

MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E TAMANHO DE AMOSTRA PARA AVALIAR O ESTADO DE MATURAÇÃO DA UVA NIÁGARA ROSADA

Elton Gean ARAÚJO¹
Sônia Maria De Stefano PIEDADE²
Marco Antônio Fonseca CONCEIÇÃO³
Júlio César PEREIRA⁴

- RESUMO: O Estado de São Paulo é o principal produtor de uvas de mesa do país, sendo a Niágara Rosada (*Vitis Labrusca*) a cultivar predominante. Para se oferecer produtos de qualidade ao mercado, os produtores necessitam determinar, periodicamente, o estado de maturação das uvas, sendo o teor de sólidos solúveis (tss), a principal variável avaliada. Para essa determinação, utiliza-se a amostragem dos frutos na área cultivada. O presente trabalho discute, assim, os métodos de amostragem estratificado e aleatório simples, e o tamanho adequado da amostra de baga individual, para avaliar o estado de maturação da uva Niágara Rosada, com base no teor de sólidos solúveis. O tamanho adequado da amostra de baga individual foi encontrado para os dois métodos de amostragem, separadamente, utilizando-se os métodos da Máxima Curvatura Modificado e Curva da Variância. Os métodos de amostragem foram comparados utilizando-se uma análise univariada para dados com medidas repetidas, através dos procedimentos GLM e MIXED do SAS. Foram utilizados dois procedimentos, para que se produzisse resultados confiáveis. Os tamanhos mínimos de amostras de baga individual requeridos, para os métodos estratificado e aleatório simples foram aproximadamente 30 e 27 bagas por área, respectivamente. Os métodos de amostragem estudados apresentaram diferença significativa, e o método aleatório simples apresentou grande variação máxima e mínima por planta, devendo assim, ser evitado para esse tipo de estudo.

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, CEP: 79290-000, Bonito, MS, Brasil. E-mail: egaruj@yahoo.com.br

²Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – ESALQ, Universidade de São Paulo – USP, Caixa Postal 9, CEP: 13418-900, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: soniamsp@esalq.usp.br

³Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Viticultura Tropical, Caixa Postal 241, CEP: 15700-000, Jales, SP, Brasil. E-mail: marcoafc@cnpv.embrapa.br

⁴Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, campus Sorocaba, CEP: 18052-780, Sorocaba, SP, Brasil. E-mail: julio-pereira@ufscar.br

- PALAVRAS-CHAVE: Tamanho da amostra; métodos de amostragem; Niágara Rosada; teor de sólidos solúveis.

1 Introdução

Na agricultura, de um modo geral, há uma série de procedimentos que devem ser seguidos no que diz respeito à qualidade das frutas frescas, que vão desde o ponto apropriado de colheita e o uso adequado de sistemas de colheita até o manejo e o transporte das mesmas.

Fazer o controle da colheita e tomar decisão, depende basicamente de quatro componentes, o pessoal, o mecânico, o estatístico e o econômico.

O componente pessoal refere-se ao conhecimento que a pessoa deve ter sobre o ciclo da fruta; o mecânico refere-se aos aparelhos que devem ser usados para se medir os índices de maturação das frutas; o estatístico, à precisão a ser adotada e, finalmente, o econômico, que se refere ao custo dessa amostragem.

Dentre as frutas frescas que exigem maior padrão de qualidade está a uva. A uva é o fruto da videira (*Vitis sp*), planta sarmentosa da família *vitaceae*, sendo a principal frutífera cultivada no mundo. É utilizada, freqüentemente, para produzir sumo, doce (geléia), destilado, óleo de semente, vinho e passas, podendo ainda ser consumida crua (uvas de mesa ou *in natura*).

O Estado de São Paulo é o principal produtor de uvas de mesa, participando com cerca de 20% da área e da produção nacional (MELLO, 2003). Nesse estado, a viticultura se concentra nas áreas de atuação dos Escritórios de Desenvolvimento Rural (EDRs) de Itapetininga e Jales, com destaque para São Miguel Arcanjo e Jales.

