

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DE CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**IGOR SANTOS DE LIMA**

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DE SOLO,  
VIGOR DE PLANTAS E QUALIDADE DE CACHO NA PRODUÇÃO DE  
NIÁGARA ROSADA NO MUNICÍPIO DE ESMERALDA RS.**

**ESMERALDA**

**2022**

**IGOR SANTOS DE LIMA**

**ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DE SOLO,  
VIGOR DE PLANTAS E QUALIDADE DE CACHO NA PRODUÇÃO DE  
NIÁGARA ROSADA NO MUNICÍPIO DE ESMERALDA RS.**

Trabalho de Conclusão de Curso como  
requisito para a obtenção do título de  
Engenheiro(a) Agrônomo(a) da  
Universidade de Caxias do Sul. Área de  
concentração: Fruticultura  
Orientador Prof.º Dr. Márcio E. B.  
Bueno

**ESMERALDA**

**2022**

## **IGOR SANTOS DE LIMA**

### **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, a mais esse sonho prestes a ser realizado.

A Prof<sup>a</sup> Elaine Damiani e a Prof.<sup>a</sup> Taisa Dal Magro pela dedicação, confiança, atenção e incentivo nos meus primeiros passos na pesquisa acadêmica. Ao professor Márcio Bueno apoio, auxílio e orientação na organização do trabalho. Ao coordenador do curso de agronomia Henrique Cunha pelo empenho dedicado deste projeto de pesquisa.

Aos meus pais, Espedito e Mari, minhas irmãs Anita e Helen, pelo amor, incentivo e suporte fornecido, e a todos que me forneceram apoio e forças para dar continuidade aos meus estudos.

## ESTUDO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE ATRIBUTOS DE SOLO, VIGOR DE PLANTAS E QUALIDADE DE CACHO NA PRODUÇÃO DE NIÁGARA ROSADA NO MUNICÍPIO DE ESMERALDA RS.

Igor Santos de Lima<sup>1</sup>

Márcio Eduardo Boeira Bueno<sup>2</sup>

**Resumo:** O uso da fruticultura de precisão, é recente no Brasil. Ela utiliza ferramentas adaptadas da agricultura de precisão que permitem verificar a espacialização de um determinado parâmetro amostrado através dos chamados mapas temáticos. O objetivo do trabalho foi mapear a variabilidade espacial de atributos químicos e físicos do solo, atributos de vigor de planta e atributos de qualidade de bagas em *Niágara Rosada* no município de Esmeralda-RS. O experimento foi conduzido em um parreiral comercial de Niágara Rosada de 2000 m<sup>2</sup> de área na safra 2021/2022. A área experimental foi dividida em 4 (repetições) grids de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>. Em cada grid foram marcadas e georreferenciadas 6 plantas, sendo as 4 centrais utilizadas para a coleta dos atributos de vigor de planta e qualidade de bagas. Para os atributos químicos de solo foram feitas 10 subamostras por grid com um ponto central georreferenciado para compor a amostra. Para os atributos físicos de solo foram feitas 10 amostras georreferenciadas. Os resultados foram avaliados com a estatística descritiva e geoestatística. Os atributos que apresentaram variabilidade espacial foram interpolados pelo método da Krigagem e os que não apresentaram pelo método da distância ponderada (IDW). Os atributos químicos e físicos do solo não apresentaram variabilidade espacial e foram interpolados pelo método IDW. Os atributos de vigor e qualidade de baga com exceção dos sólidos solúveis apresentaram variabilidade espacial e foram interpolados pelo método da krigagem. É possível trabalhar com fruticultura de precisão com as variáveis que apresentaram variabilidade espacial em pequenas áreas.

**Palavras chaves:** *Vitis labrusca x Vitis Vinifera*, geoestatística, mapas temáticos.

## STUDY OF THE SPATIAL VARIABILITY OF SOIL ATTRIBUTES, PLANT VIGOR AND BUFF QUALITY IN THE PRODUCTION OF NIÁGARA ROSADA IN THE MUNICIPALITY OF ESMERALDA RS.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. E-mail: igorslima.1@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Dr. Orientador da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Av. Dom Frei Candido Maria Bampi 2800 – Bairro Barcelos – CEP 95200-000. E-mail: mebbueno@ucs.br.

**Abstract:** The use of precision fruit growing is recent in Brazil. It uses tools adapted from precision agriculture that allow checking the spatialization of a certain parameter sampled through so-called thematic maps. The objective of this work was to map the spatial variability of soil chemical and physical attributes, plant vigor attributes and berry quality attributes in Niágara Rosada in the municipality of Esmeralda-RS. The experiment was carried out in a commercial Niagara Rosada vineyard with an area of 2000 m<sup>2</sup> in the 2021/2022 season. The experimental area was divided into 4 (repetitions) grids of approximately 500 m<sup>2</sup>. In each grid, 6 plants were marked and georeferenced, and the 4 central ones were used to collect the attributes of plant vigor and berry quality. For soil chemical attributes, 10 subsamples were made per grid with a georeferenced central point to compose the sample. For soil physical attributes, 10 georeferenced samples were made. The results were evaluated with descriptive statistics and geostatistics. The attributes that showed spatial variability were interpolated by the Kriging method and those that did not show by the weighted distance method (IDW). The chemical and physical attributes of the soil did not show spatial variability and were interpolated by the IDW method. The attributes of vigor and berry quality, with the exception of soluble solids, showed spatial variability and were interpolated by the kriging method. It is possible to work with precision fruit growing with the variables that presented spatial variability in small areas.

**Keywords:** *Vitis labrusca x Vitis Vinifera*, geostatistics, thematic maps.

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto mundial, apesar de ser o terceiro maior produtor de frutas e de apresentar condições agroecológicas muito favoráveis para a exploração de diversas atividades ligadas à fruticultura de climas tropical, subtropical e temperado, o Brasil ainda tem participação bastante marginal na produção e no comércio exterior de uva de mesa. Em 2016, respondia por apenas 3,0% e 0,67% dos volumes, respectivamente, de produção e exportação mundial dessa fruta (OIV, 2021). Apesar disso, com base em resultados obtidos pelo setor nas últimas duas décadas, é possível afirmar que o Brasil se encontra entre os países que têm experimentado destacado crescimento na produção, na exportação e no consumo de uvas de mesa (MAIA et al.,2018).

