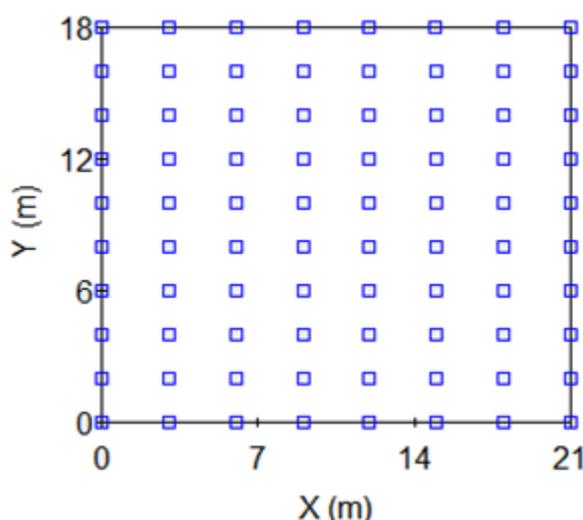


Figura 5. Distribuição dos pontos amostrais na área experimental.

Em cada ponto amostral foi marcado o primeiro cacho do primeiro ramo produtivo da planta. A análise do °Brix (SST) foi realizada em três posições no cacho marcado (posição alta, média e baixa, respectivamente) de modo a garantir uma maior representatividade do °Brix em todo cacho.

Após coleta em campo, através do intervalo interquartil, realizou-se a análise exploratória para verificar a presença de dados discrepantes (*outliers*) e sua influência sobre as medidas de tendência central.

Os valores de SST foram submetidos à análise geoestatística a fim de verificar a existência e quantificar a dependência espacial, considerando-se a hipótese de estacionaridade intrínseca por meio de ajuste de semivariograma, estimado pela Equação 5:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad \text{Eq. 5}$$

em que: $N(h)$ é o número de pares de valores medidos $Z(x_i)$, $Z(x_i+h)$, separados por um vetor h e x_i é uma posição espacial da variável aleatória Z .

À nuvem de pontos $[h, \gamma(h)]$ ajusta-se uma função matemática, cujos parâmetros são conhecidos como: efeito pepita (C_0), correspondendo ao valor da interseção no eixo das semivariâncias; patamar ($C_0 + C$), aproximadamente igual ao valor da variância dos dados, onde se estabiliza o semivariograma; e alcance (a), que representa a distância na qual o semivariograma atinge o valor do patamar e define a região de dependência espacial entre as amostras (VIEIRA et al., 1983). Foram testados os modelos de semivariogramas exponencial, esférico e gaussiano. A escolha do modelo de semivariograma teórico ajustado aos dados foi realizada com base no critério dos mínimos quadrados, optando-se na seleção pelos modelos ajustados com maior valor de R^2 (coeficiente de determinação), menor SQR (soma de quadrado dos resíduos) e maior valor do coeficiente de correlação obtido entre os valores observados e os estimados pelo método de validação cruzada.

Para padronização da escala da semivariância fez-se a divisão dos valores calculados pela variância dos dados, sendo definido o semivariograma escalonado.

Para análise do grau de dependência espacial (GDE%), foram utilizados os intervalos definidos por Cambardella et al. (1994), na relação $[C_0/(C_0+C)].100$, que considera o grau de dependência espacial forte ($GDE < 25\%$); moderado ($25\% \leq GDE \leq 75\%$) e baixo ($GDE > 75\%$).

Após comprovação da dependência espacial estimou-se valores de °Brix (SST) para os locais não amostrados e confeccionou-se o mapa temático utilizando o método de interpolação krigagem ordinária. Este interpolar geoestatístico utiliza-se de estimador linear não-viciado com variância mínima e leva em consideração a estrutura de variabilidade espacial encontrada para o atributo (QUARTEZANI et al., 2013), sendo definida pela seguinte equação:

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad \text{Eq. 6}$$

em que, $\hat{Z}(x_0)$ = valor estimado para local x_0 não amostrado; $Z(x_i)$ = valor obtido por amostragem no campo; e λ_i = peso associado ao valor medido na posição x_i .

O desempenho dos métodos de interpolação por krigagem foi baseado no erro médio quadrático (RMSE- *root mean square error*) e no desvio das médias (MBE- *mean bias error*) com os valores observados e estimados produzidos pela validação cruzada, conforme as equações 7 e 8.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{VOBS} - \text{VEST})^2} \quad \text{Eq.7}$$

$$\text{MBE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\text{VOBS} - \text{VEST}) \quad \text{Eq. 8}$$

em que: VOBS= valores observados; VEST= valores estimados pela validação cruzada e n= número de observações.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Estado nutricional dos vinhedos

6.1.1. Diagnose pelo critério de faixa de concentração e análise de variância

Os resultados da análise estatística descritiva dos nutrientes foliares da cultivar de uva Niágara Rosada estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Análise descritiva dos nutrientes químicos foliares da uva Niágara Rosada nos três ambientes.

Atributo	M	Md	Mín	Max	S	cs	ck	CV
-----g kg ⁻¹ -----								
N ₁	41,16	40,25	37,10	44,80	2,46	0,07	-0,94	6,0
N ₂	38,92	39,20	32,20	42,00	2,78	-1,60	3,64	7,2
N ₃	31,22	31,15	27,30	35,00	2,38	-0,23	-0,35	7,6
P ₁	3,74	3,80	2,80	4,50	0,46	-0,57	1,37	12,2
P ₂	3,64	3,65	3,10	4,40	0,37	0,61	0,93	10,3
P ₃	3,29	3,05	2,90	4,20	0,47	1,15	-0,14	14,2
K ₁	20,08	20,00	18,00	24,80	1,89	1,79	4,68	9,4
K ₂	17,95	17,50	16,00	22,20	1,89	1,45	2,02	10,5
K ₃	10,76	10,35	9,80	14,80	1,47	2,77	8,16	13,7
Ca ₁	15,06	15,40	12,80	16,60	1,32	-0,92	-0,30	8,8
Ca ₂	16,41	16,60	14,50	17,80	1,03	-0,94	0,50	6,3
Ca ₃	11,65	12,30	8,30	13,30	1,78	-1,26	0,40	15,3
Mg ₁	4,24	4,25	3,80	4,50	0,21	-0,75	0,87	5,0
Mg ₂	3,42	3,45	2,80	4,10	0,46	-0,05	-1,45	13,6
Mg ₃	2,71	2,65	2,30	3,70	0,42	1,50	2,89	15,5
S ₁	2,85	2,90	2,40	3,20	0,24	-0,15	0,31	8,5
S ₂	2,69	2,70	2,50	3,10	0,17	1,48	3,27	6,4
S ₃	2,25	2,25	1,90	2,60	0,26	0,00	-1,92	11,7
-----mg kg ⁻¹ -----								
B ₁	96,00	101,27	48,93	127,16	22,56	-0,94	1,00	23,5
B ₂	45,44	45,99	33,07	54,17	6,24	-0,62	0,39	13,7
B ₃	43,27	44,44	33,91	49,60	5,43	-0,65	-0,70	12,5
Zn ₁	29,07	29,15	18,55	36,60	5,49	-0,46	0,13	18,9
Zn ₂	33,74	31,58	24,40	50,55	7,60	1,18	1,67	22,5
Zn ₃	35,94	31,88	23,10	73,30	14,07	2,41	6,74	39,2
Mn ₁	157,00	155,00	125,00	175,00	18,14	-0,49	-0,89	11,6
Mn ₂	142,50	145,00	95,00	175,00	27,11	-0,37	-0,93	19,0
Mn ₃	128,50	107,50	70,00	400,00	97,33	2,93	8,95	75,7
Fe ₁	202,50	195,00	160,00	275,00	32,85	1,22	1,78	16,2
Fe ₂	170,50	170,00	155,00	195,00	12,57	0,75	0,02	7,4
Fe ₃	228,88	229,98	182,25	254,40	21,36	-1,02	1,50	9,3
Cu ₁	10,81	10,23	7,40	14,60	2,46	0,23	-1,27	22,8
Cu ₂	9,62	9,63	7,75	12,60	1,29	1,19	3,08	13,4

Cu ₃	8,89	8,80	7,70	10,75	0,81	1,15	2,81	9,1
-----------------	------	------	------	-------	------	------	------	-----

I: ambiente com altitude de 250 m; 2: ambiente com altitude de 500 m; 3: ambiente com altitude de 650 m; M: média; Md: mediana; Mín: valor mínimo; Max: valor máximo; S: desvio padrão; cs: coeficiente de assimetria; ck: coeficiente de curtose e CV: coeficiente de variação.

Para a cultivar Niágara Rosada (Tabela 3) todos os nutrientes nos três ambientes apresentam médias e medianas próximas, indicando, assim, distribuição normal, que foi comprovada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. Observa-se quanto à assimetria da distribuição que 51,5% dos dados apresentam-se como positiva e 48,9% como negativa. Na assimetria positiva a média é maior que a mediana dos dados, demonstrando uma concentração de valores abaixo da média, sendo o inverso verdadeiro.

Com relação à curtose, 63,6% dos dados apresentam ck positivo, indicando distribuição leptocúrtica. Os demais nutrientes platicúrtica (negativa), com valores distanciando do valor central. O coeficiente de variação (CV) indica a variabilidade dos dados em uma escala adimensional, podendo assim comparar essa variação entre diferentes nutrientes sendo, como baixo ($CV < 10\%$) para 36,4% dos dados; como médio ($10\% < CV < 20\%$) para 48,5% dos dados; alto ($20\% < CV < 30\%$) para 9,0% dos dados e muito alto ($CV > 30\%$) para 6,0% dos dados.

No ambiente 3 (altitude de 650 m) todos os nutrientes apresentam, comparativamente com os outros dois, os maiores CV, com exceção para B, Fe e Cu. O Mn e o Zn no ambiente 3 apresentam valores de CV maiores que 30%. Este fato, pode ser um indicativo do desbalanceamento nutricional na maior altitude, para a cultivar Niágara Rosada.

Na Tabela 4 estão apresentados os dados da análise descritiva dos nutrientes foliares para a cultivar Isabel nos três ambientes. Assim como encontrado para a cultivar Niágara Rosada, os nutrientes apresentam distribuição normal pelo teste KS ($p \leq 0,05$). A distribuição assimétrica à direita (positiva) foi para 57,6% dos dados, enquanto os demais (42,3%) apresentaram assimetria negativa (esquerda). Para a curtose positiva (leptocúrtica) tem-se 39,4% e 60,6% para curtose negativa (platicúrtica) com maior dispersão dos dados em relação à média quando comparado com a cultivar Niágara Rosada.

Tabela 4. Análise descritiva dos nutrientes químicos foliares da uva Isabel nos três ambientes.

Nutrientes	M	Md	Mín	Max	S	cs	ck	CV
-----g kg ⁻¹ -----								
N ₁	39,69	40,25	31,50	44,80	4,06	-0,79	0,46	10,2
N ₂	35,91	36,05	32,90	39,20	2,29	-0,07	-1,39	6,4
N ₃	31,22	31,15	27,30	35,00	2,38	-0,23	-0,35	7,6
P ₁	3,41	3,40	2,70	4,20	0,43	0,19	0,26	12,6
P ₂	3,64	3,65	3,10	4,40	0,19	1,10	1,68	6,9
P ₃	3,63	3,55	2,90	4,50	0,43	0,46	1,16	11,9
K ₁	16,89	17,00	14,00	20,20	1,94	0,26	-0,72	11,5
K ₂	17,36	17,50	12,80	19,80	2,13	-0,94	1,22	12,3
K ₃	13,42	13,80	12,00	14,20	0,80	-0,95	-0,43	5,9
Ca ₁	16,30	16,40	14,60	17,70	0,96	-0,32	-0,69	5,9
Ca ₂	16,71	16,70	15,40	18,00	0,81	-0,21	-0,47	4,9
Ca ₃	11,01	10,90	9,90	12,50	0,77	0,52	0,43	6,9
Mg ₁	4,01	4,05	3,20	4,50	0,45	-0,58	-0,72	11,1
Mg ₂	2,94	2,85	2,10	4,10	0,75	0,41	-1,23	25,5
Mg ₃	2,34	2,40	2,00	2,50	0,16	-0,99	0,45	7,0
S ₁	2,64	2,60	2,30	3,30	0,30	1,33	1,57	11,5
S ₂	2,89	2,85	2,50	3,20	0,22	0,01	-0,39	7,7
S ₃	2,20	2,25	1,90	2,50	0,24	-0,32	-1,69	10,7
-----mg kg ⁻¹ -----								
B ₁	83,46	80,49	50,12	108,58	19,24	-0,10	-0,73	23,0
B ₂	53,12	55,24	37,18	68,07	9,95	-0,10	-0,80	18,7
B ₃	41,68	39,90	35,55	51,29	5,14	0,83	-0,26	12,3
Zn ₁	26,57	26,95	16,50	39,75	7,66	0,17	-0,74	28,8
Zn ₂	43,84	44,83	28,25	52,60	7,82	-0,98	0,31	17,8
Zn ₃	30,54	26,78	22,50	59,00	10,86	2,33	6,13	35,6
Mn ₁	176,50	162,50	125,00	265,00	47,50	1,37	0,78	26,9
Mn ₂	238,50	262,50	140,00	335,00	61,83	-0,20	-1,05	25,9
Mn ₃	96,00	95,00	80,00	120,00	14,87	0,36	-1,27	15,5
Fe ₁	239,50	220,00	185,00	410,00	65,85	2,30	5,69	27,5
Fe ₂	204,50	202,50	180,00	235,00	18,63	0,68	-0,20	9,1
Fe ₃	228,07	219,80	208,75	307,50	29,89	2,51	6,68	13,1
Cu ₁	9,14	9,00	6,15	12,60	1,92	0,30	-0,19	21,0
Cu ₂	6,61	6,50	5,25	9,05	1,09	1,12	2,20	16,5
Cu ₃	9,02	8,88	7,85	10,30	0,97	0,25	-1,68	10,7

1: ambiente com altitude de 250 m; 2: ambiente com altitude de 500 m; 3: ambiente com altitude de 650 m; M: média; Md: mediana; Mín: valor mínimo; Max: valor máximo; S: desvio padrão; cs: coeficiente de assimetria; ck: coeficiente de curtose e CV: coeficiente de variação.