A cultivar predominante no estado é a Niágara Rosada, destinada para o consumo *in natura*. O cacho é médio, compacto; baga rosada com tonalidade variável, média, esférica, polpa mucilaginosa, desprendendo facilmente da película, sabor afroboesado intenso e característico. Apresenta médio vigor e tem elevado potencial produtivo (CAMARGO, 2004).

A uva é uma fruta não climatéria, ou seja, não amadurece após a colheita. Em razão disso, ela só deve ser colhida quando atingir as condições apropriadas para o consumo. A depender da variedade, das condições climáticas e das práticas de manejo, o tempo de maturação dos frutos pode variar.

A maturação deve ser determinada através do teor de sólidos solúveis associados a outros atributos como aparência, cor, textura e sabor, além da contagem em dias, depois da poda. Na prática, os principais fatores de determinação dos pontos de colheita são o teor de sólidos solúveis (tss) e a relação teor sólidos solúveis/acidéz titulável.

Em meados da década de 50 e 60, surgiram nos Estados Unidos e na Austrália, os principais estudos de amostragem para avaliar o estado de maturação da uva destinada à vinificação. Esses estudos iniciais, tinham como objetivo, desenvolver métodos de fácil aplicação, em termos práticos. Nessa época, houve um grande aumento da produtividade de uva nesses países.

Segundo Amerine e Ough (1974), é importante obter a quantidade ideal de frutos por amostra, para que a mesma seja bem representativa. As amostras podem ser tomadas de um campo de muitos acres (0,4047 ha), para um pequeno grupo de vinhas ou de uma vinha individual, utilizando os métodos de amostragem com tamanho fixo de amostras (amostragem aleatória simples e amostragem estratificada).

No trabalho de Rankine et al. (1962), as técnicas de cacho e baga individual foram comparadas, sobre a estimação do tss e acidez titulável, verificando-se que a técnica de baga individual foi tão boa quanto a técnica de cacho e colheita total. Notou-se, ainda, diferença significativa na variabilidade dos valores de tss dos cachos entre vinhas, quando utilizados os métodos de amostragem: Grab Sampling (amostragem a esmo dos cachos das vinhas selecionadas aleatoriamente), Randon Stratified (amostragem estratificada dos cachos das vinhas selecionadas aleatoriamente) e Randon Cluster (amostragem aleatória dos cachos da vinha selecionada aleatoriamente). O método Grab Sampling foi mais prático que os demais, além de ter apresentado resultado satisfatório.

Estudos desenvolvidos por Kasimatis e Vilas (1985), na Califórnia, sobre três variedades de uva, mostraram que amostragem de baga individual tem superestimado o tss em relação à população de cachos inteiros. Esses autores afirmam, ainda, que a técnica de amostragem de baga individual é insegura para prever o estado de maturação da uva.

No trabalho desenvolvido por Ojeda e Pire (1997) no estado de Lara, Venezuela, foram estudados tamanho de amostra e técnicas de coleta de cacho e baga individual. Na técnica de baga individual, as bagas foram desgranadas (retiradas dos cachos) e classificadas de acordo com suas posições nos cachos amostrados (basal, mediana e apical); o tss de cada baga foi medido por refratometria. Verificaram-se diferenças significativas entre a maturação das bagas da parte externa e interna dos cachos. Os tamanhos de amostras ideais para cacho e baga individual foram 52 e 120, respectivamente.

O objetivo deste trabalho é determinar o tamanho adequado de amostra de baga individual para cada método de amostragem a ser utilizado no presente estudo, bem como a comparação desses métodos de amostragem para avaliar o estado de maturação da uva Niágara Rosada.

2 Material

As amostras de uva foram colhidas no vinhedo comercial do Senhor José Lopes, sítio Santa Inês, Córrego Comprido, localizado no município de Urânia, noroeste paulista, um dos principais pólos produtores de uva do estado, situado na latitude 20°15'S, na longitude 50°30'W e à 483m do nível do mar.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como do tipo *Awa*, sendo que "A" significa clima tropical chuvoso com temperatura média do mês mais frio superior a 18°C; "w" refere-se a condição em que a época seca coincide com o inverno; "a" representa regiões com temperatura média no mês mais quente

superior 22°C. A temperatura média, a umidade relativa do ar e a precipitação anuais são respectivamente 23,6°C, 76,6% e 1312mm (CONCEIÇÃO, 2006).