Do total de uvas produzidas no Brasil, atualmente, cerca da metade é explorada para processamento (vinhos, sucos etc.) e a outra metade está voltada para atender demandas de consumo *in natura*. Enquanto a viticultura para processamento está fortemente concentrada nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, a produção de uvas de mesa predomina nos estados de Pernambuco, Bahia, São Paulo e Minas Gerais (MAIA et al.,2018).

As principais variedades de uvas tradicionais para consumo in natura produzidas no Brasil são: *Niágara Rosada* (rústica) e *Itália* (e suas mutações *Rubi*, *Benitaka* e *Brasil*) (SABINO, 2022).

O país também tem produzido uvas sem sementes sendo a ‘*Superior Seedless*’, ‘*Crimson Seedless*’, e a ‘*Thompson Seedless*’ as primeiras introduzidas, que estão sendo substituídas por novas variedades mais produtivas, proporcionando um novo impulso na viticultura no segmento in natura (MELLO & MACHADO, 2020).

O cultivo de uvas comuns de mesa, como ‘*Niágara Rosada*’, ‘*Isabel*’ e ‘*Niágara Branca*’, são bastante apreciadas e respondem por 50 % do volume comercializado de uvas in natura (RITSCHHEL et al.,2010). No Brasil, estas uvas são produzidas tradicionalmente na região Sul, e sua colheita é feita nos meses de janeiro e fevereiro.

A cultivar *Niágara Rosada* apresenta polpa mucilaginosa, característica das uvas americanas, sabor aframboesado, cachos médios cheios com fraca aderência de bagas, de baixa qualidade pós-colheita, podendo alcançar entre 17° e 19°Brix, com baixa acidez. Comparada com as cultivares do grupo *Itália*, demanda um número menor de aplicações de produtos para controle de doenças e uso menos intensivo de mão-de-obra (MAIA; CAMARGO, 2012).

Desta forma esta cultivar tem se apresentado como uma alternativa interessante e seu cultivo está se expandindo para regiões não tradicionais de produção como por exemplo nos campos de cima da serra no município de Esmeralda-RS.

Em HORTIBRASIL, 2012, função desta expansão aliada a necessidade de alcançar patamares mais elevados de qualidade que o próprio mercado impõe como coloração das bagas, compactação dos cachos, conservação da cera natural, sanidade, ausência de respingos de pulverização e principalmente sabor. O uso de novas tecnologias que permitem um acompanhamento mais detalhado das áreas de produção se faz necessários.

Um dos problemas enfrentados pelo produtor está relacionado ao manejo do parreiral. Hoje é realizado de forma homogênea, não considerando a variabilidade e a existência de sítios específicos (ESSER; ORTEGA BLU, 2002). Localizar essas áreas específicas permite ajustar o manejo, de acordo com a necessidade do sítio, de forma precisa em cada ponto, otimizando o manejo, melhorando a qualidade da uva em diferentes parâmetros (SORT; UBALDE, 2005).

O uso da fruticultura de precisão, pode ser uma aliada neste processo. Ela utiliza ferramentas adaptadas da agricultura de precisão que permitem verificar a especialização

de um determinado parâmetro amostrado através dos chamados mapas temáticos. Um mapa temático é formado por uma imagem, plotada em um eixo cartesiano, em que o eixo “Z” são as características ou os atributos em estudo, e os eixos “X” e “Y” são os representantes do espaço (longitude e latitude), representando assim a variabilidade espacial de determinado atributo no campo (DAINASE et al., 2004).

Na sua construção, frequentemente, são utilizadas técnicas geoestatísticas. O semivariograma é a ferramenta usual de suporte pois permite representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço (DRUCK et al., 2004).

Para que a variável avaliada tenha dependência espacial é necessário que o semivariograma seja crescente com a distância. Havendo comprovadamente dependência espacial para a variável em estudo, por meio do ajuste de semivariograma, pode-se interpolar valores em qualquer posição no campo de estudo (GREGO et al., 2014).

Vários estudos já vêm sendo realizados em diferentes frutíferas testando e implementando ferramentas e técnicas para este manejo de precisão. A grande dificuldade encontrada é o comportamento espacial de mesmos parâmetros para diferentes tamanhos de área, tipos de solo, variedades, sistemas de manejo e forma de coleta. Junto a isso a necessidade de uma avaliação temporal destes parâmetros para se ter uma recomendação mais precisa. Cada talhão terá suas características específicas a serem estudadas.

Desta forma o objetivo do trabalho foi mapear a variabilidade espacial de atributos químicos e físicos do solo, atributos de vigor de planta e atributos de qualidade de bagas em *Niágara Rosada* no município de Esmeralda-RS.

## 2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em um parreiral comercial, na propriedade do Sr. Expedito Zoccoli de Lima, na comunidade de Santa Terezinha, no município de Esmeralda RS, com coordenadas 28°00'03” S e 51°16'26” W, durante a safra 2021/2022.

Foi desenvolvida uma pesquisa experimental num parreiral implantado em 2016 no sistema de condução latada, com a variedade *Niágara Rosada* enxertada sobre o porta enxerto Pausen 1103, no espaçamento de 2 metros entre plantas e 3 metros entre fila, totalizando uma área de 2000 m<sup>2</sup>.

O parreiral possuía uma cobertura plástica com o filme Vitlux, na espessura de 150 micras, sua transmissividade de radiação solar era de 90% com proteção contra raios Ultravioleta. Apresentava ainda um sistema de irrigação por gotejo instalado na parte de cima, nos arames de sustentação das filas. Todos os manejos realizados na videira seguiram o padrão do produtor.

A área experimental foi dividida em 4 (repetições) grids de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>. Em cada grid foram marcadas e georreferenciadas 6 plantas, sendo as 4 centrais utilizadas para a coleta dos atributos de vigor de planta e qualidade de bagas. Para os atributos químicos de solo foram feitas 10 subamostras, misturadas por grid com um ponto central georreferenciado para compor a amostra. Para os atributos físicos de solo foram feitas 10 amostras georreferenciadas por grid cada amostra de uma forma individual apresentando seu resultado.