Considerando a mesma classificação anterior, obteve-se baixo (CV<10%) para 30,3%; médio (10%<CV<20%) para 48,5%; alto (20%<CV<30%) para 18,2% e muito alto (CV>30%) para 3,3% dos dados. No intervalo de alto CV o percentual para uva Isabel é o mesmo que para a uva Niágara Rosada. Considerando os valores de CV tem-se no ambiente 3 a ocorrência de menores CV para K, Mg, B, Mn e Cu. No entanto, o Zn também apresentou o maior CV, assim como para a Niágara Rosada. No ambiente 2

ocorreu menores CV para N, P, Ca, S, Zn e Fe em relação ao ambiente 1 e 2.

Na Tabela 5 e 6 estão os resultados da ANOVA para os macro e micronutrientes foliares das uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes, respectivamente.

Tabela 5. Análise de variância dos macronutrientes foliares das duas cultivares de uva nos três ambientes.

FV	GL	N		P		K		Ca		Mg		S	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	9	8,88		0,161		0,87		1,20		0,25		0,03	
Ambiente	2	422,80	51,84*	0,895	5,06*	241,85	107,3*	157	105,1*	12,94	125,25*	1,97	33,63*
Resíduo a	18	8,16		0,177		2,25		1,49		0,10		0,06	
CV		7,85		12,13		9,33		8,41		9,64		9,46	
Cultivar	1	28,43	3,87 ^{ns}	1,473	9,64*	2,09	0,49 ^{ns}	1,35	1,02 ^{ns}	1,94	7,56*	0,01	0,09 ^{ns}
Amb.X Cul	2	14,14	1,93 ^{ns}	2,081	13,62*	42,95	10,00*	4,42	3,33 ^{ns}	0,08	0,31 ^{ns}	0,21	3,04 ^{ns}
Resíduo b	27	7,35		0,153		4,30		1,32		0,26		0,07	
CV		7,45		11,50		12,90		7,91		15,55		10,21	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).ns- não significativo ($p \geq 0,05$).**Tabela 6.** Análise de variância dos micronutrientes foliares das duas cultivares nos três ambientes.

FV	GL	B		Zn		Mn		Fe		Cu	
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F
Blocos	9	135	0,91	74,9	1,03	2062	0,81	1366	1,37	3,1	1,6
Ambiente	2	13053	87,9 *	602	8,30*	32191	12,57*	9524	9,56 ^{ns}	17,3	8,80*
Resíduo a	18	148	0,70	72,6	0,72	2561	0,80	996	0,77	1,97	0,83
CV		20,1		25,60		32,34		14,86		15,58	
Cultivar	1	69,3	0,33 ^{ns}	8,0	0,08 ^{ns}	11482	3,60 ^{ns}	8211	6,30*	34,6	14,5*
Amb X Cul	2	513	2,40 ^{ns}	340	3,40 ^{ns}	20890	6,5*	2209	1,70 ^{ns}	12,5	5,22*
Resíduo b	27	213,6		101		3217		1304		2,4	
CV		24,16		30,20		36,24		17,00		17,19	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).ns- não significativo ($p \geq 0,05$).

Para os nutrientes P, K, Mn e Cu verificou-se pela ANOVA que houve significância para todos os fatores e interações analisadas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Os nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Mn e Cu apresentaram diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,05$) para o fator ambiente. Já os nutrientes P, Mg, Fe e Cu apresentaram diferença significativa pelo teste F ($p \leq 0,05$) para o fator cultivar (Tabelas 5 e 6).

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias dos nutrientes foliares das cultivares Niágara Rosada e Isabel quando significativas pelo teste F para interação entre os fatores ambientes x cultivares.

Tabela 7. Teores de N, Ca, Mg, S, B e Zn nos três ambientes de estudo e teores de Mg e Fe para as cultivares Niágara Rosada e Isabel.

	N	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe
A1	40,43A	15,68A	4,13A	2,75A	89,73A	27,82B	-
A2	37,42B	16,56A	3,18B	2,79A	49,28B	38,79A	-
A3	31,40C	11,33B	2,53C	2,23B	42,48B	33,24A	-
C1	-	-	3,46 ^a	-	-	-	200,6B
C2	-	-	3,10B	-	-	-	224,0A

Nos ambientes, as médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Nas cultivares, as médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de t ($p \leq 0,05$).

O N e o Mg apresentaram suas maiores concentrações médias foliares no ambiente 1 (altitude de 250 m) (Tabela 7). Em contrapartida, os menores valores observados para os dois nutrientes foram no ambiente 3. Para o Ca e o S observa-se que não houve diferença significativa entre os ambientes 1 e 2 pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Já o ambiente 3 apresentou os menores valores de Ca e S, se diferindo dos ambientes 1 e 2.

O Zn apresentou maiores concentrações foliares nos ambientes 2 e 3 e a menor no ambiente 1. O B apresentou a maior concentração no ambiente 1, enquanto os ambientes 2 e 3 não apresentaram diferença significativa entre si. De um modo geral, observa-se pela Tabela 7 que as menores concentrações foliares são observadas no ambiente 3. Acredita-se que tais resultados estão relacionados com a elevada adubação realizada na região. Realizando um comparativo entre os resultados da Tabela 1 com as faixas descritas por Terra (2003), observa-se que os nutrientes não se encontram na faixa descrita como de “carência”, inclusive o ambiente 3, que obteve os menores valores de nutrientes quando comparado com os ambientes 1 e 2 (Tabela 7). Com relação às cultivares, o Mg apresenta maior concentração na uva Niágara Rosada e o Fe

maior concentração na uva Isabel.

Na Tabela 8 estão apresentados os nutrientes foliares das cultivares Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes estudados.

Tabela 8. Nutrientes foliares das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes.

		NIÁGARA ROSADA	ISABEL
P	A1	3,74Aa	3,41Aa
	A2	3,64Aa	3,64Aa
	A3	3,29Aa	3,63Aa
K	A1	20,08Aa	16,89Ab
	A2	17,95Aa	17,36Aa
	A3	10,76Ba	13,42Ba
Mn	A1	157,0Aa	176,5Aa
	A2	142,5Ab	238,5Aa
	A3	128,5Aa	96,0Ba
Cu	A1	10,81Aa	9,14Aa
	A2	9,62Aa	6,61Bb
	A3	8,89Aa	9,02Aa

As médias seguidas de mesmas letras, maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

C1- Cultivar Niágara Rosada; C2- Cultivar Isabel; A1- Ambiente 1; A2- Ambiente 2; A3- Ambiente 3.

Observa-se na Tabela 8, que os nutrientes P, Mn e Cu não apresentaram diferença significativa entre os ambientes para a cultivar Niágara Rosada. Com relação à cultivar Isabel, o P e Cu nos ambientes 1 e 3 não apresentaram diferença significativa entre si. Em contrapartida, para o Mn, foram os ambientes 1 e 2 que não diferiram entre si. Já o K, para a cultivar Niágara Rosada, apresentou maiores concentrações nos tecidos foliares nos ambientes 1 e 2.

Analisando as cultivares isoladamente, verifica-se que para o nutriente P, não houve diferença significativa entre as cultivares Niágara Rosada e Isabel nos ambientes 1 e 3. Já no ambiente 2, os valores de P na cultivar Niágara Rosada foram superiores ao da Isabel. Para o K, não houve diferença significativa entre as cultivares Niágara Rosada e Isabel nos ambientes 2 e 3. No ambiente 1, o maior valor de K foi obtido na cultivar Niágara Rosada.

Para os nutrientes Mn e Cu, não houve diferença significativa para os ambientes 1 e 3 entre as cultivares Niágara Rosada e Isabel. Com relação ao ambiente 2, os

maiores valores de Mn e Cu foram obtidos na cultivar Isabel. Assim como discutido anteriormente, acredita-se que tais resultados estão relacionados com a adubação empregada pelos produtores da região.

A videira necessita de uma alta quantidade de N durante as fases de brotação, crescimento dos ramos, enchimento das bagas, início da maturação, e após a colheita da uva, quando armazena N nos órgãos perenes (LINSENMEIER; LOOS; LÖHNERTZ, 2008). Observa-se que os teores médios de N no tecido foliar da cultivar Niágara Rosada (Tabela 3) foram superiores no ambiente 1 (41,16 g kg⁻¹), seguido pelos ambiente 2 (38,92 g kg⁻¹) e 3 (31,22 g kg⁻¹), conforme apresentado na Tabela 7. Os resultados encontrados condizem com os limites propostos por Terra (2003), sendo que o N no ambiente 1 encontra-se em excesso (>40,0 g kg⁻¹), o ambiente 2 em ligeiro excesso (36,0-40,0 g kg⁻¹) e o ambiente 3 na faixa de ótimo (30,0-35,0 g kg⁻¹).

Com relação aos teores foliares de N da cultivar Isabel (Tabela 4) observa-se o mesmo comportamento obtido para a cultivar Niágara Rosada, sendo no ambiente 1 o maior valor médio encontrado (39,69 g kg⁻¹), seguido pelos ambientes 2 (35,91 g kg⁻¹) e 3 (31,22 g kg⁻¹), mas não apresentando diferença significativa (Tabela 7). Em contrapartida, quando se confronta os valores com as faixas propostas por Terra (2003) tem-se um valor de N em ligeiro excesso (36,0-40,0 g kg⁻¹) no ambiente 1 e 2 e, em estado ótimo (30,0-35,0 g kg⁻¹) no ambiente 3.

Resultados divergentes foram encontrados por Casali et al. (2015) estudando o estado nutricional de uvas da cultivar Niágara Rosada submetidas à aplicação de composto orgânico cultivadas em Bento Gonçalves (RS). Esses autores não obtiveram valores de N foliar maiores que 29,4 g kg⁻¹. Por outro lado, Piva et al. (2013) estudando a adubação em vinhedo orgânico da videira cv, Isabel em Guarapuava-PR obtiveram valores médios de 44,3 g kg⁻¹ de N, superiores aos encontrados neste trabalho.

Somente foram observados valores de N dentro da faixa ótima estabelecida por Terra (2003) para as cultivares Isabel e Niágara Rosada no ambiente 3. Nos demais ambientes foram observados ligeiro excesso ou excesso. Assim como a deficiência de N no tecido foliar pode acarretar danos a planta e a produção, o excesso de N também pode provocar sérios problemas. No caso de excesso de N, a videira se torna muito vigorosa, prolongando o período de crescimento vegetativo e retardando o amadurecimento do fruto com consequente formação de bagas aquosas e moles; maior sombreamento, o que pode levar à formação de cachos menores e com maior acidez; e aborto de flores (HILBERT et al., 2003). Dessa forma, evidencia-se a necessidade de se

realizar uma aplicação adequada de fertilizantes nitrogenados, de forma a equilibrar o estado nutricional das plantas do ambiente 2 e 3, evitando que o excesso afete negativamente a produção.

Para a cultivar Niágara Rosada os maiores valores de P no tecido foliar (Tabela 3) foram obtidos nos ambientes 1 ($3,74 \text{ g kg}^{-1}$), 2 ($3,64 \text{ g kg}^{-1}$) e 3 ($3,29 \text{ g kg}^{-1}$), mas não apresentou diferença significativa (Tabela 8). Já para a cultivar Isabel, os maiores valores de P (Tabela 4) foram obtidos nos ambientes 3 ($3,63 \text{ g kg}^{-1}$), 2 ($3,64 \text{ g kg}^{-1}$) e 1 ($3,41 \text{ g kg}^{-1}$). No entanto, o P não apresentou diferença significativa entre as cultivares e entre os ambientes (Tabela 8). Todos os valores de P foliar encontrados estão na faixa de ligeiro excesso ($3,0\text{-}3,9 \text{ g kg}^{-1}$) estabelecida por Terra (2003). Valores inferiores de P foliar foram encontrados por Piva et al. (2013) na cultivar Isabel e por Casali et al. (2015) na cultivar Niágara Rosada, onde obtiveram valores médios de $2,12 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,85 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente.