Foi utilizada a cultivar Niágara Rosada (*Vitis labrusca*), sob porta enxerto IAC- 572, conduzida no sistema de condução latada, espaçamento de 3,0 m entre plantas e 3,30 m entre fileiras e irrigada por aspersão.

3 Metodologia

3.1 Métodos para obtenção do tamanho ideal de amostra

Um problema de ordem prática que surge no planejamento de experimentos de um modo geral, reside na determinação da unidade padrão de coleta de dados, sendo necessária a sua caracterização no que se refere ao tamanho.

3.1.1 Método curva da variância (MCV)

Este método, foi utilizado especificamente por Kasimatis e Vilas (1985) e Ojeda e Pire (1997). Consiste em construir a Curva da Variância dos graus Brix, considerando os pontos $(N, S_{\bar{x}}^2)$, descrita a seguir:

$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{S^2}{N} \quad , \quad (1)$$

em que $S_{\bar{x}}^2$ é a variância esperada da média, S^2 é a variância das bagas individuais, N é o número de bagas (tamanho da amostra). O tamanho ideal da amostra é determinado visualmente, sendo o ponto de abscissa em que ocorre a estabilização da variância esperada da média.

3.1.2 Método da máxima curvatura modificado (MMCM)

Segundo Chacin Lugo (1977) o método da máxima curvatura foi o primeiro método usado na obtenção de tamanho ideal de parcelas experimentais (ou amostras). Este método consiste em se utilizar de ensaios em branco, calculando-se então os coeficientes de variação (CV) para cada tamanho (N) de amostra, obtendo um conjunto de pontos do tipo (N, CV) , que são relacionados num sistema de eixos coordenados. Uma curva é então traçada através das coordenadas resultantes, e o seu ponto de máxima curvatura é localizado por inspeção visual, adotando-se como tamanho ideal o valor correspondente à abscissa do ponto de máxima curvatura (FEDERER, 1955). Um ponto restritivo a este método, apontado por Federer (1955), está no fato de que o tamanho adotado para a unidade básica do ensaio em branco influencia o ponto de máxima curvatura.

Com o intuito de livrar a determinação do ponto de máxima curvatura da dependência da escala dos eixos coordenados, Lessman e Atkins (1963) propõem uma modificação no método da máxima curvatura, baseados no método empírico de Smith (1938).

O método da máxima curvatura modificado (MMCM), conforme Lessman e Atkins (1963), consiste em representar a relação entre o coeficiente de variação (CV_x) e o tamanho da amostra (x , em unidades básicas), por

$$CV_x = \frac{a'}{x^{b'}}. \quad (2)$$

Estimados a' e b' pelo método dos mínimos quadrados ponderados (gl associados) determina-se a derivada de primeira ordem da função, e dela calcula-se a inclinação (M) da reta tangente para cada valor de x .

O ângulo de intersecção entre as duas retas tangentes aos pontos x_1 e x_2 pode ser determinado através de:

$$tg(\theta) = \frac{M_2 - M_1}{1 + M_1 M_2}. \quad (3)$$

As duas retas tangentes com o maior ângulo de intersecção devem indicar a região de uma curva onde a direcional de mudança na função é maior em relação a incrementos de x . Esta região é determinada através de cálculos seqüenciais, onde os incrementos de x são fixos e, no caso específico do artigo de Lessman e Atkins (1963), os incrementos de x foram de um décimo de unidade básica.

Com este ponto de máxima curvatura, Lessman e Atkins (1963) determinaram o número ideal de unidades básicas (z), através de:

$$z = (\text{ponto de maxima curvatura}) \cdot \frac{k_1}{k_2}, \quad (4)$$

em que k_1 e k_2 são os valores de custo da fórmula de Smith (1938).