As coletas dos atributos químicos de solo foram realizadas em junho de 2021 utilizando um quadriciclo que possuía um amostrador de solo hidráulico, Solodril da empresa Falker, com trado de rosca de 7 polegadas nas profundidades de 0-20cm e 20-40cm. As amostras coletadas foram encaminhadas ao laboratório de análise de solo da Universidade de Caxias do Sul.

As coletas dos atributos físicos de solo foram realizadas em junho de 2021 através da determinação do perfil de compactação. A compactação do solo foi determinada através de um penetrômetro SoloTrack, da empresa Falker, elétrico e portátil, dotado de um sistema automático de medição da Resistência a penetração (RSP). A variável RSP, foi determinada nas profundidades de 5, 10, 15, 20,25, 30,35 e 40 cm, e expressa em unidades Kilopascal (KPa).

**Figura 1** – Distribuição dos grids onde foram coletados os atributos químicos e físicos do solo, de vigor de plantas e qualidade de bagas.



Fonte: (LIMA, 2022.)

Os atributos de vigor foram determinados através da medição do crescimento de ramos, com régua graduada em cm sendo um ramo por planta por grid com 4 repetições.

Os atributos de qualidade de cacho avaliados foram: Sólidos Solúveis expresso em °Brix, Índice de compactação de cachos e diâmetro de baga expresso em cm. Foram retirados 1 cacho por planta, totalizando 16 cachos amostrados.

Utilizou-se um refratômetro de Abbe da marca Shibuya para determinação dos sólidos solúveis, nas mesmas bagas trabalhadas para determinação do diâmetro. Determinou-se o comprimento do cacho (cm), medido com uso de uma régua graduada; massa do cacho (g), com uma balança semi-analítica.

O índice de compactação do cacho foi obtido pela relação  $IC = [(Massa\ cacho) / (Comprimento\ do\ cacho)^2]$  proposto por Tello, Ibanez, (2014). O diâmetro de bagas (cm) foi mensurado pela medida transversal de 20 bagas por cacho utilizando-se um paquímetro digital e totalizando 320 bagas.

Todos os atributos foram caracterizados por meio da estatística descritiva onde foram calculados os seguintes parâmetros: média aritmética, mediana, valores máximos e mínimos, desvio padrão, coeficiente de variação (CV), o qual foi classificado segundo o método de Warrick (1998), baixo menor que 15%, média quando está entre 15 e 50% e alto quando for maior que 50%. Por fim, calculou-se os índices de assimetria e curtose. A normalidade foi verificada pelo método de Shapiro-Wilk ( $p \leq 0,05$ ).

As análises geoestatísticas foram realizadas no programa GS+ (Gamma Design Software, 2004) versão 7.0, (ROBERTSON, 2004). O ajuste dos modelos de semivariogramas foi escolhido em função da autoavaliação (jackknife). Para análise do índice de dependência espacial (IDE), foram utilizados a relação  $C0/(C0 + C)$ , onde C: componente estrutural, Co: efeito pepita puro e Co+C: patamar, os intervalos propostos por Cambardela et al., (1994), que consideraram a dependência espacial fraca ( $IDE > 75\%$ ), moderada ( $25\% < IDE < 75\%$ ) e forte ( $IDE < 25\%$ ).

Os atributos que apresentaram dependência espacial foram interpolados pelo método de Krigagem ordinária e os que apresentaram efeito de pepita puro (EPP) pelo método inverso da distância ponderada (IDW).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a estatística descritiva dos atributos químicos do solo (Tabela 1) observa-se que na camada de 0-20 cm a maioria dos atributos analisados não apresentaram uma normalidade de distribuição com exceção do índice SMP, Ca e S. Já na camada de 20-40 cm a normalidade engloba um maior número de atributos com exceção da MO, argila, potássio e enxofre.

**Tabela 1** – Estatística descritiva, dos atributos químicos do solo, medido em parreiral de Niágara Rosada, no município de Esmeralda RS,2021.

Parâmetros estatísticos	pH água	SMP	Ca	Mg	Al	H+Al	MO	Text.	K	P-Mehlich	S	Sat. Bases
				cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%m/v			mg/dm <sup>3</sup>		%
0-0,20 m												
n	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Media	6,0	6,2	12,4	6,3	0,0	3,4	7,0	1,8	450,0	82,9	27,0	86,0
Mínima	5,8	6,1	12,0	5,2	0,0	3,0	5,9	1,0	450,0	31,7	15,3	84,6
Máxima	6,2	6,3	12,8	7,3	0,0	3,8	7,8	2,0	450,0	100,0	50,0	87,0
Mediana	6,0	6,3	12,4	6,4	0,0	3,3	7,0	2,0	450,0	100,0	21,4	86,1
s	0,0	0,1	0,4	0,9	0,0	0,3	0,8	0,5	0,0	34,2	16,2	1,2
CV	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,0	0,4	0,6	0,0
Ck	1,5	-1,3	-3,3	1,6	0,0	1,9	1,7	4,0	0,0	4,0	1,7	-4,3
Cs	0,0	-0,9	0,0	0,5	0,0	0,9	-0,6	-2,0	0,0	-2,0	1,5	-0,3
Teste W	0,4	0,8	0,7	0,5	0,0	0,5	0,2	0,0	0,0	0,1	0,8	0,0
0,20-0,40 m												
n	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Média	5,2	5,6	6,0	3,2	0,5	7,0	4,7	1,5	216,6	26,0	13,0	57,6



A normalidade dos dados não é uma exigência da geoestatística; é conveniente apenas que a distribuição não apresente caudas muito alongadas, o que poderia comprometer as análises (WEBSTER, 1985; CRESSIE, 1991).

A normalidade ou não normalidade na distribuição dos dados, pode ocorrer por diversas causas, as quais pode ser por práticas de manejo ou efeitos temporais (CAMBARDELLA et. al, 1994).