Verificou-se que os valores de K foliares obtidos nos diferentes ambientes variaram muito entre si. Na cultivar Niágara Rosada os maiores valores médios foram encontrados nos ambientes 1 ($20,08 \text{ g kg}^{-1}$), 2 ($17,95 \text{ g kg}^{-1}$) e 3 ($10,76 \text{ g kg}^{-1}$), sendo estes classificados como ligeiro excesso ($21,0\text{-}29,0 \text{ g kg}^{-1}$), ótimo ($15,0\text{-}20,0 \text{ g kg}^{-1}$) e rápida carência ($7,0\text{-}14,0 \text{ g kg}^{-1}$), respectivamente. Um comportamento similar foi encontrado na cultivar Isabel, onde o valor de K no ambiente 2 ($17,36 \text{ g kg}^{-1}$) foi superior, sendo seguido pelo ambiente 1 ($16,89 \text{ g kg}^{-1}$). Ambos obtiveram valores de K foliar se enquadrando na faixa de ótimo ($15\text{-}20 \text{ g kg}^{-1}$). Já o ambiente 3, da mesma forma que para a cultivar Niágara Rosada, obteve um valor menor ($13,42 \text{ g kg}^{-1}$), sendo este enquadrado na faixa de rápida carência ($7,0\text{-}14,0 \text{ g kg}^{-1}$). As concentrações do K no ambiente 1 e 2, para as duas cultivares, não apresentam diferenças significativas (Tabela 8). No ambiente 3, para as duas cultivares, as concentrações de K foram menores que nos ambientes 1 e 2. Teixeira et al. (2015) estudando a nutrição da videira Niágara Rosada na região de Jundiaí-SP também encontraram um valor de K foliar baixo ($13,3 \text{ g kg}^{-1}$).

Nota-se através da Tabela 1 que os teores de K no solo para o ambiente 3 nas duas cultivares estudadas foram menores se comparados aos ambientes 1 e 2, que se encontram elevados. Mesmo menores esses valores são considerados elevados para o cultivo da videira (PREZOTTI et al., 2007). Sendo assim, é interessante observar que os valores elevados de K no solo não refletiram no resultado da análise foliar, onde os valores foram enquadrados na faixa de carência. Da mesma forma que este trabalho,

Dalbó et al. (2015) encontraram elevados teores de K ($172,2 \text{ mg dm}^{-3}$) em um solo cultivado com videira Isabel, mas, diferentemente deste trabalho, esses altos teores no solo foram refletidos para as folhas, onde os autores obtiveram valores de K foliar da cultivar Isabel enxertada em IAC 766 de $22,63 \text{ g kg}^{-1}$.

Um comportamento parecido com o do K foi observado para o também macronutriente Ca nos tecidos foliares. Para a cultivar Niágara Rosada o maior valor foi encontrado no ambiente 2 ($16,41 \text{ g kg}^{-1}$), seguido pelo ambiente 1 ($15,06 \text{ g kg}^{-1}$), sendo que ambos se enquadraram na faixa de ótimo ($13-18 \text{ g kg}^{-1}$). Já no ambiente 3, foi observado o menor valor de Ca foliar ($11,65 \text{ g kg}^{-1}$), sendo este enquadrado na faixa de rápida carência ($8,0-12,0 \text{ g kg}^{-1}$). Da mesma forma, os maiores valores encontrados para a cultivar Isabel foram no ambiente 2 ($16,71 \text{ g kg}^{-1}$), 1 ($16,30 \text{ g kg}^{-1}$) e 3 ($11,01 \text{ g kg}^{-1}$), respectivamente. O Ca não apresentou diferença significativa entre o ambiente 1 e 2, para as duas cultivares, no entanto o ambiente 3 apresentou diferença entre os ambiente 1 e 2 (Tabela 7). De acordo com as faixas propostas por Terra (2003), os ambientes 1 e 2 estão com Ca na faixa ótimo ($13-18 \text{ g kg}^{-1}$) e o ambiente 3 na faixa de rápida carência ($8-12 \text{ g kg}^{-1}$).

Por preservar a integridade da parede celular, vários trabalhos demonstram que o Ca^{2+} auxilia na redução da perda de qualidade pós-colheita de frutos (LARA et al., 2004; NATALE et al., 2005; HERNÁNDEZ-MUÑOZ et al., 2006). Desse modo, a deficiência de cálcio observada neste trabalho pode interferir na qualidade dos frutos produzidos.

De acordo com a Tabela 3 o maior valor de Mg para a cultivar Niágara Rosada é observado no ambiente 1 ($4,24 \text{ g kg}^{-1}$) seguido pelo 2 ($3,42 \text{ g kg}^{-1}$) e 3 ($2,71 \text{ g kg}^{-1}$), com diferença significativa entre os ambientes (Tabela 7). Realizando uma comparação com as faixas estabelecidas por Terra (2003) observa-se que o ambiente 1 e 2 estão com os valores de Mg foliar na faixa de rápida carência ($3,0-4,7 \text{ g kg}^{-1}$) e o ambiente 3 na faixa de carência ($<3,0 \text{ g kg}^{-1}$). O mesmo comportamento foi observado para a cultivar Isabel (Tabela 4), onde o maior valor foi obtido no ambiente 1 ($4,01 \text{ g kg}^{-1}$) seguido pelos 2 ($2,94 \text{ g kg}^{-1}$) e 3 ($2,34 \text{ g kg}^{-1}$), também com diferença significativa entre os ambientes. No entanto, a cultivar Niágara Rosada apresentou maior concentração de Mg em relação a Isabel (Tabela 7). O ambiente 1 enquadrou-se na faixa de rápida carência ($3,0-4,7 \text{ g kg}^{-1}$), e os ambientes 2 e 3 na faixa de carência ($<3,0 \text{ g kg}^{-1}$). Piva et al. (2013) obtiveram resultados de Mg foliar para videira Isabel em Guarapuava-PR de $4,39 \text{ g kg}^{-1}$, valor este superior aos obtidos neste trabalho. Já Teixeira et al. (2015) obtiveram

resultados de Mg foliar de $3,3 \text{ g kg}^{-1}$ para cultivar Niágara Rosada em Jundiaí-SP.

O Mg é componente central da molécula de clorofila, influenciando diretamente o processo fotossintético e o metabolismo energético vegetal, além de apresentar várias funções, entre elas o crescimento e o desenvolvimento das plantas (SILVA et al., 2017). É importante observar que mesmo os maiores valores de Mg foliar encontrados nas cultivares Niágara Rosada e Isabel estão na faixa considerada de rápida carência. A deficiência de magnésio promove na videira, redução do teor de açúcar no mosto e pode provocar o dessecamento da ráquis, por causa do desequilíbrio da relação K/Mg, com maior absorção de potássio (FREGONI, 1980). Para solucionar tal problema, uma das alternativas segundo Terra (2003) é realizar uma pulverização via foliar de sulfato de magnésio.

Com relação ao macronutriente S é possível observar que tanto para a cultivar Niágara Rosada (Tabela 3), quanto para a cultivar Isabel (Tabela 4), todos os valores foliares encontram-se na faixa de rápida carência ($2,0\text{-}3,2 \text{ g kg}^{-1}$) estabelecida por Terra (2003). Nos ambientes 1 e 2 o S não apresentou diferença significativa na concentração, sendo o menor valor no ambiente 3. Entre as cultivares não foi detectada diferença significativa na concentração (Tabela 7). Da mesma forma que este trabalho, Piva et al. (2013) obtiveram resultados de S foliar de $2,0 \text{ g kg}^{-1}$, valor este que também se enquadra na faixa de carência.

Na ausência de S, geralmente, o crescimento da parte aérea é mais afetado do que o crescimento das raízes (MARSCHNER, 2012). Sua deficiência causa clorose das folhas novas e inibe a síntese de proteínas, decréscimo nos conteúdos de clorofila e ribulose 1,5 bis-fosfato carboxilase-oxigenase (Rubisco), redução da fotossíntese e do crescimento das plantas (RESURRECCION et al., 2001). Normalmente a carência de S no solo é suprida pela adição de outros fertilizantes, visto que o mesmo pode estar contido em adubos nitrogenados, fosfatados, potássicos e magnesianos (PREZOTTI et al., 2007).

Embora absorvidos em menor quantidade, assim como os macronutrientes, os micronutrientes são fundamentais ao desenvolvimento vegetal, e quando fornecidos em teores inadequados retardam o crescimento das plantas, podendo ocasionar desequilíbrios no metabolismo vegetal, tornando as plantas mais sensíveis ao ataque de pragas e doenças reduzindo a eficiência de uso dos fertilizantes contendo macronutrientes (LIMA NETO; NATALE; MODESTO, 2015).

O B é essencial para a formação da parede celular, divisão e aumento do

tamanho das células, e funcionamento da membrana citoplasmática. A presença de boro facilita o transporte dos fotossintetizados das folhas para os outros órgãos da planta. Além disso, é importante para aumentar a germinação do grão de pólen e desenvolvimento do tubo polínico (KISHINO; CARVALHO; ROBERTO, 2007). Através dos resultados encontrados é possível observar que os maiores valores de B para as cultivares Niágara Rosada e Isabel foram encontrados nos ambientes 1 (96,00 mg kg⁻¹; 83,46 mg kg⁻¹), 2 (45,44 mg kg⁻¹; 53,12 mg kg⁻¹) e 3 (43,27 mg kg⁻¹; 41,68 mg kg⁻¹). O B apresentou maior valor significativo no ambiente 1 que no 2 e 3 e não apresentou diferença entre as cultivares (Tabela 7). Os valores de B no ambiente 1 para as duas cultivares encontram-se na faixa de ligeiro excesso (54,0-100,0 mg kg⁻¹). No ambiente 2 os valores obtidos encontram-se na faixa ótimo (45,0-53,0 mg kg⁻¹) e no ambiente 3 encontram-se na faixa de rápida carência (20,0-44,0 mg kg⁻¹).

O Zn assim como os demais micronutrientes é muito importante para a videira. Ele participa dos vários sistemas enzimáticos, principalmente no respiratório; intervém no metabolismo de açúcares e proteínas, estimula a síntese de auxinas através da produção de triptofano e inibe a polifenoloxidase, reduzindo a decomposição do ácido indolacético (IBA, 2009). Para a cultivar Niágara Rosada os maiores valores de Zn foliar foram encontrados no ambiente 3 (35,94 mg kg⁻¹), seguido pelo ambiente 2 (33,74 mg kg⁻¹) e 1 (29,07 mg kg⁻¹), sendo estes valores considerados ótimo (30,0-35,0 mg kg⁻¹) para o ambiente 3 e 2 e em rápida carência (15,0-29,0 mg kg⁻¹) para o ambiente 1. No caso da cultivar Isabel, o maior valor foi observado no ambiente 2 (43,84 mg kg⁻¹), sendo este considerado em ligeiro excesso (36,0-200,0 mg kg⁻¹), seguido pelos ambientes 3 (30,54 mg kg⁻¹) e 1 (26,57 mg kg⁻¹), onde o ambiente 3 é considerado como ótimo (30,0-35,0 mg kg⁻¹) e o 1 em rápida carência (15,0-29,0 mg kg⁻¹). Nos ambientes 2 e 3 as concentrações de Zn não apresentam diferença significativa e o ambiente 2 e 3 apresentam com relação ao ambiente 3. Mas, entre as cultivares não apresentou diferença significativa de concentração do Zn (Tabela 7).

Neste trabalho, os valores encontrados de Mn para a cultivar Niágara Rosada foram no ambiente 1 de 157,00 mg kg⁻¹, no 2 de 142,50 mg kg⁻¹ e no 3 de 128,50 mg kg⁻¹, porém não apresentando diferença significativa. Já para a cultivar Isabel os valores foram no ambiente 2 (238,50 mg kg⁻¹), 1 (176,50 mg kg⁻¹) e 3 (96,00 mg kg⁻¹), não apresentando diferença significativa entre ambiente 1 e 2. Com relação às cultivares a Isabel apresentou maior concentração significativa no ambiente 2 do que para a Niágara Rosada (Tabela 8). Todos os valores de Mn foliares obtidos neste trabalho encontram-se

na faixa de ligeiro excesso (74,0-300,0mg kg⁻¹).

De acordo com a Tabela 3 observa-se que o maior valor de Fe, no tecido foliar, obtido para a cultivar Niágara Rosada foi no ambiente 3 (228,88 mg kg⁻¹), seguido pelo ambiente 1 (202,50 mg kg⁻¹) e 2 (170,50 mg kg⁻¹), no entanto não apresentou diferença significativa (Tabela 8). No caso da cultivar Isabel (Tabela 4) os maiores valores médios de Fe obtidos foram no ambiente 1 (239,50 mg kg⁻¹), 3 (228,07 mg kg⁻¹) e 2 (204,50 mg kg⁻¹), respectivamente. Somente os valores de Fe no ambiente 2 para a cultivar Niágara Rosada encontram-se na faixa de ligeiro excesso (106,0-200,0 mg kg⁻¹), sendo que todos os demais encontram-se na faixa de excesso (>200 mg kg⁻¹). A cultivar Isabel apresentou maior concentração significativa em relação a Niágara Rosada, porém não houve diferença entre os ambientes.