A respeito deste método, Meier e Lessman (1971) escrevem que ao se determinar a região de máxima curvatura através de cálculos seqüenciais, com incrementos fixos na variável x , estar-se-ia cometendo um erro, pois, a incrementos fixos e sucessivos de x correspondem comprimentos variáveis da curva, ou seja, Lessman e Atkins (1963) ao se determinar a região de máxima curvatura, não consideraram que a curvatura também é função do comprimento do arco considerado. Meier e Lessman (1971) aconselham tomar incrementos iguais ao longo da curva, e a curvatura em qualquer ponto da linha é, então, determinada por:

$$k = \frac{y''}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}}, \quad (5)$$

em que k é a curvatura da linha, y' e y'' são a primeira e a segunda derivada da função que define a linha.

A curvatura é máxima onde a derivada primeira de k em relação a x for igual a zero. Para a função:

$$CV_x = \frac{a'}{x^{b'}}, \quad (6)$$

o ponto de máxima curvatura, x_c , é dado por:

$$x_c = \left[\frac{a'^2 b'^2 (2b' + 1)}{b' + 2} \right]^{\frac{1}{2b'+2}}. \quad (7)$$

Como no presente trabalho, foi utilizada a função:

$$CV = ax^b, \quad (8)$$

o valor da abscissa no ponto de curvatura máxima foi determinado através da fórmula:

$$X_c = \left[\frac{a^2 b^2 (2b - 1)}{b - 2} \right]^{\frac{1}{2-2b}}, \quad (9)$$

deduzida a partir da função de curvatura. Esta fórmula corresponde a de Meier e Lessman (1971), tomando o simétrico de b . Os valores obtidos para X_c não foram ponderados por fatores de custo, uma vez que eles podem ser considerados irrelevantes quando se deseja obter a máxima precisão experimental.

3.1.3 Procedimento utilizado para aplicação do método MMCM

O tamanho da amostra para os métodos estratificado e aleatório simples foi determinado individualmente. Foram analisadas em cada método, dez amostras de tamanhos diferentes, tomadas ao acaso, com quatro repetições, através do software estatístico R (versão 2.4.1). Em ordem crescente, o tamanho das amostras foi acrescido de dez unidades, denominada unidade básica (ub), ou seja, $1ub =$ dez valores de tss, correspondentes a dez bagas. O coeficiente de variação para cada amostra foi determinado através da média das quatro repetições, obtendo-se assim as coordenadas ($x(ub), CV$), onde aplicou-se o método MMCM.

3.2 Descrição dos métodos utilizados para coleta da amostra

Utilizaram-se dois métodos de amostragem para coletar as amostras de cachos: método da amostragem aleatória simples (método aleatório simples) e o método da amostragem estratificada (método estratificado).

Para ambos os métodos, uma fileira foi tomada aleatoriamente do vinhedo. Dessa fileira, sortearam-se quatro plantas.

No método estratificado (ME), cada planta foi dividida pelas regiões geográficas (norte, sul, leste, oeste), de cada região foram tomados aleatoriamente, dois cachos, totalizando oito cachos por planta, ou seja, foram colhidos trinta e dois cachos.

No método aleatório simples (MA), os cachos de cada planta foram enumerados, em seguida sortearam-se oito cachos por planta, ou seja, foram colhidos trinta e dois cachos.

Para medir o tss, os cachos foram classificados por posição: basal, mediana e apical. De cada posição foram retiradas três bagas, perfazendo um total de nove

bagas por cacho; essa amostra foi tomada como representativa do cacho. Cumpre salientar que é impraticável realizar essa medida no cacho inteiro.

3.2.1 Comparação dos métodos de amostragem

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos ao acaso, com quatro blocos (plantas). Em cada planta foram avaliados os métodos estratificado e aleatório simples; para ambos os métodos dentro de cada planta, foram tomadas oito medidas repetidas (cachos), que definiram as subparcelas.