**Tabela 3** – Estatística descritiva do atributo de vigor, comprimento de ramos medido de forma temporal em parreiral de Niágara Rosada, no município de Esmeralda RS,2021.

Datas de Coleta	n	Média	Mínima	Máxima	Mediana	s	CV	Ck	Cs	Teste W
M										
29/08/2021	16	0,5	0,1	1,2	0,5	0,3	0,6	0,0	0,7	0,5*
12/09/2021	16	0,7	0,2	1,7	0,8	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4*
26/09/2021	16	0,9	0,3	1,8	1,0	0,4	0,4	0,3	0,5	0,4*
10/10/2021	16	1,1	0,4	1,9	1,2	0,4	0,4	0,4	0,1	0,3*
24/10/2021	16	1,2	0,6	1,9	1,2	0,4	0,3	0,8	0,0	0,3*
07/11/2021	16	1,4	0,6	2,2	1,4	0,4	0,3	0,9	0,1	0,3*

Datas de Coleta: medição temporal dos comprimentos de ramo; n: número de amostras; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; W: método de Shapiro-Wilk; \*: Os dados não são provenientes de uma distribuição Normal, segundo o teste de Shapiro-Wilk, com alfa nível de significância

Pelos limites do coeficiente de variação (CV) proposto por Warrick (1998), os valores para classificação de variáveis do solo ( $CV < 15\%$ ), ( $15\% < CV < 50\%$ ) e ( $CV > 50\%$ ), indicam variabilidade baixa, média e alta, respectivamente (Tabelas 1,2,3 e 4).

Os atributos químicos do solo (Tabela 1) apresentaram na camada de 0-20cm baixa variação para pH, índice SMP, Ca, Mg, Al, H+Al, matéria orgânica, potássio e saturação de bases, média variação para argila, textura e fósforo e alta variabilidade para enxofre. Na profundidade de 20-40cm baixa variação para pH, índice SMP, matéria orgânica e fósforo, média variação para cálcio, magnésio, H+Al, argila, textura, enxofre e saturação de bases e alta para alumínio e fósforo.

Em estudos desenvolvidos por Bassoi et al., (2014) avaliando a fertilidade do solo em pomar de uva de mesa em Petrolina, encontrou valores de coeficiente de variação de médios a altos conforme o parâmetro químico avaliado. O fósforo na camada de 0-20 cm apresentou média variação e o cálcio e magnésio na camada de 20-40 cm apresentou também média variação resultados semelhantes aos encontrados no nosso estudo.

Com relação ao atributo físico (Tabela 2) a RSP, em todas as profundidades apresentou média variação efeito semelhante ao atributo de vigor, representado pelo comprimento de ramos (Tabela 3) avaliado de forma temporal.

Ferrari et al., (2018) avaliando a variabilidade espacial da resistência a penetração do solo em diferentes profundidades na cana de açúcar, encontrou de 0-10 cm baixa variação, em 20 cm média variação e de 30 e 40 cm baixa variação. No nosso trabalho o resultado foi distinto, em 5cm já tínhamos mais de 3000 Kpa de resistência. Estes valores o autor não chegou a 40 cm de profundidade.

A avaliação do vigor a partir dos comprimentos de ramos de forma temporal apresentou um coeficiente de variação médio. Em artigo publicado por Bueno et al., (2015) onde foi avaliado outros parâmetros de vigor na cultura da macieira, como volume de copa e diâmetro de caule, o autor observou um coeficiente de variação médio, semelhante ao encontrado na avaliação deste trabalho.

**Tabela 4** –Estatística descritiva dos atributos de qualidade da baga, Índice de compactação de cachos, diâmetro de bagas e sólidos solúveis, medido em parreiral de Niágara Rosada, no município de Esmeralda RS,2021.

Variáveis	n	Média	Mínima	Máxima	Mediana	s	CV	Ck	Cs	Teste W
IC	16	1,3	0,8	1,5	1,3	0,2	0,2	0,1	0,8	0,2*
Diâmetro (cm)	16	1,9	1,7	2,1	1,9	0,1	0,1	1,1	0,7	0,4*
SS	16	17,4	13,4	20,6	17,7	2,4	0,1	1,3	0,3	0,3*

IC: índice de compactação de cachos; Diâmetro: diâmetro de bagas; n: número de amostras; s: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria; W: método de Shapiro-Wilk; \*: Os dados não são provenientes de uma distribuição Normal, segundo o teste de Shapiro-Wilk, com alfa nível de significância

Os atributos de qualidade da baga apresentaram média variabilidade para o índice de compactação e baixa variabilidade para diâmetro de bagas e sólidos solúveis.

O atributo químico do solo não permitiu o ajuste do semivariograma. Num primeiro momento se justificou tal situação pelo número de amostras coletadas que foram quatro. Alguns autores descrevem a necessidade de se ter no mínimo 30 pares de pontos para o cálculo das semivariância para que o semivariograma seja considerado representativo (ARÉTOUYAP et al., 2016).

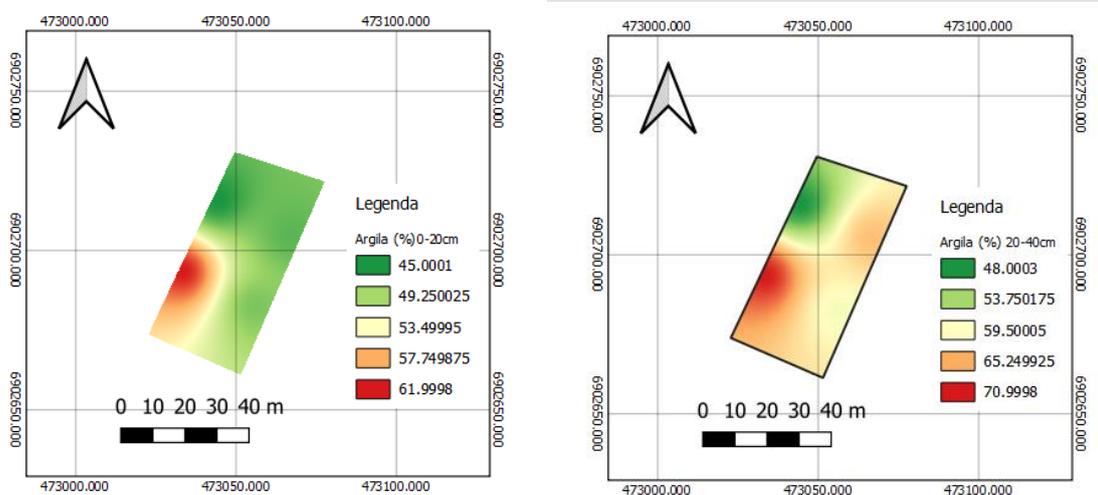
Os resultados obtidos em estudo feito por Gebler et al. (2021) sobre metodologias para sugestão de grades amostrais mínimas para monitoramento da variabilidade espacial