Dentre as funções nas plantas, o Cu é essencial na fotossíntese, na respiração celular, no metabolismo de C e N e na proteção contra o estresse oxidativo (DALCORSO et al., 2014). Verifica-se que os valores encontrados de cobre variaram muito pouco entre si nas duas cultivares e nos três ambientes analisados. Para a cultivar Niágara Rosada os maiores valores médios obtidos foram no ambiente 1 (10,81 mg kg⁻¹), 2 (9,62 mg kg⁻¹) e 3 (8,89 mg kg⁻¹), no entanto não apresentando diferença significativa (Tabela 8). No caso da cultivar Isabel, os valores médios obtidos foram no ambiente 1 (9,14 mg kg⁻¹), 3 (9,02 mg kg⁻¹), sem diferença significativa, e 2 (6,61 mg kg⁻¹). A cultivar Niágara Rosada no ambiente 2 apresentou concentração maior e significativa que a Isabel (Tabela 8). Todos os valores de Cu foliares obtidos neste trabalho encontram-se na faixa de rápida carência (5,0-17,0 mg kg⁻¹).

De um modo geral, observa-se que os níveis de macro e micronutrientes encontrados nos tecidos foliares das cultivares Niágara Rosada e Isabel encontram-se na faixa ótimo e ligeiro excesso. Alguns poucos valores de nutrientes no tecido vegetal encontram-se nas faixas de carência e de excesso, o que seria preocupante para os produtores. Teixeira et al. (2015) também observaram que os teores foliares médios apresentaram ampla variação em torno das faixas de teores ótimos apresentadas por Terra (2003). Os mesmos autores atribuem isso a elevada diversidade no estado nutricional das plantas. Estas variações são decorrentes das diferentes condições de cultivo das plantas que formaram o banco de dados. Corroborando com tal fato, Tonin et al. (2009) enfatizam que os diferentes resultados obtidos para os níveis foliares dos nutrientes podem ser atribuídos a técnicas de cultivo, irregularidade nas operações de calagem, adubações via solo e foliar e elevado número de pulverizações com fungicidas

que podem operar sobre essas oscilações dos resultados dos níveis foliares de nutrientes.

6.1.2. Cálculo do Índice DRIS

Os índices DRIS para cada nutriente e a sequência de deficiência a excesso nutricional das cultivares Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes são apresentados na Tabela 9 e 10, respectivamente. A estimativa de teores foliares ótimos para a videira, a partir dos resultados do DRIS, foi obtida assumindo-se que plantas com índices DRIS tendendo a zero estejam bem nutridas (TEIXEIRA et al., 2015).

Tabela 9. Índices DRIS, Índices de Balanço Nutricional (IBN) para as cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes

	NrA1	NrA2	NrA3	IsA1	IsA2	IsA3
N	2,10	5,93	-0,49	2,10	0,82	1,52
P	-9,70	-4,50	-1,22	-10,77	-18,43	3,73
K	9,44	9,99	-6,69	4,08	10,24	3,58
Ca	5,13	16,87	5,35	11,64	19,46	3,97
Mg	31,16	19,89	-24,83	9,87	-15,98	-39,61
S	-37,33	-25,98	-57,00	-54,45	-28,38	-58,43
B	30,24	2,34	6,21	25,99	9,70	5,38
Cu	-20,29	-19,15	-17,29	-26,33	-36,91	-16,17
Fe	38,09	30,41	125,04	86,30	77,47	135,30
Mn	-8,09	-7,75	-7,53	-4,86	1,86	-13,00
Zn	-40,74	-28,05	-21,56	-43,58	-19,84	-26,26
IBN	23,23	17,09	27,32	28,00	23,91	30,70

Nr- Niágara Rosada; Is- Isabel; A1- Ambiente 1; A2- Ambiente 2; e A3- Ambiente 3.

Tabela 10. Sequência de deficiência a excesso nutricional das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes.

Cultivares	Sequência deficiência a excesso
NrA1	<u>Zn</u> < <u>S</u> < <u>Cu</u> <P<Mn<N<Ca<K<B<Mg<Fe
NrA2	<u>Zn</u> < <u>S</u> < <u>Cu</u> <Mn<P<B<N<K<Ca<Mg<Fe
NrA3	S<Mg<Zn<Cu<Mn<K<P<N<Ca<B<Fe
IsA1	<u>S</u> <Zn<Cu<P<Mn<N<K<Mg<Ca<B<Fe
IsA2	Cu<S<Zn<P<Mg<N<Mn<B<K<Ca<Fe
IsA3	<u>S</u> <Mg<Zn<Cu<Mn<N<K<P<Ca<B<Fe

Nr- Niágara Rosada; Is- Isabel; A1- Ambiente 1; A2- Ambiente 2; A3- Ambiente 3.

Na interpretação dos resultados obtidos (Tabela 10), verificou-se desordens nutricionais significativas para a cultivar Niágara Rosada nos ambientes 1 e 2 referentes à deficiência dos nutrientes Zn, S e Cu. Por outro lado, as desordens

nutricionais referentes a excesso, se deram para os nutrientes B, Mg e Fe no ambiente 1 e para Ca, Mg e Fe no ambiente 2. Valores divergentes foram encontrados para a mesma cultivar no ambiente 3, onde as desordens nutricionais referentes à deficiência estão ligadas aos nutrientes S, Mg, Zn e Cu. Já as desordens nutricionais relacionadas a excesso se deram para Ca, B e Fe.

Ainda se observa que na escala de posição mostrada na Tabela 10, tem-se que para um mesmo nutriente sublinhado, para um mesmo cultivar em ambientes diferentes, indica, portanto, estar na mesma posição tanto para *déficit* como para excesso. Verifica-se que o Zn, S, Cu, K, Mg e Fe estão na mesma posição para Niágara Rosada no ambiente 1 e 2. No ambiente 2 e 3, para Niágara Rosa, somente os nutrientes Ca e Fe mantêm a mesma posição.

A Niágara Rosada no ambiente 2 apresenta o menor IBN (17,09) indicando melhor balanço nutricional, estando em *déficit* os nutrientes P, S, Cu, Mg e Zn e os em excesso estão N, K, Ca, Mg, B e Fe.

O Zn, Cu e o S aparecem em *déficits* em todos os tratamentos e Ca, B e Fe aparecem, portanto, positivos indicando estarem em excesso (Tabela 9). Considerando que a adubação foi seguindo as análises realizadas pelo viticultor tem-se que os nutrientes no estágio de floração das cultivares no seu ciclo produtivo são os que aparecem em *déficits*, participando negativamente para o desenvolvimento dos frutos, e os positivos indicam que estão em reserva para as plantas.

Quanto aos resultados para a cultivar Isabel (Tabela 10) observa-se que no ambiente 1 e 2 os nutrientes P, N e Fe se encontram na mesma posição. A desordem nutricionais referentes à deficiência ocorreu para os nutrientes S, Zn e Cu (NrA1) e Cu, S e Zn (NrA2) e para excesso os nutrientes B e Fe para NrA1 e Ca e Fe para NrA2, respectivamente. Já no ambiente 3 as desordens nutricionais referentes à deficiência se deram para os nutrientes S, Mg, Zn, Cu e Mn e para as desordens referentes a excesso se deu para os nutrientes B e Fe.

Ao considerar as cultivares para um mesmo ambiente verifica-se correlação de 45,5% para um mesmo nutriente para mesma posição (Tabela 10) para NrA1 e IsA1; 18,2% para NrA2 e IsA2 e 72,7% para NrA3 e IsA3. O IBN médio entre a Niágara Rosada (Nr) e a Isabel (Is) em cada ambiente tem-se para A1 valor médio de 25,62; para A2 valor médio de 20,5 e no A3 o valor médio de 29,01. Esta abordagem mostra que no A2 os nutrientes mantêm a mais baixa correlação de posição na escala de *déficit* para o excesso, no entanto as cultivares estão mais bem balanceadas nutricionalmente em

relação aos outros ambientes.

Considerando as concentrações de NPK nos tecidos foliares em cada cultivar verifica-se que os índices DRIS de N e o K estão negativos para NrA3 e o P negativo para todos os tratamentos (Tabela 9). Estes resultados divergem dos encontrados por Terra et al. (2007), avaliando o estado nutricional da videira 'Itália' na região de São Miguel Arcanjo-SP utilizando o DRIS e observaram na maioria dos vinhedos desordem nutricional ligada à deficiência para os nutrientes N, P e K, que atribuíram às condições locais e o manejo de cada vinhedo. Já Teixeira et al. (2015) estudando as normas DRIS e níveis críticos (NC) de nutrientes para videira 'Niágara Rosada' cultivada na região de Jundiaí-SP encontraram valores positivos para DRIS de N, P, K e atribuíram isso à adubação em excesso, comumente praticada na região e que eleva os teores de N, P e K foliares a valores muito acima dos recomendados para videira.

Cabe ressaltar que no presente estudo o P aparece na faixa de ligeiro excesso, conforme Terra (2003), mas quando determinado o DRIS ele aparece em *déficit*, indicando baixas relações uma a uma entre os nutrientes quando se compara com as relações de referência.

Os nutrientes que se encontram em excesso em todos os parreirais amostrados são Mg, B, Ca e principalmente o Fe. Possivelmente, esses teores mais elevados para as condições locais sejam devidos à adubação em altas doses comumente empregada por viticultores, conforme também observaram Tecchio et al. (2006). Albuquerque et al. (2005) enfatizam que este resultado pode ser, de certa forma, explicado pelas pulverizações foliares realizadas com esses nutrientes. Sharma et al. (2005) estudando o diagnóstico de desequilíbrio de nutrientes em uva sem sementes Thompson Grafted também observaram desordens nutricionais ligadas a excesso para o Fe. Mas, é importante ressaltar que da mesma forma que a deficiência é prejudicial para a produção, o excesso também pode acarretar danos.

Sabe-se que o pH do solo interfere diretamente na disponibilidade dos micronutrientes no solo e Prezotti et al. (2007) atribuíram essa deficiência de Zn nas plantas à elevação do pH dos solos acima de 6,0 pela calagem do solo. Tal fato pode explicar a deficiência desses micronutrientes neste trabalho, onde na Tabela 1 se observa que o pH de todos os parreirais amostrados encontra igual ou maior que 6,0. Além disso, valores elevados de P no solo (Tabela 1), reduzem significativamente a absorção de Zn pelas plantas e podem provocar sintomas de deficiência nas mesmas (PREZOTTI et al., 2007).

A importância do DRIS para a cultura da videira se dá, principalmente, pelo fato de ser uma cultura perene para a qual as desordens nutricionais afetam as plantas cumulativamente ao longo dos anos, além do fato destas correções de deficiência ou excesso, muitas vezes, não poderem ser feitas durante o ciclo da cultura, tornando a diagnose um fator fundamental no início do mesmo (TERRA et al., 2003). Segundo Sumner (1977), quando se tem deficiência de vários nutrientes, a ordem de grandeza dos índices é que determinará o tratamento a ser aplicado para melhorar a produtividade dos vinhedos. Em todos os tratamentos estudados os índices DRIS encontrados negativos foram para P, S, Cu e Zn e positivos para Ca, B e Fe. Segundo Sumner (1977), a adubação a ser realizada em cada vinhedo a fim de equilibrar os nutrientes deve ser tratada de forma especial, observando as reais necessidades de cada vinhedo, evitando dessa forma o contínuo desequilíbrio nutricional.

6.2. Monitoramento dos sólidos solúveis totais das bagas durante a maturação

Na Tabela 11 observa-se a análise de variância para a variável teor sólidos solúveis totais (SST) das uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes e em diferentes períodos de avaliação.

Tabela 11. Análise de variância dos sólidos solúveis totais (SST) das uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes e em diferentes períodos de avaliação.

FV	SST (°Brix)			
	GL	SQ	QM	F
Blocos	9	14,85	1,65	-
Ambiente	2	80,105	40,05	30,09*
Resíduo (a)	18	23,95	1,33	-
CV (%)	-		8,85	
Parcelas	29	118,91	-	-
Cultivar	1	55,92	55,92	29,6*
Int. Amb. X Cult.	2	103,56	51,78	27,45*
Resíduo (b)	27	50,94	1,89	-
CV (%)	-		10,53	
Subparcelas	59	329,33	-	-
Períodos	4	278,37	69,59	154,48*
Int. Amb. x Per.	8	601,83	75,23	166,99*
Int. Cul. x Per.	4	371,21	92,80	205,99*
Int. Amb. x Cult. x Per.	8	849,92	106,24	235,83*
Resíduo (c)	216	97,31	0,45	-
CV (%)	-		5,15	
Total	299	2527,97		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Na Tabela 12 estão apresentados os valores médios dos teores de sólidos solúveis totais das cultivares Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes e em diferentes períodos de avaliação no município de Santa Teresa-ES, sendo possível notar a interação tripla entre os fatores avaliados.

Tabela 12. Resultados médios do teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix) de bagas das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes e nos diferentes períodos de avaliação.