Baseado no modelo de Vonesh e Chinchilli (1997), para a análise de dados seguindo um esquema de parcelas subdivididas com medidas repetidas, o modelo matemático utilizado neste trabalho foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + M_j + (PM)_{ij} + C_k + (MC)_{jk} + e_{ijk} \quad \text{em que,} \quad (10)$$

Y_{ijk} : é o valor observado para a variável resposta (brix) no k -ésimo cacho amostrado para o j -ésimo método, na i -ésima planta;

μ : é uma constante inerente a todas as observações;

P_i : é o efeito da i -ésima planta;

M_j : é o efeito do j -ésimo método;

$(PM)_{ij}$: é efeito aleatório devido a interação i -ésima planta com o j -ésimo método, considerado resíduo (a);

C_k : é o efeito do k -ésimo cacho amostrado;

$(MC)_{jk}$: é efeito da interação entre o j -ésimo método com o k -ésimo cacho amostrado;

e_{ijk} é o erro aleatório correspondente às observações do k -ésimo cacho amostrado para o j -ésimo método na i -ésima planta (variação do acaso sobre as observações), supostos homocedásticos, independentes e normalmente distribuídos, considerado resíduo (b).

onde:

$i = 1, \dots, 4$ é o índice para níveis do fator plantas;

$j = 1, \dots, 2$ é o índice para níveis do fator métodos (entre indivíduos);

$k = 1, \dots, 8$ é o índice para níveis do fator cachos (intra-indivíduos).

O esquema de análise de variância correspondente ao modelo anterior pode ser encontrado em Vonesh e Chinchilli (1997).

Neste caso, utilizando-se a análise univariada, as principais hipóteses de interesse testadas são :

a) $H_0 : M_1 = M_2 = 0.$

H_a : Pelo menos um $M_j \neq 0.$

b) $H_0 : C_1 = C_2 = \dots = C_8 = 0.$

H_a : Pelo menos um $C_k \neq 0.$

c) $H_0 : (MC)_{11} = (MC)_{12} = \dots = (MC)_{28} = 0.$

H_a : Pelo menos um $(MC)_{jk} \neq 0.$

Foi considerado como nível mínimo para rejeição da hipótese H_0 , 0,05, ou seja, sempre que o valor-p do teste F for menor ou igual a 0,05, rejeita-se H_0 .

3.2.2 Análise dos dados

Os modelos lineares mistos são aqueles que apresentam, tanto fatores de efeitos fixos como aleatórios, além do erro experimental e da média constante. Os procedimentos GLM e MIXED do software estatístico SAS podem ser utilizados para o ajuste de modelos lineares. O PROC GLM foi desenvolvido para análise de modelos de efeitos fixos e posteriormente reformulado para alguns modelos de efeitos aleatórios. As análises apresentam maiores dificuldades com a ocorrência de desbalanceamento, não construindo assim, nessas situações, sem instruções opcionais, testes de hipóteses apropriados. Mais recentemente, o procedimento MIXED foi especificamente designado para modelos de efeitos aleatórios e mistos, de utilização mais ampla que o PROC GLM, permitindo maior flexibilidade ao especificar as estruturas de correlação, particularmente úteis na análise de medidas repetidas e modelos de efeitos aleatórios, tanto para dados balanceados como para desbalanceados (LITTELL et al., 1996). Uma comparação entre os procedimentos GLM e MIXED pode ser encontrada em Gil (2001).

Considerando o modelo da eq. (10) os dados foram analisados utilizando-se uma análise univariada simples, para a variável tss, através dos dois procedimentos, o proc GLM e o proc MIXED, do software estatístico SAS.

No caso do modelo da eq. (10), os efeitos da parcela são os métodos (tratamentos), e os efeitos da subparcelas são os cachos e a interação métodos×cachos. No proc GLM é necessário especificar esses efeitos separadamente.

No proc MIXED não há necessidade de fazer uma distinção inicial dos efeitos entre e intra-indivíduos, simplesmente determina-se o modelo de médias. Mas é preciso especificar a estrutura da matriz de covariâncias que melhor represente os dados, pois os testes para os efeitos fixos são baseados nessa estrutura da matriz de covariâncias, e caso seja mal especificada, produzirá resultados inválidos.