em videiras, mostraram que a utilização de conjuntos de atributos que consideram diferentes fatores ao mesmo tempo (solo, tecido vegetal e índices de vegetação) proporcionam uma riqueza de informações suficiente para que sejam utilizadas grades amostrais limitadas, com cerca de 4 amostras por hectare, capazes de identificar de maneira satisfatória a variabilidade espacial da área e permitir a adoção de ferramentas de agricultura de precisão (AP).

Desta forma considera-se que os atributos químicos do solo para esta condição amostrada apresentaram-se de forma homogênea, não possuindo variabilidade espacial.

Na Figura 2 é apresentada a interpolação de um dos elementos da análise de solo, argila, interpolada pelo método inverso da distância ponderada (IDW).

**Figura 2** – Mapa temático do atributo físico do solo, argila nas profundidades de 0-20cm e 20-40 cm, em parreiral de Niágara Rosada no município de Esmeralda-RS, 2022.



Fonte: (LIMA, 2022.)

Os atributos físicos do solo, representado pela resistência a penetração, não apresentou variabilidade espacial.

Em estudo desenvolvido por Ferrari et al (2018), avaliando a variabilidade espacial da resistência a penetração do solo em diferentes profundidades na cana-de-açúcar, verificou nas camadas de 0-20 cm um ajuste ao modelo esférico e de 20-40 cm um ajuste ao modelo linear, nas maiores profundidades o resultado foi semelhante ao nosso estudo.

Ainda em cana-de-açúcar, Souza et al., (2016) avaliando a dependência espacial da resistência do solo à penetração e do teor de água do solo, observou numa primeira época de avaliação de 3 diferentes profundidades (0-15, 15-30 e 30-45 cm) todas com EPP, resultados similares ao encontrado. Atribuiu este resultado ao alto teor de umidade do solo.

Mesmo não havendo variabilidade espacial na compactação do solo, devido a umidade no momento da coleta e até mesmo pela distância de amostragem, os valores de RSP são altos e prejudiciais as plantas. Em geral, valores de resistência do solo à penetração, considerados críticos ao crescimento radicular, variam de 1500 a 3000 KPa. Valores em torno de 2500 KPa são considerados baixos, ao passo que valores em torno de 3500 a 6500 KPa, são considerados como valores capazes de causar problemas para o desenvolvimento radicular (TORRES; SARAIVA, 1999).

A partir da Tabela 5 é possível analisar os ajustes dos modelos de semivariogramas, e suas respectivas variáveis.

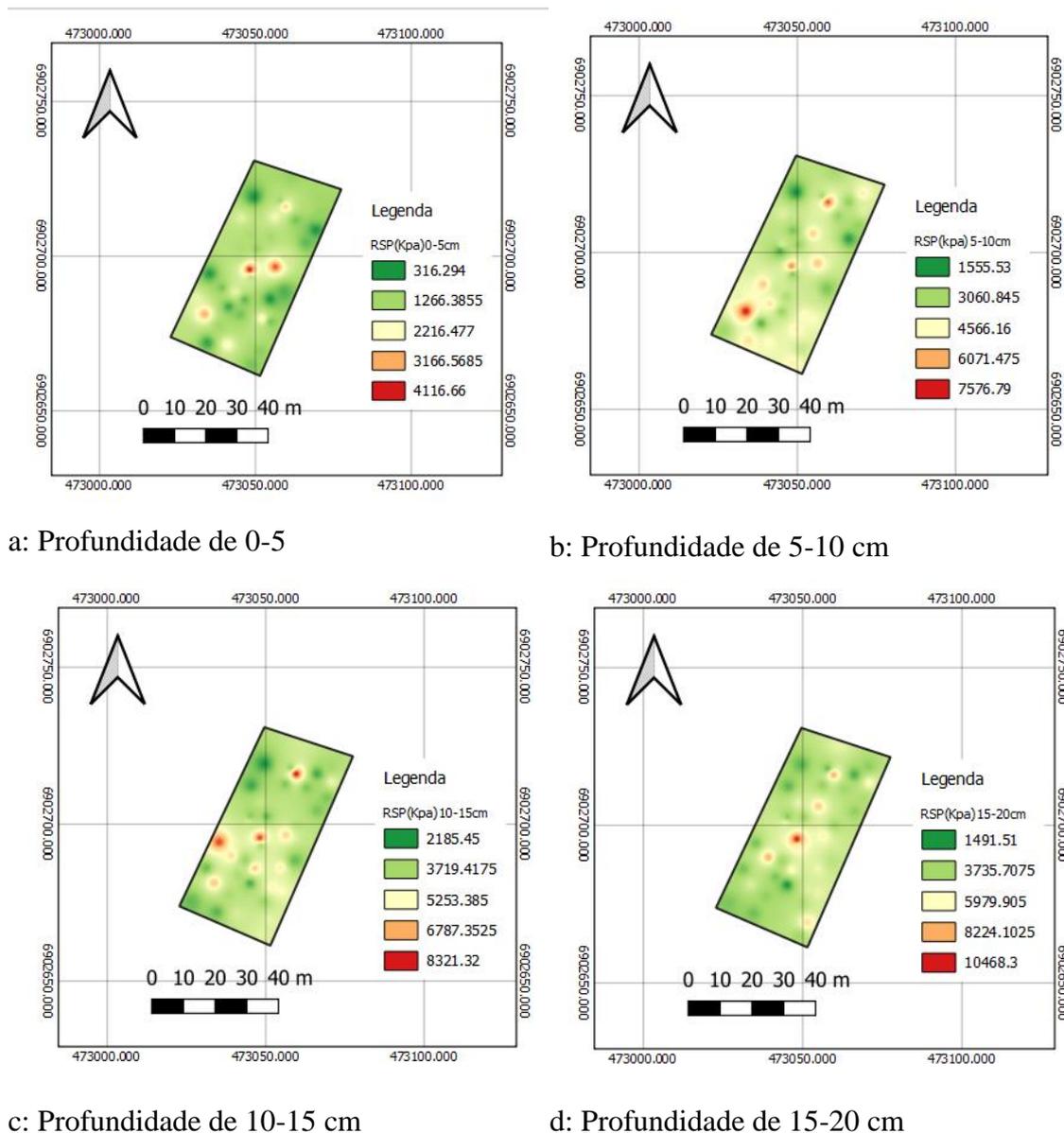
**Tabela 5** – Análise espacial de vigor de planta e qualidade de bagas, em parreiral de Niágara Rosada, no município de Esmeralda-RS, 2021.