	Período 1		Período 2		Período 3		Período 4		Período 5	
	NR	IS								
A1	11,8aA	10,9aA	12,1bA	13,8aA	13,0aB	13,5aA	13,6aB	13,8aA	15,2aA	15,0aB
A2	11,2aA	11,6aA	13,0aA	12,0aB	15,1aA	13,9bA	15,8aA	13,9bA	-	16,2A
A3	11,7aA	11,8aA	12,5aA	12,5aB	13,9aB	13,8aA	14,4aB	13,8aA	15,2aA	14,9aB

As médias seguidas de mesmas letras em cada período e entre cultivares, minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

NR- Cultivar Niágara Rosada; IS- Cultivar Isabel.

De acordo com a Tabela 12, verifica-se que para o teor de SST no período 1 não houve diferença significativa entre as cultivares nos ambientes 1, 2 e 3. Quando se avalia cada cultivar isoladamente nos três ambientes, verifica-se que também não houve diferença significativa, tanto para a Niágara Rosada como para a Isabel.

No período 2, no ambiente 1 observa-se diferença estatística entre as cultivares

Niágara Rosada e Isabel, sendo que a Isabel alcançou nesse período maiores valores médios de SST que a cultivar Niágara Rosada. Nos demais ambientes não houve diferença significativa entre as cultivares.

Analisando a cultivar Niágara Rosada nos três ambientes verifica-se que não houve diferença significativa entre os ambientes. Já para cultivar Isabel observa-se que o ambiente 1 diferiu significativamente dos demais ambientes.

No período 3 as cultivares não diferiram entre si no ambiente 1 e 3. Já no ambiente 2 a Niágara Rosada diferiu estatisticamente da Isabel, obtendo valores mais altos de SST. Isso pode ser explicado pelo maior ganho de SST que a cultivar Niágara Rosada apresentou do período 2 para o 3 em comparação com a Isabel. Observando a cultivar Niágara Rosada nos três ambientes verifica-se que o ambiente 2 diferiu dos demais, apresentando os maiores valores de SST. Já para a cultivar Isabel não foi observada diferença significativa entre os ambientes.

A cultivar Niágara Rosada no período 4 continua com valor médio de SST maior que na cultivar Isabel. Nos demais ambientes não se observa diferença significativa entre as cultivares. O mesmo é observado quando se analisa a cultivar Niágara rosada nos três ambientes. Observa-se que o ambiente 2 continua diferindo estatisticamente dos demais. Para a cultivar Isabel verifica-se que, da mesma forma que para o período 3, não há diferença estatística entre os ambientes.

Não se observa diferença significativa entre as cultivares nos ambientes 1 e 3 no período 5. Como a cultivar Niágara Rosada no ambiente 2 alcançou a maturação no período 4, não houve leitura no período 5. Dessa forma, a comparação se deu somente entre o ambiente 1 e 3, que não diferiram entre si. Já para a cultivar Isabel verifica-se que o ambiente 2 difere estatisticamente dos demais, obtendo os maiores valores de SST.

De um modo geral, observou-se o aumento do teor de SST durante a evolução da maturação (Tabela 12). Isto ocorre devido, sobretudo, ao aumento na concentração de açúcares. Próximo à colheita as bagas continuam acumulando açúcar, sendo a frutose presente em maior quantidade no fruto maduro (PIRES; POMMER, 2003).

Os conteúdos máximos encontrados de SST para a cultivar Niágara Rosada foram de 15,2 °Brix no ambiente 1; 15,8 °Brix no ambiente 2 e 15,2 °Brix no ambiente 3. No caso da cultivar Isabel, os conteúdos máximos encontrados de SST foram de 15,0 °Brix no ambiente 1; 16,2 °Brix no ambiente 2 e 14,9 no ambiente 3. Em experimento realizado com a uva Niágara Rosada, Vedoato (2016) obteve conteúdos máximos de

SST de 17,72 °Brix. Já Assis et al. (2011) em experimento realizado com a uva 'Isabel em Rolândia-PR obtiveram conteúdos máximos de 15,3 °Brix. Estes resultados corroboram os observados por Rizzon; Miele (2006), em estudo com a videira 'Isabel' na Serra Gaúcha, bem como os relatados por Sato et al. (2009), em avaliação sobre a evolução de maturação dessa cultivar no Norte do Paraná.

Albuquerque (1996) cita que uvas de mesa com os teores de sólidos solúveis totais (SST) iguais ou superiores a 15 °Brix são consideradas aptas à comercialização. Assim, os teores de sólidos solúveis encontrados nesta pesquisa estão dentro dos padrões aceitáveis para comercialização.

Manfroi et al. (2006), relatam que a concentração e as substâncias que compõem os frutos são influenciadas por vários fatores, como a maturação, a cultivar, a época do ano, as práticas culturais e as condições climáticas. Segundo Jackson; Lombard (1993) em regiões com temperaturas mais altas, quase que invariavelmente, resultam em uvas com maiores teores de SST. Com isso, era esperado que os maiores valores de SST fossem encontrados no ambiente 1, visto que ele está situado na altitude mais baixa (250,0 m) e possui temperatura média mais elevada que os demais ambientes. Uma explicação para os maiores valores de SST no ambiente 1 pode estar relacionado com o excesso de N foliar, como mostrado na Tabela 3 e 4, onde os valores de N foliar no ambiente 1 para as duas cultivares estão em excesso ou ligeiro excesso (TERRA, 2003).

O excesso de N torna a videira muito vigorosa, prolongando o período de crescimento vegetativo e retardando o amadurecimento dos frutos (HILBERT et al., 2003). Sabendo que a exposição dos cachos ao sol tem influência determinante na composição e na maturação da uva (ALMEIDA; ONO, 2017) e que antecipa o processo de maturação como um todo, especialmente o acúmulo de açúcares (JACKSON, 2000) o sombreamento provocado pelo alto vigor vegetativo pelo excesso de N no ambiente 1 provavelmente foi o grande responsável pelos menores valores de SST encontrados.

As condições climáticas do ambiente 2 favoreceram o aumento do teor de SST nas duas cultivares se comparado com o ambiente 3, provavelmente devido às temperaturas mais elevadas durante o ciclo. Em regiões de climas quentes, as bagas colhidas apresentam altos teores de açúcar (°Brix), sendo elevada a correlação entre o acúmulo de calor e os sólidos solúveis totais (BECKER, 1985). Desse modo, como o ambiente 2 está localizado a uma altitude menor, apresenta temperaturas máximas e mínimas um pouco mais elevadas que o ambiente 3, propiciando um aumento do teor de SST.

O menor teor de SST no ambiente 3 pode ser explicado pelas menores temperaturas médias no ambiente. Provavelmente, a temperatura média mais baixa no período de maturação não tenha favorecido o acúmulo de açúcares. Outros autores estudando o comportamento de uvas em diferentes altitudes também observaram um maior teor de STT em altitudes mais baixas. Simon (2014) e Regina et al. (2010) estudando o comportamento de cultivares de uvas em diferentes altitudes também observaram que regiões que apresentam médias de temperaturas mais elevadas, devido à sua menor altitude propiciam maior acúmulo de STT.

6.3. Qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel

Na Tabela 13 está apresentado o resultado da análise de variância para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total (AT), pH e polifenóis totais (PT) das uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes na região de Santa Teresa-ES.

Tabela 13. Análise de variância dos sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH e polifenóis totais (PT) para as uvas Niágara Rosada e Isabel nos três ambientes.

FV	GL	SST			ATT			pH			SST/ATT			PT		
		SQ	QM	F	SQ	QM	F	SQ	QM	F	SQ	QM	F	SQ	QM	F
Blocos	4	4,86	1,21		0,78	0,01		0,03	0,007		59,36	14,84		11674,07	2918,51	
Ambiente	2	4,60	2,30	2,04 ns	0,81	0,40	41,40*	0,35	0,17	23,94*	316,83	158,42	15,77*	2225,58	1112,79	0,88 ns
Resíduo (a)	8	8,99	1,12	-	0,07	0,01	-	0,06	0,007	-	80,31	10,04	-	10065,32	1258,16	-
CV (%)	-		8,33			10,81			2,30			19,76			21,37	
Parcelas	14	18,46	-	-	0,97	-	-	0,44	-	-	456,51	-	-	23964,98	-	-
Cultivar	1	0,027	0,027	0,02 ns	2,17	2,17	168,62*	1,80	1,80	103,91*	689,78	689,78	93,83*	151532,15	151532,15	91,97*
Cul. x Amb.	2	1,62	0,81	0,73 ns	0,12	0,06	4,65*	0,02	0,01	0,69 ns	43,72	21,86	2,97ns	6687,90	3343,95	2,02 ns
Resíduo (b)	12	13,28	1,10	-	0,15	0,01	-	0,20	0,02	-	88,22	7,35	-	19770,50	1647,54	-
CV (%)	-		8,26			12,40			3,54			16,91			24,45	
Total	29	33,39	-	-	3,41	-	-	2,47	-	-	1278,22	-	-	201955,54	-	-

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

ns- não significativo ($p \geq 0,05$).

Por meio da análise de variância, não se observou diferença ($p \leq 0,05$) para a variável SST para as duas cultivares nos três ambientes.

Para a variável ATT verificou-se pela ANOVA que houve significância para todos os fatores e interações analisadas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Na Tabela 14 estão descritos os resultados da interação ambiente e cultivar para a variável acidez total titulável pelo teste de Tukey.

Tabela 14. Acidez total titulável (ATT) expressa em g de ácido tartárico/100 mL de polpa, em bagas de uvas das cultivares Niágara Rosada e Isabel em três ambientes.

	ATT (g de ácido tartárico/100 mL de polpa)	
	N. ROSADA	ISABEL
A1	0,66 abB	1,32 aA
A2	0,50 bB	0,87 bA
A3	0,78 aB	1,36 aA

As médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Ao analisar individualmente as cultivares, para o ATT, verificou-se que a cultivar Niágara Rosada no ambiente 3 (650 m) não diferiu significativamente da mesma no ambiente 1. Da mesma forma, no ambiente 1 (250 m) também não diferiu do ambiente 2 (500 m). A maior acidez foi obtida quando a Niágara Rosada foi cultivada no ambiente 3 (0,78g de ácido tartárico/100 mL de polpa), seguido pelo ambiente 1 (0,66g de ácido tartárico/100 mL de polpa) e pelo ambiente 2 (0,50g de ácido tartárico/100 mL de polpa), respectivamente (Tabela 14), sendo que não apresentou diferença significativa entre os ambientes 1 e 3. Todos os valores de ATT encontrados nos três ambientes para a Niágara Rosada encontram-se dentro dos padrões estabelecidos por CABRAL (2009), que afirma que para a cultivar Niágara Rosada os valores padrões de acidez estão na faixa de 0,4 a 0,9.

Para a cultivar Isabel, a ATT no ambiente 1 (1,32g de ácido tartárico/100 mL de polpa) e no 3 (1,36g de ácido tartárico/100 mL de polpa) não apresentou diferença significativa entre si. Ambos os ambientes produziram uvas com maior acidez em relação ao ambiente 2 (0,87g de ácido tartárico/100 mL de polpa) (Tabela 14).

Valores de acidez próximos ao deste trabalho para as cultivares Isabel e Niágara Rosada foram encontrados por outros autores. Oliveira (2014) estudou a qualidade de uva Isabel Precoce em Mossoró-RS e obteve para ATT o valor de 1,33 g de ácido tartárico/100 mL de polpa no período de primavera-verão. Assis et al. (2011) ao estudarem a evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas da

videira Isabel obtiveram ATT de 0,80 g de ácido tartárico/100 mL de polpa em Rolândia-PR. Abreu et al. (2017) avaliando a produtividade e qualidade de frutos da videira Isabel obtiveram valores de ATT variando entre 0,83 a 0,99 g de ácido tartárico/100 mL de polpa na safra de inverno. Sanchez-Rodriguez; Dias; Spósito (2017) ao analisarem a fisiologia e produção da videira Niágara Rosada na região de Piracicaba-SP obtiveram valores de ATT de 0,50 g de ácido tartárico/100 mL de polpa.

Na Tabela 14 observa-se que os maiores valores de ATT foram obtidos na cultivar Isabel. Acredita-se que tal resultado pode estar associado às características da própria cultivar e época de colheita realizada na região. Foi observado durante a execução do trabalho, que na região em estudo, a uva Isabel possui um tempo de maturação maior que a Niágara Rosada, provavelmente por apresentar um maior ciclo vegetativo e reprodutivo. Entretanto, devido à demanda de mercado, muitas vezes os produtores realizam a colheita da uva Isabel no mesmo momento em que a Niágara Rosada, que apresenta um ciclo de vida um pouco menor se comparado com a uva Isabel. Dessa forma, sabendo que na medida em que ocorre evolução da maturação da uva há tendência ao incremento do conteúdo de sólidos solúveis e redução da acidez (ROMBALDI et al., 2004), provavelmente a uva Isabel terá um menor valor de SST e maior valor de ATT em comparação com a uva Niágara Rosada.