Neste trabalho, ao se realizar a análise através do procedimento GLM, optou-se pela não realização do teste de esfericidade, o qual verifica se a matriz de covariâncias atende à condição de H-F, uma vez que o teste pode não ser informativo neste caso, sendo esse teste, mais indicado quando os dados são do tipo longitudinal. Com o proc MIXED, o modelo de estrutura da matriz de covariâncias especificado, foi o de simetria composta, que é um caso particular da condição de H-F para a matriz de covariâncias. Os resultados da análise através dos dois procedimentos foram comparados.

4 Resultados e discussão

4.1 Determinação do tamanho adequado da amostra

O ponto inicial desse estudo foi a determinação do tamanho ideal da amostra de baga individual. Para isso, as amostras colhidas através dos métodos estratificado e aleatório simples foram analisadas separadamente.

4.1.1 Método curva da variância

As amostras de bagas individuais colhidas através do método estratificado, produziram variância S^2 igual a 2,0, a qual dividiu-se pelo número de bagas (N), originando a curva da Figura 1, a qual representa a variância esperada da média (Método Curva da Variância). As curvas exteriores foram obtidas através da variância (S^2) máxima por planta de 2,07 e variância S^2 mínima por planta de 0,55, indicando a dispersão que se deveria esperar. As curvas de variância se estabilizaram entre tamanhos de amostra de 30 a 50 bagas. Reduzindo o tamanho da amostra para menos que 30 bagas, resulta em rápido aumento da variância, enquanto que aumentando o tamanho da amostra para mais que 50 bagas, resulta em pequeno aumento da precisão da amostragem. Assim, amostras de 40 bagas foram consideradas como tamanho ideal. As amostras de 40 bagas, produziram variância média de Brix igual a 0,05.

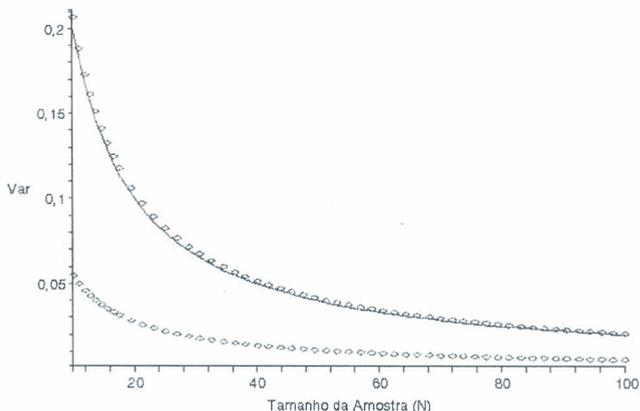


Figura 1 - Curva da Variância dos graus Brix (método estratificado).

As amostras de bagas individuais colhidas através do método aleatório simples, produziram variância S^2 igual a 2,59, a qual dividiu-se pelo número de bagas N , originando a curva da Figura 2. As curvas exteriores foram obtidas através da

variância S^2 máxima por planta de 4,28 e mínima de 0.91, indicando a dispersão esperada. As curvas mostram uma notória mudança em relação a variância esperada da média para um número de aproximadamente 35 bagas. Reduzindo o tamanho da amostra para menos que 35 bagas, tenderia a produzir um forte incremento da variância esperada da média. Nesse caso, amostras de 35 bagas foram consideradas como tamanho ideal, as quais produziram variância da média amostral de Brix igual a 0,074.

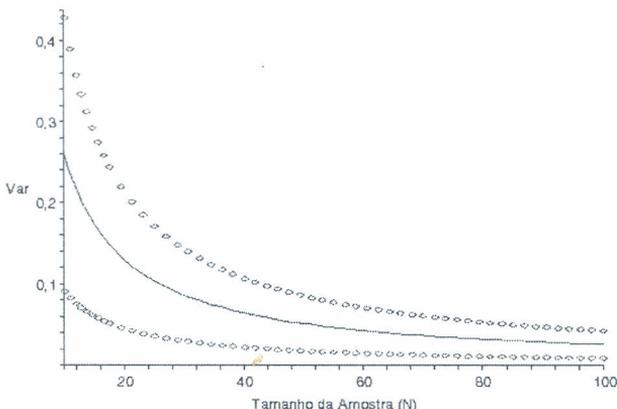


Figura 2 - Curva da Variância dos graus Brix (método aleatório simples).