Variáveis	Modelo	R2	Efeito Pepita Co	Patamar Co+C	Co/(Co+C)	Alcance Ao(m)	IDE
ATRIBUTO DE VIGOR DE PLANTA: COMPRIMENTO DE RAMOS							
29/08/2021	Gaussian	0,12	0,0001	0,1572	0,0006361	3,57	Fraca
12/09/2021	Esférico	0,12	0,0001	0,2352	0,0004252	8,42	Fraca
26/09/2021	Esférico	0,08	0,0001	0,2272	0,0004401	8,32	Fraca
10/10/2021	Gaussian	0,07	0,0001	0,2322	0,0004307	3,43	Fraca
24/10/2021	Esférico	0,07	0,0001	0,2122	0,0004713	7,45	Fraca
07/11/2021	Esférico	0,07	0,0001	0,2242	0,000446	8,43	Fraca
ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE CACHO: IC, DIÂMETRO DE BAGA E SÓLIDOS SOLÚVEIS							
IC	Esférico	0,07	0,0054	0,0448	0,1205357	8,72	Fraca
Diâmetro	Gaussian	0,53	0,0017	0,0141	0,1205674	9,51	Fraca
SS	Linear	-	--	-	-	-	EPP

Variáveis: Resistencia a penetração (RSP), comprimento de ramos, índice de compactação (IC), diâmetro de bagas e sólidos solúveis (SS); Modelos: semivariogramas ajustados; EPP: efeito pepita puro; R2: coeficiente de determinação; Co: efeito pepita puro; Co+C: patamar; Co/(Co+C): grau de dependência espacial; Ao: alcance; IDE: grau de dependência espacial.

Na Figura 3 é apresentada a interpolação da RSP nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15,15-20 cm interpolada pelo método inverso da distância ponderada (IDW).

**Figura 3** – Mapas temáticos do atributo físico do solo RSP nas profundidades de 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15-20cm, em parreiral de Niágara Rosada, município de Esmeralda-RS, 2022.



Fonte: (LIMA, 2022.)

Para os atributos de vigor, representado pela avaliação temporal dos comprimentos de ramos, os modelos ajustados foram o Esférico e Gaussian, com alcance variando de 3,43 a 8,43 m e grau de dependência espacial considerada fraca.

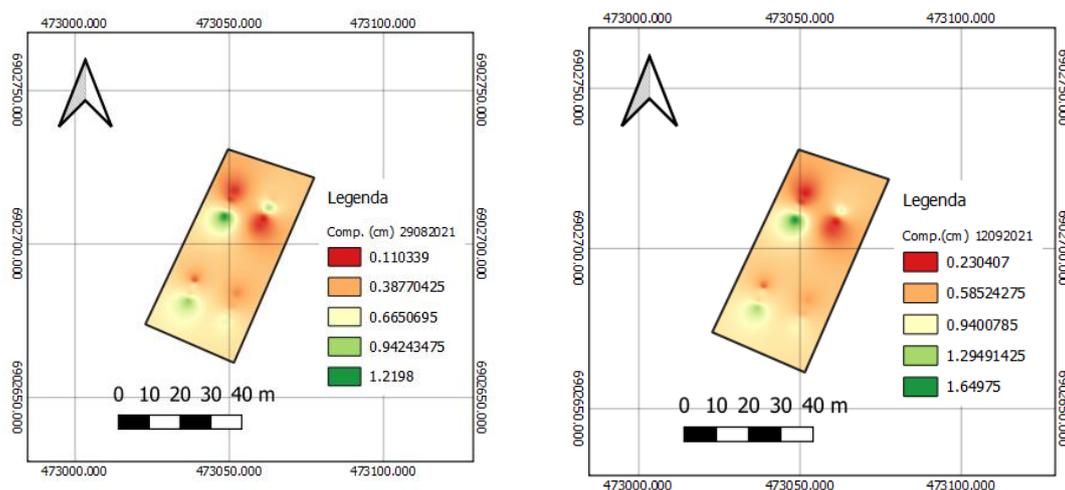
A dependência forte é controlada por fatores intrínsecos, já as variáveis que apresentam dependência espacial fraca têm suas variáveis controladas (VIEIRA; COL, 1983).

Nas videiras a poda é uma variável controlada que influencia a variabilidade espacial. Para as características deste experimento tivemos no dia 10/10/2022 o menor alcance, ou seja, a variabilidade poderia ser trabalhada até 3,43m. Já no dia 07/11/2022 o maior alcance com 8,43m.

Em estudo feito por Biffi (2006), onde fez o mapeamento e análise espacial de variáveis de produção de maçã conduzida sobre pomar comercial na região de São Joaquim-SC, uma das variáveis analisadas foi diâmetro de caule (intrínseca) para verificar vigor de plantas e a mesma apresentou forte variabilidade espacial resultado semelhante relatado por Bueno (2015).

Na Figura 4 é apresentada a interpolação dos comprimentos de ramos pelo método da Krigagem ordinária.