Verifica-se na Tabela 14 que tanto para a cultivar Niágara Rosada quanto para a Isabel os maiores valores de ATT foram encontrados nos ambientes 1 e 3. A altitude do local também é bastante considerada ao se escolher uma área para produção de uvas, uma vez que esse fator influencia diretamente nas características das uvas e vinhos (FALCÃO et al., 2007). Conforme Rizzon; Miele (2003), o clima influencia na relação açúcar/ácido, ATT e conteúdo de compostos fenólicos das uvas, entre outros fatores, registrados no momento da colheita.

É notório que a temperatura mais elevada é responsável pela atenuação do ácido málico e da acidez do mosto (BRIGHENTI et al., 2015). Então, era esperado que os menores valores de ATT fossem encontrados no ambiente 1, visto que ele está situado na altitude mais baixa.

Os maiores valores de acidez no ambiente 1 podem estar relacionados com o excesso de N foliar, comprovado através da Tabela 1, onde os valores de N foliar no ambiente 1 para as duas cultivares estão em excesso e ligeiro excesso, respectivamente (TERRA, 2003). O excesso de N foliar torna a videira muito vigorosa, prolongando o período de crescimento vegetativo e retardando o amadurecimento do fruto (HILBERT

et al., 2003). Sabendo que a exposição dos cachos ao sol tem influência determinante na composição e na maturação da uva (ALMEIDA; ONO, 2017) e que antecipa o processo de maturação como um todo, especialmente o acúmulo de açúcares (JACKSON, 2000) e por consequência a diminuição da ATT, o sombreamento provocado pelo alto vigor vegetativo resultante do excesso de N no ambiente 1, provavelmente, foi o grande responsável pelos valores mais altos de ATT encontrados. Corroborando com essa discussão, trabalhos realizados em várias regiões vitícolas mostram que desfolhar ligeiramente a zona dos cachos em diversos estádios fenológicos (HUNTER et al., 1995) aumenta o teor de SST e diminui a ATT. Isto ocorre porque se eliminam as folhas velhas e sombreadas, que pouco ou nada contribuem para a síntese de açúcar (PONI et al., 2005). Além disso, o manejo do dossel vegetativo permite maior insolação e aeração do vinhedo, favorecendo o microclima próximo às folhas e aos frutos e ao aumento da qualidade (MANFROI et al., 1997). Brunetto et al. (2007) estudando a aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha e a sua relação com a produtividade e características químicas do mosto da uva, observaram que as doses de N aumentaram, de forma quadrática, os valores de pH do mosto e de ácido tartárico, e, de forma linear, os valores de acidez total e de ácido málico. Assim como neste trabalho, os autores atribuem isso ao crescimento vegetativo da parte aérea das videiras, que aumenta o sombreamento no interior das plantas, retardando a maturação da uva e a degradação de ácidos orgânicos na baga.

Acredita-se que as condições climáticas, como a temperatura e a radiação solar, do ambiente 2 favoreceram a redução da ATT nas duas cultivares comparando com o ambiente 3 (650 m), provavelmente devido às temperaturas mais elevadas durante o ciclo. O ambiente 2, por estar localizado a uma altitude mais baixa (500 m), apresenta temperatura um pouco mais elevadas que o ambiente 3. Essa temperatura mais elevadas contribui decisivamente para maior degradação do ácido málico das bagas (CONDE et al., 2007), implicando na diminuição da acidez.

No entanto, a maior acidez no ambiente 3 pode estar relacionada com as menores temperaturas médias nesta altitude. Provavelmente, a temperatura média mais baixa no período de maturação não tenha favorecido a redução da ATT do mosto, pela combustão do ácido málico, por meio da respiração celular, provocando maiores acúmulos de ácidos na baga. Regina et al. (2010) estudando a influência da altitude na qualidade das uvas 'Chardonnay' e 'Pinot Noir', em Minas Gerais, encontraram menores valores de ATT nas uvas cultivadas em menor altitude. Brighenti et al. (2015)

realizando uma comparação entre duas regiões vitícolas em diferentes altitudes obtiveram teores mais elevados de ATT quando as videiras foram cultivadas em maior altitude.

Com relação à variável pH e relação SST/ATT verificou-se pela ANOVA que não houve significância para as interações analisadas pelo teste F ($p \leq 0,05$). Dessa forma, procedeu a análise dos fatores independentes, onde os resultados dos fatores cultivares e ambientes estão apresentados nas Tabelas 15 e 16, respectivamente.

Tabela 15. pH, relação SST/ATT e PT obtidos em uvas das cultivares Niágara Rosada e Isabel.

Variável	N. Rosada	Isabel
pH	3,97 a	3,49 b
SST/ATT	20,83 a	11,24 b
PT (mg GAE.100 g ¹)	237,08 a	94,94 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Tabela 16. pH e relação de SST/ATT em bagas de uvas em três ambientes.

Variável	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
pH	3,73 b	3,86 a	3,60 c
SST/ATT	14,00b	20,62 a	13,48 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Na Tabela 15, observa-se que a cultivar Niágara Rosada apresentou pH maior que a cultivar Isabel. O valor de pH obtido foi dependente da ATT. A cultivar Isabel alcançou valores de ATT mais elevados, como discutido anteriormente, e por consequência valores de pH inferiores, visto que a ATT e o pH possuem relação inversa. Dessa forma, assim como para a variável ATT, este resultado pode ser devido às características da cultivar e à época de colheita realizada na região. Segundo Magalhães (2008), os valores obtidos para o pH na fase final da maturação estão entre 3 e 4. Sendo que neste estudo as duas cultivares apresentaram valores dentro dessa faixa.

De acordo com os resultados da Tabela 16, para a variável pH nos três ambientes, o ambiente 2 diferiu estatisticamente dos demais, alcançando os maiores valores de pH. Resultado este que novamente é atribuído à menor ATT do mosto obtido neste ambiente.

Da mesma forma que para a variável ATT, o menor valor de pH obtido no ambiente 3 pode estar associado às menores temperaturas médias no ambiente. Como o pH está relacionado diretamente com a ATT, a temperatura média mais baixa não favoreceu a redução da ATT do mosto, pela combustão do ácido málico, por meio da

respiração celular, o que provocou maiores acúmulos de ácidos na baga e, por consequência, acarretou valores de pH mais baixos. Brighenti et al. (2015) encontraram valores de pH mais baixos em uvas cultivadas em região de maior altitude. Regina et al. (2010) obtiveram valores de pH inferiores em região de maior altitude para as cultivares ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’, em Minas Gerais.

Observa-se na Tabela 16 que, no ambiente 2 o valor da relação STT/ATT foi significativamente superior aos observados nos ambientes 1 e 3 (estes não diferiram entre si). Este resultado já era esperado, visto que no ambiente 2 foram encontrados os menores valores de ATT.

A relação entre SST/ATT para a cultivar Niágara Rosada diferiu estatisticamente da cultivar Isabel (Tabela 15). A menor relação entre SST e ATT encontrada para a cultivar Isabel está relacionada aos maiores valores de ATT, visto que o teor de SST não foi significativo pelo teste F. A legislação brasileira estabelece os limites da relação SST/ATT entre 15 e 45, que seria o índice de maturação (BRASIL, 2000). Dessa maneira, observa-se que somente a cultivar Niágara Rosada apresenta relação STT/ATT dentro das faixas estabelecidas como adequadas.

Valores de relação STT/ATT superiores ao deste trabalho para a cultivar Isabel foram encontrados por Assis et al. (2011) e por Abreu et al. (2017), com valores médios de 19,20 e 16,27, respectivamente. Já para a cultivar Niágara Rosada, também foram encontrados na literatura valores de relação SST/ATT maiores que os obtidos neste trabalho. Vedoato (2016) ao estudar a produção, qualidade físico-química e atividade antioxidante da uva Niágara Rosada em diferentes porta-enxertos obteve valores de relação SST/ATT de 34,50 no ano de 2014.

Os polifenóis constituem um grupo heterogêneo, composto de várias classes de substâncias com propriedade antioxidante e estão presentes em vários alimentos e bebidas, mas em especial na uva e em seus derivados (VARGAS; HOELZEL; ROSA, 2008). São responsáveis pela adstringência das uvas, provocada por uma combinação dos taninos com as proteínas contidas na saliva. Além da importância que os compostos fenólicos possuem na enologia, existe um interesse cada vez maior nesses compostos devido ao seu potencial benéfico para a saúde humana (SOLEAS et al., 2002).

O conteúdo de compostos fenólicos que prevalece nas uvas e seus produtos elaborados podem ser dependentes de vários fatores, tais como: a variedade da uva, o clima, a nutrição, as práticas de cultivo, as condições de colheita e armazenamento, entre outros. Observa-se que os maiores valores médios de PT foram obtidos na cultivar

Niágara Rosada (Tabela 15). Tais resultados podem ser atribuídos às características das próprias cultivares de uva em questão. Soares et al. (2008) ao estudarem compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel obtiveram valores de polifenóis totais em peso fresco de 196,83 e 183,04 mg GAE.100 g¹ para as uvas Isabel e Niágara Rosada, respectivamente. Abe et al. (2007) estudando os compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. obtiveram para a cultivar Niágara Rosada 208 mg GAE.100 g¹ de polifenóis totais.

6.4. Variabilidade espacial do teor de sólidos solúveis totais em videira Isabel

A análise da dependência espacial para o SST da cultivar Isabel revelou estrutura de dependência espacial. Na Tabela 17 está apresentado o modelo teórico de semivariograma e os respectivos parâmetros de ajuste.

Tabela 17. Modelo e parâmetros do semivariograma escalonado pela variância dos dados.

	Modelo	C ₀	C ₀ +C	a (m)	GDE (%)	R ² (%)	SQR	r-VC	RMSE	MBE
SST	Gau	0,50	1,10	18,0	50,0	93,0	0,21	67,0%	1,31	0,05

SST= sólidos solúveis totais; Gau= modelo gaussiano; C₀ = efeito pepita; C₀+C = patamar; a = alcance de dependência espacial; IDE = grau de dependência espacial; R² = coeficiente de determinação múltipla do ajuste; SQR= Soma do quadrado do resíduo; r-VC= coeficiente de correlação; RMSE= erro médio quadrático; MBE=desvio das médias.

O modelo ajustado foi o gaussiano (Gau) com C₀ (efeito pepita) de 0,50, que representa a variância não explicada ou ao acaso, frequentemente, causada por erros de medições ou variações SST que não podem ser detectadas na escala. Este valor indica que a variância espacial está contribuindo com 50% na variância total dos dados.

O alcance (a) de dependência espacial é um parâmetro importante no estudo da variabilidade espacial, indica a zona de influência de uma amostra, ou seja, define a distância máxima até onde o valor de uma variável apresenta relação de dependência espacial com o seu vizinho (SILVA; LIMA; ALVES, 2010). Analisando o semivariograma observa-se que o atributo SST apresentou um valor de 18,0 m de alcance. Baluja et al. (2013) ajustaram o modelo esférico para o atributo STT estudando a variabilidade espacial da composição da uva.

O semivariograma apresentou moderada dependência espacial (25<GDE<75%),

conforme classificação de Cambardella et al. (1994), com valor de 50%. Valores divergentes foram encontrados por Baluja et al. (2013), onde obtiveram uma forte dependência espacial ($GDE < 25\%$) para o atributo SST e ATT. Quanto ao coeficiente de correlação (r-VC), o modelo gaussiano apresentou 67% entre os valores observados e os estimados pela validação, o que comprova o baixo RMSE e MBE encontrados.

Os valores de MBE e RMSE mais próximos a zero indicam que a técnica apresentou menor viés e pode estimar com maior acurácia os locais não amostrados da área (MELLO; OLIVEIRA, 2016). Na Tabela 17, observa-se que o RMSE e MBE obtidos no modelo gaussiano foram de 1,23 e 0,05, respectivamente. MBE positivo indica que o modelo escolhido está superestimando o atributo na área. Porém, o valor encontrado por MBE está próximo de zero.

Seguindo os critérios de Azevedo (2004), valores ideais para R^2 no ajuste do semivariograma é quando encontra valores maiores que 50%, que neste caso foi de 93% para o gaussiano.

Na Figura 6 está apresentado o modelo de semivariograma escalonado com o melhor ajuste aos dados experimentais para o atributo SST expresso em °Brix.

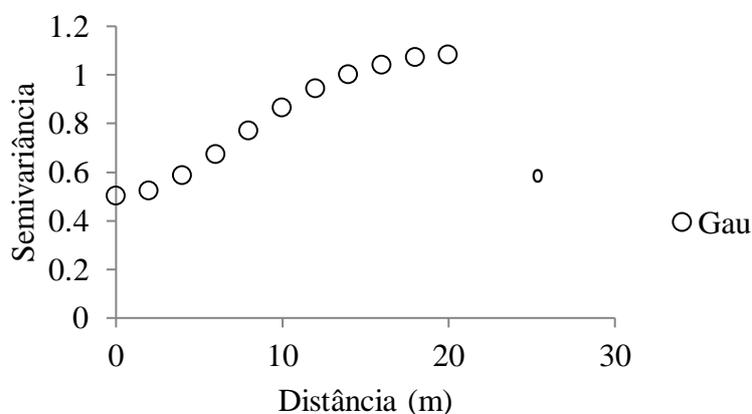


Figura 6. Semivariograma do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) ajustado no modelo Gaussiano (Gau).