**Figura 4** – Mapas temáticos do atributo de vigor comprimento de ramos de duas épocas de avaliação 29/08/2021 e 12/09/2021, em parreiral de Niagara Rosada, no município de Esmeralda-RS, 2022.



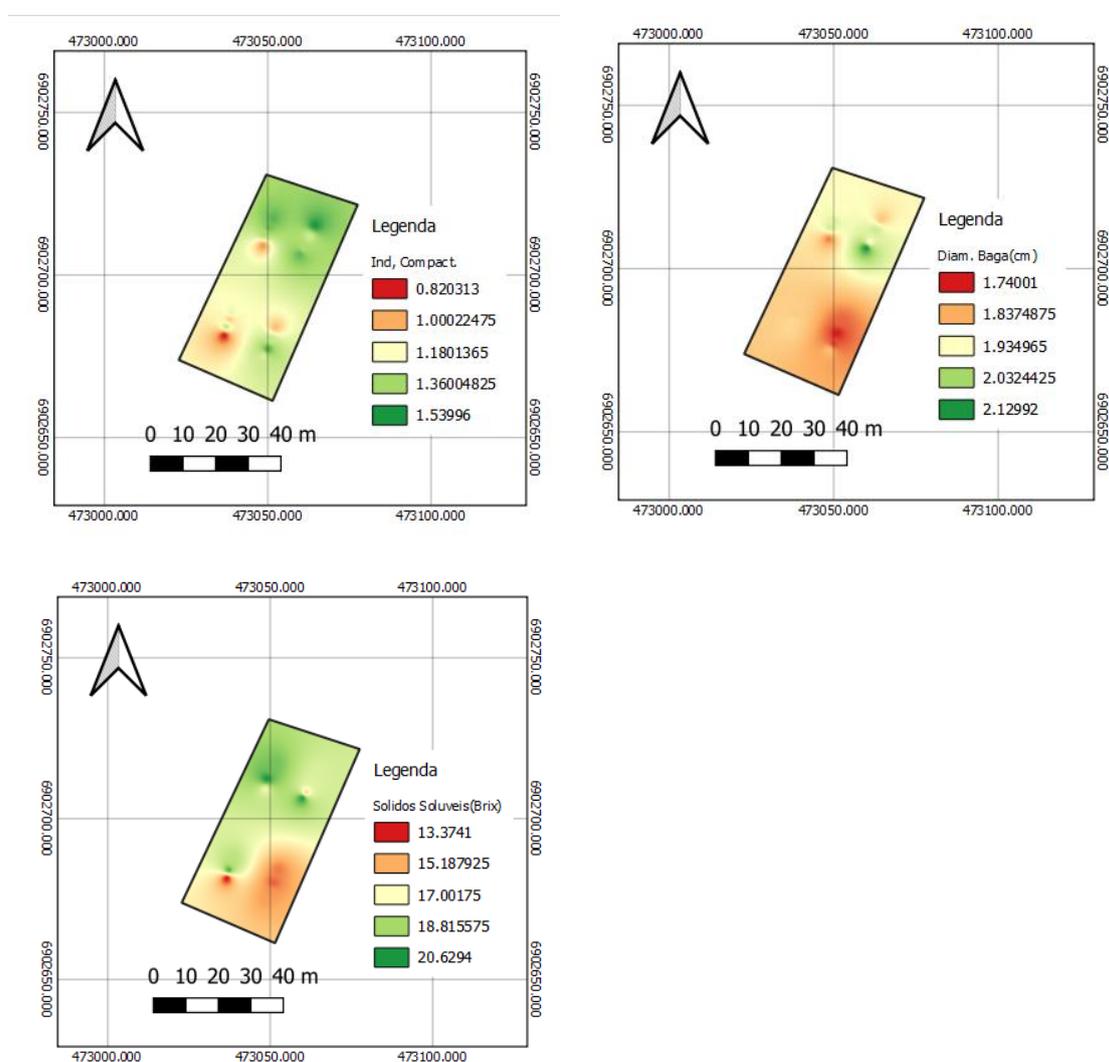
Fonte: (LIMA, 2022.)

Nos atributos de qualidade de cacho, o índice de compactação apresentou um modelo ajustado Esférico com alcance no valor de 8,72m, o diâmetro de bagas apresentou um modelo Gaussian com alcance no valor de 9,51m. Estes atributos apresentaram uma variabilidade espacial fraca. Os atributos sólidos solúveis apresentaram um modelo linear, com EEP.

Em trabalho efetuado por Meneghelli, (2018) avaliando a variabilidade espacial dos sólidos solúveis em *Niagara Rosa e Isabel*, identificou modelos ajustados Gaussian com forte variabilidade espacial, resultado contrário ao encontrado. O grau de maturação e o espaçamento entre as amostras podem ter influenciado o resultado.

Na Figura 5 é apresentada a interpolação do Índice de compactação de cachos e diâmetro de bagas pelo método da krigagem ordinária e a interpolação dos sólidos solúveis pelo método do inverso da distância ponderada (IDW).

**Figura 5** – Mapas temáticos dos atributos de qualidade de bagas, Índice de compactação de cachos, diâmetro de bagas e sólidos solúveis, de parreiral de Niagara Rosada, no município de Esmeralda-RS, 2022.



Fonte: (LIMA, 2022.)

A fruticultura de precisão é recente, resultados obtidos no campo dependem de uma avaliação temporal. Essa análise temporal de diferentes variáveis somada a adaptação de ferramentas de coleta e aplicação e a falta de conhecimento sobre o tema dificultam a sua implantação.

Muitos trabalhos a campo usam as ferramentas e recomendam fruticultura de precisão, mas não sabem se naquelas condições é necessário o seu uso.

Para este mesmo trabalho seria importante sua repetição modificando a grade amostral para ver o comportamento das variáveis avaliadas. A compactação de solo que normalmente não é trabalhada em pomares, em nossa avaliação foi identificada como um grande problema, poderíamos explorar melhor este tema também.

#### 4 CONCLUSÃO

Os atributos químicos e físicos do solo não apresentaram variabilidade espacial.

Os atributos de vigor representado pelo comprimento de ramos e os atributos de qualidade de baga representado por índice de compactação do cacho e diâmetro de bagas apresentaram variabilidade espacial e podem ser trabalhados com Fruticultura de Precisão.

#### REFERÊNCIAS

ARÉTOUYAP, Z.; NOUCK, P.M.; NOUAYOU, R.; KEMGANG, F.E.G.; TOKO, A.D.P.; ASFAHANI, J. Lessening the adverse effect of the semivariogram model selection on an interpolative survey using kriging technique. **SpringerPlus**, London, v.5, p.549-559, 2016.

BASSOI, L.H.; MIELE, A.; JUNIOR, C.R.; GEBLER, L.; FLORES, C.A.; ALBA, J.M.F.; GREGO, C.R.; TERRA, V.S.S.; TIMM, L.C.; NASCIMENTO, P.S. **Agricultura de precisão na fruticultura. Agricultura de precisão: Um novo olhar.** EMBRAPA Instrumentação, São Carlos, SP, 2014.

BIFFI, L.J.; RAFAELI NETO, S. L. **Comportamento espacial de variáveis agronômicas da maçã ‘Fuji’ durante dois anos de observações no planalto serrano de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.30, n.4, p.975-980,2008.

- BUENO, M.E.B.; ABREU, J.T.; MEYER, G.A.; RUFATO, L.; BIFFI, L.J., **Comportamento espacial das variáveis produção, volume de copa e diâmetro de caule da variedade maxi gala com a utilização da técnica de cokrigagem sobre pomar comercial em Vacaria RS.** Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 37, n. 2, p. 396-403, Junho 2015
- 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 of America Journal Abstract**, v.58, p.1501-1511, 1994. Doi:10.2136/sssaj1994.03615995005800050033x.
- CRESSIE, N. Statistics for spatial data. **New York: John Wiley**, 1991.
- DAINASE, R. C. Análise do potencial de parâmetros equality spectro-temporais de imagens orbitais para mapeamento da produtividade em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2004 1CD-ROM.
- DRUCK, S, et al., **Análise espacial de dados geográficos.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. & RITSCHER, P. Embrapa Uva e Vinho : **Novas cultivares brasileiras de uva.**- Bento Gonçalves : Embrapa Uva e Vinho, 2010.
- ESSER, A. A.; ORTEGA BLU, R. Aplicaciones de la viticultura de precisión en Chile: Estudio de casos. **Agronomía y Forestal**, Santiago, v. 5, n. 17, p.17-21, mayo/jun., 2002.
- FERRARI, J. M. S.; GABRIEL, C. P. C., SILVA, T. B. G.; MOTA, F. D.; GABRIEL FILHO, L. R. A., TANAKA, E. M. **Análise da variabilidade espacial da resistência à penetração do solo em diferentes profundidades.** Brazilian Journal of Biosystems Engineering v. 12, n. 2, p. 164-175, 2018.
- GEBLER, L et al., **Metodologia para sugestão de grades amostrais mínimas para monitoramento da variabilidade espacial de videira.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 2021.
- GREGO, C.R.; OLIVEIRA, R.P.; VIEIRA, S.R. **Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão.** Agricultura de precisão: Um novo olhar. EMBRAPA Instrumentação, São Carlos, SP, 2014
- HORTIFRUTI; Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/index.php> Acesso em: 12 de abril 2022.
- MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (ed. Técnicos). **O cultivo da videira Niágara no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 301p.
- MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. & LAZZAROTTO, J.J. **A Viticultura de Mesa no Brasil.** Disponível em: <https://preo.u-bourgogne.fr/territoiresduvin/index.php?id=1546>. Acesso em: 12 de julho 2022.

MELLO, L. M. R. de & MACHADO, C. A. E. **Viticultura brasileira: panorama 2019.** Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215377/1/COMUNICADO-TECNICO-214-Publica-602-versao-2020-08-14.pdf>. Acesso em: 12 de julho 2022.

MENEGHELLI, C. M., **Qualidade das uvas Niágara Rosada e Isabel em diferentes ambientes no Espírito Santo.** Universidade Federal do Espírito Santo Mestrado em Produção Vegetal 2018.

OIV - ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **Statistiques du secteur vitivinicole mondial.** Disponível em: <http://www.oiv.int/> . Acesso em: 16 abril. 2021.

ROBERTSON, G. P. GS+: Geoestatistics for the environmental sciences – GS+ User's Guide. Plainwell, **Gamma Desing Software**, 2004. 152 p.

SABINO, J. G. **Qualidade pós-colheita de uvas 'Benitaka' submetidas ao ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico na fase de pré-colheita.** Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/850>. Acesso em: 12 de julho 2022.

SIQUEIRA, G.M.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Variabilidade espacial da densidade e da porosidade de um latossolo vermelho eutroférico sob semeadura direta por 20 anos. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.751-759, 2009.

SORT, X.; UBALDE, J. M. **Aspectos de viticultura de precisión en la práctica de la fertilización razonada.** ACE Revista de Enología, Catalan, n. 63, ene. 2005. Disponível em: [http://www.acenologia.com/ciencia73\\_03.htm](http://www.acenologia.com/ciencia73_03.htm) Acesso em: 25 abr. 2022.

SOUZA, J.L. **Pré-colheita e Colheita de Uvas na Serra Gaúcha (Cooperativa Vinícola Aurora de Bento Gonçalves/RS) e Legislação de Bebidas Derivadas da Uva e do Vinho no MAPA-SC.** UFSC, Florianópolis, 2016.

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

TORRES, E.; SARAIVA, O. F.; GALERANI, P. R.; **Manejo do solo para a cultura da soja.** Embrapa-CNPSO, Londrina. 71p, 1999.

VIEIRA, S.R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SCHAEFER, G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. v.1. p.1-54

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

WARRICK, A. W. Spatial variability. In: HILLEL, D. Environmental soil physics. San Diego: **Academic Press**, 1998. p. 655-675.

WEBSTER, R. Quantitative spatial analysis of soil in the field. **Advances in Soil Science**, New York, v.3, n.1, p.1-70, 1985