Comprovada a dependência espacial do atributo em estudo, foram realizadas interpolações por meio da krigagem ordinária, para estimar valores para locais não amostrados no parreiral (Figura 7).

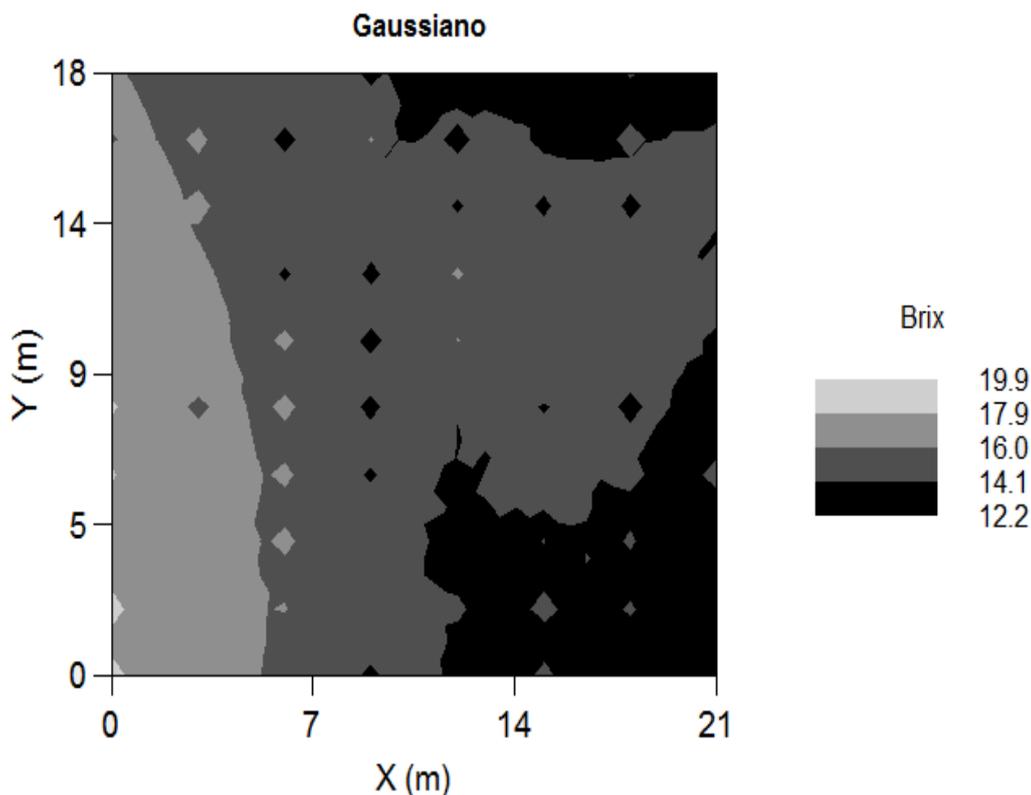


Figura 7. Mapa da distribuição espacial do atributo °Brix da uva Isabel no ambiente 3 com ajuste ao modelo Gaussiano.

Verifica-se que a região com maior concentração de °Brix encontra-se na parte mais baixa da área (esquerda do mapa). Em contrapartida, nas partes mais altas do terreno os valores de °Brix encontrados são menores (direita do mapa). Observa-se que de acordo com que a declividade do terreno diminui dentro do parreiral os valores de °Brix das bagas aumentam. Baluja et al. (2013) obtiveram os mínimos valores de SST na parte noroeste da parcela e máximos locais na parte sudeste, mostrando que a distribuição espacial depende de vários outros fatores além da variedade cultivada, bem como ser influenciada principalmente pelos fatores extrínsecos, normalmente empreendidos pelas práticas de manejo do solo e do clima. Sendo assim, essas práticas possivelmente são as grandes responsáveis pela distribuição espacial diferente do °Brix no parreiral.

A qualidade da uva, bem como de seus subprodutos está diretamente ligada à maturação dos frutos. Entre os vários constituintes da uva, o teor de açúcar (°Brix) é a característica mais frequente utilizada para avaliar a qualidade de uvas. Albuquerque (1996) cita que uvas de mesa com os teores SST iguais ou superiores a 15 °Brix são consideradas aptas à comercialização. Neste trabalho, a área do parreiral a ser colhido

primeiro seria onde o °Brix se encontra acima de 16°. Sendo assim, o viticultor pode colher de acordo com o teor de açúcar das bagas, colhendo somente cachos devidamente maduros e, conseqüentemente, aumentando a qualidade final do seu produto, visto que é possível definir um plano de colheita identificando para qual mercado consumidor colher, tendo como referencial se as uvas serão para consumo em mesa ou para produção de vinhos.

7. CONCLUSÕES

Nutrientes que aparecem na faixa de suficiência ótima, ligeiro excesso e em excesso no tecido foliar nas cultivares Niágara Rosada e Isabel apresentam em *déficits* pelo método DRIS, como P, S, Cu e Zn. No ambiente 2 (altitude média de 500 m) as cultivares apresentaram em média o melhor índice de balanço nutricional (IBN).

A concentração do nutriente Fe não apresentou interação com os ambientes, porém maior valor médio nos tecidos foliares para a cultivar Isabel e com índice DRIS em excesso em todos os tratamentos.

O teor SST apresentou variação temporal entre as cultivares Niágara Rosa e Isabel, quando avaliado em campo, sendo estabilizado a 15,8 graus no ambiente 2 (500 m) para Niágara Rosa e 16,2 graus para a Isabel também no ambiente 2.

Na análise laboratorial o SST não apresentou influência do ambiente. A acidez total titulável (ATT) apresentou maiores valores médios para a cultivar Isabel em relação a Niágara Rosada e maiores valores médios encontrados nos ambientes 1 e 3.

A relação SST/ATT e pH apresentou maiores valores médios para a cultivar Niágara Rosada no ambiente 2. Os polifenóis totais (PT) não sofreram influência dos ambientes e tendo maior concentração para a cultivar Niágara Rosada.

O SST apresentou dependência espacial para a cultivar Isabel com ajuste ao modelo gaussiano e alcance de 18,0 m, mostrando variação das concentrações em diferentes regiões no parreiral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L. T.; 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 Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ABREU, C. M.; CAMPOS, L. F. C.; ASCHERI, D. P. R.; SELEGUINI, A. Produtividade e qualidade de frutos de videira 'Isabel' em função das doses de etefon e épocas de poda. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n.1, p. 12-20, 2017.

ALBUQUERQUE, T. C. S. Adubação mineral da videira. In **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA-FENAGRI, 2004, Petrolina. Minicursos: apostilas. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004.

ALBUQUERQUE, T. C. S. **Uvas para exportação aspectos técnicos da produção**. Brasília: Embrapa - SPI, 1996. 53 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 25).

ALBUQUERQUE, T. C. S.; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R.; DEON, M. Exportação de nutrientes pelas videiras cvs. Itália e Benitaka cultivadas no Vale do São Francisco. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2005, Recife. Anais... Recife: SBFV, 2005.

ALMEIDA, M. B.; ONO, E. O. Efeitos de diferentes níveis de desfolha sobre a fisiologia, a produção e a qualidade das uvas e dos vinhos da variedade Syrah em condições tropicais semiáridas brasileiras. **Revista Semiárido De Visu**, v. 4, n. 3, p. 160-175.2017.

ALVAREZ V. V. H.; LEITE, R. A. Fundamentos estatísticos das fórmulas usadas para cálculos dos índices dos nutrientes no sistema integrado de diagnose e recomendação - DRIS. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20, 1992, Piracicaba. **Anais..** Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1992. p. 186-187.

AMARAL, J. A. T. et al. Alguns atributos do DRIS para a interpretação da análise foliar do cafeeiro. In: ANDRADE, F. V. et al. (Eds.). **Tópicos em Produção Vegetal**. Alegre - ES, v. 1, p. 125-140, 2011.

ASSIS, A. M.; YAMAMOTO, L. Y.; SOUZA, F. S.; BORGES, R. S.; ROBERTO, R. S. Evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras 'BRS Carmem' e 'Isabel'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. E., p. 493-498, 2011.

AZEVEDO, E. C. **Uso da geoestatística e de recursos de geoprocessamento no diagnóstico da degradação de um solo argiloso sob pastagem no estado de Mato Grosso**. 2004. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)- Unicamp, Campinas, 2004.

BALUJA, J.; TARDAGUILA, J.; AYESTARAN, B.; DIAGO, M. P. Spatial variability of grape composition in a Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) vineyard over a 3-year

survey. **Precision Agriculture**, v. 14, n. 1, p. 40-58, 2013.

BECKER, H. White grape varieties for cool climate. In: **International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology (B. A. Heather bell, P. B. Lombard, F. W. Bodyfelt and S. F. Price, eds)**. OSU Agric. Exp. Stn. Publ. N° 7628, pp. 46-60. Oregon State University, Coravllis, 1985.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maduración y madurez de la uva**. Madrid: Mundi-Prensa, 2004. 151 p.

BRASIL-MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n. 01, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000, Seção 1, p. 54-58.

BRIGHENTI, A. F.; DA SILVA, A. L.; BRIGHENTI, E.; PORRO, D.; STEFANINI, M. Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada altitude no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, p. 465-474, 2014.

BRIGHENTI, A. F.; MALINOVSKI, L. I.; STEFANINI, M.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Comparação entre as regiões vitícolas de São Joaquim – SC, Brasil e San Michele All’Adige – TN, Itália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 281-288, 2015.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; KAMINSKI, J.; DE MELO, G. W. B.; LOURENZI, C. R.; FURLANETTO, V.; MORAES, A. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: produtividade e características químicas do mosto da uva. **Ciência Rural**, v. 37, n. 2, p. 389-393, 2007.

BUSATO, C. C. M.; SOARES, A. A.; MOTOIKE, S. Y.; BUSATO, C. Fenologia e exigência térmica da cultivar de videira ‘Niágara Rosada’ produzida no Noroeste do Espírito Santo. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 135-148, 2013.

CABRAL, V. D. O. S. **Desenvolvimento qualitativo da uva Niágara Rosada cultivada no Norte Fluminense**. 2009. 78 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2009.

CAMARGO, U. A. Cultivares para a viticultura tropical no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 19, n. 194, p. 14-19, 1998.

CAMARGO, U. A. ‘**Isabel Precoce**’: Alternativa para a Vitivinicultura Brasileira. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 6 p. 2004.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, v. 58, n. 5, p.

1501-1511, 1994.

CARDOSO, A. D. **O vinho da uva à garrafa**. Âncora Editora, Coimbra. 2007.

CARNEIRO, A. D. A. O. **Estabelecimento de Padrões Nutricionais para a Videira com recurso ao Sistema Integrado de Diagnóstico e Recomendação (DRIS)**. 2014. 379 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias)- Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, 2014.

CASALI, Â. V.; MEURER, E. J.; MELO, G. W. B.; AMBROSINI, V. G.; ROSA COUTO, R.; BRUNETTO, G. Estado nutricional, produção e composição das uvas de 'Niágara Rosada' submetidas à aplicação de composto orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 257-262, 2015.

CIPRIANO, R. L.; LEAO, P. D. S.; CRUZ, M.; PRADO, K. Qualidade de uvas Syrah colhidas no sexto ciclo de produção de plantas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos. In **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 10., 2015, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

COSTA, A. N. **Uso do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo**. 1995. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

DALBO, M. A.; BETTONI, J. C.; GARDIN, J. P. P.; BASSO, C. Productivity and quality of grapes of cv. Isabel (*Vitis labrusca* L.) under potassium fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 789-796, 2015.

DALCORSO, G.; MANARA, A.; PIASENTIN, S.; FURINI, A. Nutrient metal elements in plants. **Metallomics: integratedbiometalscience**, v. 6, n. 10, p. 1770-88, 2014.

DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; BRAGA, G. C.; HERZOG, N. F. M. Uva Niágara Rosada cultivada no sistema orgânico e armazenada em diferentes temperaturas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 546-552, 2005.

FALCÃO, L. D.; DE REVEL, G.; PERELLO, M. C.; MOUTSIOU, A.; ZANUS, M. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3- isobutylpyrazine, C13-norisoprenoids and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 3605-36012, 2007.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v. 28, n. 4, p. 273-314, 1989.

- FOGAÇA, A. O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua correlação com a produção de uvas viníferas de qualidade**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.
- FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122 p.
- FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione dell'avite**. 2. ed. Bologna: Edagricole, 1980. 418 p.
- GIL, G. F.; PSZCZÓLKOWSKI, P. **Viticultura: fundamentos para optimizar producción y calidad**. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2007. 535 p.
- GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e enologia: elaboração e grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344 p.
- GIOVANNINI, E. **Manual de Viticultura**. Porto Alegre: Brookman, 2014. 253 p.
- GOMES, D. **Efeitos da vibração na qualidade da uva 'Niágara Rosada'**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2006.
- GRAÇA, J. N. D. **Validação de um dispositivo não-invasivo e não-destrutivo para avaliação do estado de maturação das uvas**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia)- Universidade de Lisboa, Lisboa. 2014.
- HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M.J.; GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, n. 3, p. 247-253, 2006.
- HIDALGO, L. **Caracterización macro física del ecosistema medio-planta em losviñe dos españoles**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1980.
- HIBERT, G.; SOYER, J. P.; MOLOT, C.; GIRAUDON, J.; MILIN, S.; GAUDILLERE, J. P. Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. **Vitis**, v. 42, n. 2, p. 69-76, 2003.
- HUNTER, J. J.; RUFFNER, H. P.; VOLSCHENK, C. G.; LEROUX, D. J. Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter Effect on root-growth, canopy efficiency, grape composition, and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 46, n. 3, p. 306-314, 1995.
- IBA, S. E. **Avaliação do estado nutricional da videira 'Niágara Rosada' em São Miguel Arcanjo, SP**. 2009. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agronômico, Campinas. 2009.
- JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 4, p. 409- 430, 1993.

- JACKSON, R. S. **Wine science – principles, practice, perception**. San Diego: Academic Press, p. 648, 2000.
- JONES, C. A. Proposed modification of the Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS) for interpreting plant analyses. **Comm. Soil Sci. Plant Anal.**, v. 12, p. 785-794, 1981.
- KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C.; ROBERTO, S. R. **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. 366 p.
- KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Revista Ceres**, v. 60, n. 3, p. 412-419, 2013.
- LARA, I.; GARCÍA, P.; VENDRELL, M. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, n. 3, p. 331–339, 2004.
- LIMA NETO, A. J.; NATALE, W.; MODESTO, V. C. Resposta de porta-enxertos de caramboleira à adubação com zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 4, p. 1074-1082, 2015.
- LINSENMEIER, A. W.; LOOS, U.; LÖHNERTZ, O. Must composition and nitrogen uptake in a long-term trial as affected by timing of nitrogen fertilization in a cool-climate Riesling vineyard. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 59, n. 3, p. 255-264, 2008.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas: de consumo in natura**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672 p.
- LOTT, R. V.; BARRET, H. C. The Dextrose, Levulose, Sucrose, and acid content of the juice from 39 Grape Clones. **Vitis**, v. 6, n. 3, p. 257-268, 1967.
- MACHADO, A. V.; SOUZA, J. A.; NOVAES, R. S. Estudo cinético da secagem da uva Isabel para produção de uva passa. **Revista Verde**, v. 10, n. 1, p. 47 - 51, 2015.
- MAGALHÃES, N. **Tratado de Viticultura – A Videira, A vinha e o Terroir**. Chaves Ferreira Publicações. Lisboa. 2008.
- MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência na vindima de 2005 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 4 p. 2005.
- MANDELLI, F. **Comportamento Meteorológico e sua Influência na Vindima de 2009 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 4 p. 2009.

MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 290-296, 2006.

MANFROI, V.; MIELE, A.; RIZZON, L. A.; BARRADAS, C. I. N.; MANFROI, L. Efeito de diferentes épocas de desfolha e de colheita na composição do vinho Cabernet Sauvignon. **Ciência Rural**, v. 27, n. 1, p. 139-143, 1997.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Diagnose foliar em cafeeiro. In: TOMAZ, M. A., et al. (Eds.) **Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura**, Alegre, UFES, p.139-166, 2008.

MARSCHNER, P. **Marchner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. New York, Academic Press, 2012. 651 p.

MELLO, L. M. R. Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil. **Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

MELLO, Y. R. D.; OLIVEIRA, T. M. N. D. Statistical and Geostatistical Analysis of the Average Rainfall in the Municipality of Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, p. 229-239, 2016.

MOURÃO FILHO, F. A. A. DRIS: concepts and applications on nutritional diagnosis in fruit crops. **Scientia Agrícola**, v. 61, n. 5, p. 550-560, 2004.

NATALE, W.; PRADO, R. M.; MÔRO, F. V. Alterações anatômicas da parede celular de frutos de goiabeira induzidas pelo cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p.1239-1242, 2005.

NIXDORF, S. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabella: phenolic composition and antioxidant capacity. **Analytica Chimica Acta**, v. 659, n. 1, p. 2008-2015, 2010.

OLIVEIRA, F. S. **Potencial climático da viticultura na microrregião de Mossoró/RN**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

ORDUÑA, R. M. Climate change associate defects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, v. 43, n. 7, p. 1844-1855, 2010.

PIRES, D. X. **Tecnologia das fermentações**. 2004. Disponível em: <http://www.geocities.yahoo.com.br/msquim2001/tecno_1.html>. Acesso em: 09 jun. 2017.

PIRES, E. J. P.; POMMER, C. V. **Fisiologia da videira**. In: Pommer, C. V. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.250- 293.

PIVA, R.; BOTELHO, R. V.; ORTOLAN, C.; MÜLHER, M. M. L.; KAWAKAMI, J. Adubação em vinhedo orgânico da cv. Isabel utilizando cinzas vegetais e esterco

bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 600-615, 2013.

POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PONI, S. Producir cantidad respetando la calidad, objetivo de la gestión del follaje. **Revista Enología**, v. 2, n. 10, p. 32-35, 2005.

POZZAN, M. S. V. **Caracterização físico-química da maturação da uva Bordô sobre diferentes porta-enxertos**. 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon. 2008.

PREGNOLATO, W.; PREGNOLATO, N. P. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ed, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v. 1, p. 159-164.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação**. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305 p.

QUARTEZANI, W. Z.; DE SOUZA LIMA, J. S.; ZUCOLOTO, M.; PLETSCHE, T. A. Espacialização textural de um latossolo vermelho-amarelo para manejo da cultura da pimenta-do-reino. **Energia na Agricultura**, v. 28, n. 4, p. 207-214, 2013.

REGINA, M. A.; CARMO, E. L.; FONSECA, A. R.; PURGATTO, E.; SHIGA, T. M.; LAJOLO, F. M.; RIBEIRO, A. P.; MOTA, R. V. Influência da altitude na qualidade das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Pinot Noir’ em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 143-150, 2010.

RESURRECCION, A. P.; MAKINO, A.; BENNETT, J.; MAE, T. Effects of sulphur nutrition on the growth and photosynthesis of rice. **Soil Science and Plant Nutrition, Tokio**, v. 47, n. 3, p. 611-620, 2001.

REYNIER, A. **Manual de viticultura**. Publicações Europa-América. 1986.

REYNIER, A. **Manual de Viticultura: guia técnica de viticultura**. 6. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2002. 497p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, P.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology, Volume 2 - The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments**. West Sussex, England: John Wiley and Sons, Ltd. 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 959-964, 2006.

RODRIGUES, A. **Desenvolvimento da videira ‘Itália’ em clima tropical de altitude**. 2009. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

ROMBALDI, C. V.; BERGAMASQUI, M.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.; SILVA, J. A. Produtividade e qualidade de uva, Cv. Isabel, em dois sistemas de produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 89-91, 2004.

SANCHEZ-RODRIGUEZ, L. A.; DIAS, C. T.; SPÓSITO, M. B. Fisiologia e produção da videira 'Niágara Rosada' nos sistemas de condução em espaldeira e em Y. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1948-1956, 2017.

SATO, A. J.; SILVA, B. J.; BERTOLUCCI, R.; CARIELO, M.; GUIRAUD, M. C.; FONSECA, I. C. B.; ROBERTO, S. R. Evolução da maturação e características físico-químicas de uvas da cultivar Isabel sobre diferentes porta-enxertos na Região Norte do Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 11-20, 2009.

SANTANA, M. T. A.; SIQUEIRA, H. H.; LACERDA, R. J.; LIMA, L. C. O. Caracterização físico-química e enzimática de uva Patrícia cultivada na Região de Primavera do Leste – MT. **Ciênc. agrotec.**, v. 32, n. 1, p. 186-190, 2008.

SANTOS, A. O.; PEREIRA, S. E.; MOREIRA, C. A. Qualidade físico-química da uva e perfil sensorial vínico para diferentes cultivares de videira submetidas à poda mecanizada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 432-441, 2015.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194. p. 9-14, 1998.

SHARMA, J.; SHIKHAMANY, S. D.; SINGH, R. K.; RAGHUPATHI, H. B. Diagnosis of nutrient imbalance in Thompson Seedless grape grafted on Dog Ridge rootstock by DRIS. **Communications in soil science and plant analysis**, v. 36, p. 2823-2838, 2005.

SINGLETON, V. L. Oxygen with phenols and related reactions in must, wines and model systems, observations and practical implications. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 38, n. 1, p. 69-77, 1987.

SILVA, A. D.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; NASCIMENTO, W. P. Fontes e doses de magnésio na cultura do milho. **Global Science And Technology**, v. 9, n. 3, p. 20-30, 2017.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G. Propriedades do solo, estado nutricional e produtividade de bananeiras 'Prata Anã' irrigadas com águas calcárias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 334-340, 2004.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; ALVES, A. I. Spatial variability of the nutritional condition of canephora coffee aiming specific management. **Bioscience Journal**, v. 26, p. 558-565, 2010.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760 p.

SIMON, S. **Comportamento viti-enológico das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) em diferentes altitudes no sul do Brasil**. 2014. 145 f. Dissertação (Mestre em Ciências)- Universidade Federal de Santa Catarina,

Florianópolis, 2014.

SINGLETON, V. L. Oxygen with phenols and related reactions in must, wines and model systems, observations and practical implications. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 38, n. 1, p. 69-77, 1987.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. (Ed.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília; Petrolina: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Semiárido, 2009. 756 p.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOLEAS, G.; GRASS, L.; JOSEPHY, D.; GOLDBER, D.; DIAMANDIS, E.A comparison of the anticarcinogenic properties of four red wine polyphenols. **Clinical Biochemistry**, v. 35, p. 119-124, 2002.

SOUSA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791p.

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

SOUZA, A. M. D.; MOURA, A. F. C. D.; BRITTO, W. S. F. A Carga Tributária Sobre Os Insumos Agrícolas Utilizados Na Cultura Da Uva No Vale Do São Francisco. In **46 th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER).

SOUZA LEÃO. P. C. **Uva de mesa: produção - aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 2001. 128 p.

SUMNER, M. E. Application of Beauflils Diagnostic indices to maize data published in the literature irrespective of age and conditions. **Plant and Soil**, n. 46, p. 359-369, 1977.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad. Eliane R. Santarém. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J. C.; IDE VIEIRA, C. R. Y. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niágara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1056-1064, 2006.

TEIXEIRA, A. H. C. **Cultivo da videira: clima**. Brasília; Petrolina: Embrapa Informação Tecnológica; Embrapa Semiárido, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira/clima.htm#topo>>. Acesso em: 03 nov. 2016.

TEIXEIRA, A. H. C.; SOUZA, R. A.; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. da S.; SANTOS, M. G. L. Aptidão agroclimática da cultura da videira no Estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, Abr. 2002.

TEIXEIRA, L. A. J.; TECCHIO, M. A.; MOURA, M. F.; TERRA, A. M.; PIRES, E. J. P. Normas DRIS e níveis críticos de nutrientes para videira 'Niágara Rosada' cultivada na região de Jundiá-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015.

TERRA, M. M. **Nutrição, calagem e adubação**. In: POMMER, C. V. Uva: Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. cap. 7, p. 405-476.

TERRA, M. M.; GERGOLETTI, I. F.; PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V.; SANTOS, W. D.; TECCHIO, M. A. Avaliação do estado nutricional da videira 'Itália' na região de São Miguel Arcanjo-SP, utilizando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 710-716, 2007.

TERRA, M. M.; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R. D.; PAIOLI-PIRES, E. J.; POMMER, C. V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira 'Itália' na região de Jales, SP, usando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 309-314, 2003.

TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A. Nutrição e Adubação para Uvas Rústicas. In: **Uvas Rústicas: Cultivo e processamento em regiões tropicais**. Jales, 2008. p. 159-173.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Clima: regiões vitivinícolas brasileiras, uvas para processamento**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 134 p.

TONIN, T. A.; SARAIVA MUNIZ, A.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES DA SILVA, M. A.; PAIOLA ALBRECHT, L.; CONRADO, T. V. Avaliação do estado nutricional das cultivares de uva Itália e Rubi no município de Marialva, estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, 63-69, 2009.

TROIAN, S. A.; VICENZI, K.; ALVES, M. K. Content of resveratrol and total polyphenols in whole grape, reconstituted and sweetened juice sold in southern Brazil. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 7, n. 1, p. 58-67, 2016.

VARGAS, P. N.; HOELZEL, S. C.; ROSA, C. S. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, n. 19, n. 1, p. 11-15, 2008.

VEDOATO, B. T. F. **Produção, qualidade físico-química e atividade antioxidante da uva 'Niágara Rosada' em diferentes porta-enxertos**. 2016. 49 f. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP - Campus de Botucatu, Botucatu. 2016.

VIEIRA, S. R., HATFIELD, J.; NIELSEN, D.; BIGGAR, J. Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hilgardia**, v. 51, n. 3, p. 1-75, 1983.

XAVIER, A. C.; KING, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2015.