Ojeda e Pire (1997), estudando estratégias para estimar o nível de maturação de uvas para vinificação, utilizando o Método Curva da Variância, concluíram que o tamanho mínimo da amostra que deveria coletar-se foi de 30 bagas. Encontraram variância S^2 de 3,29, e para o tamanho da amostra de 30 bagas, a variância esperada da média foi aproximadamente 0,11.

Kasimatis e Vilas (1985) avaliaram amostragem para graus brix em áreas de vinhedo, e utilizando esse mesmo procedimento, chegaram ao resultado que o tamanho ideal da amostra foi de 40 bagas. Encontraram variância S^2 de 3,43, e a variância esperada da média para o referido tamanho da amostra foi 0,086.

4.1.2 Método da máxima curvatura modificado

Para o método estratificado (Figura 3), a equação ajustada foi:

$$CV = 13,493x^{-0,3731}, \tag{11}$$

com coeficiente de determinação $r^2 = 0,9686$.

O ponto de máxima curvatura, determinado algebricamente através da fórmula (9), para o caso em questão, foi $X_c = 2,99$ unidades básicas, na abscissa, correspondentes a aproximadamente 30 bagas, em que os coeficientes de regressão $a = 13,493$ e $b = 0,3731$. De acordo com Federer (1955), Lessman e Atkins (1963) e Meier e Lessman (1971), este valor corresponde ao tamanho ideal da parcela, que no caso desse trabalho, tamanho ideal da amostra, podendo ser ponderado por fatores de custo ou não.

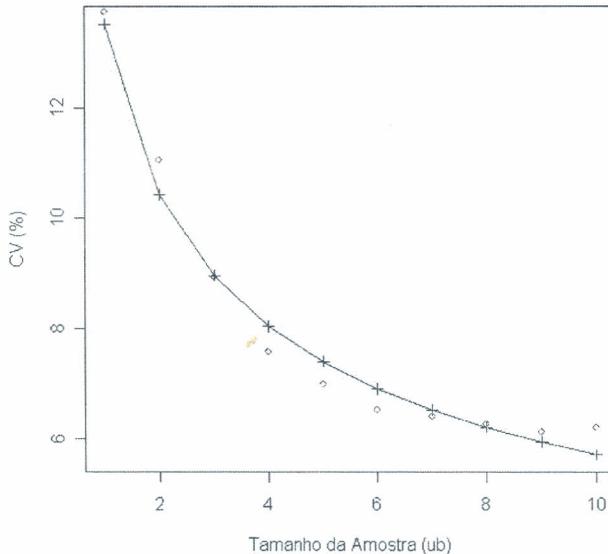


Figura 3 - Relação entre o coeficiente de variação $CV(\%)$ e o tamanho da amostra em unidades básicas para o método estratificado, utilizando o MMCM.

A Figura 4 mostra o comportamento do coeficiente de variação, em relação ao tamanho da amostra, para o método aleatório simples. A equação que relaciona as duas variáveis foi:

$$CV = 14,26x^{-0,2821}, \quad (12)$$

com coeficiente de determinação $r^2 = 0,9735$.

O maior valor de r^2 em relação ao caso anterior, confirma para o método aleatório simples, um maior grau de ajuste da função aos dados observados, indicando a existência de uma relação do tipo potência, entre o coeficiente de

variação e o tamanho da amostra em unidades básicas. O ponto de máxima curvatura, determinado algebricamente, para esse caso, através da fórmula (9) foi $X_c = 2,67$ unidades básicas, na abscissa, correspondentes a aproximadamente 27 bagas, em que os coeficientes de regressão $a = 14,26$ e $b = 0,2821$.

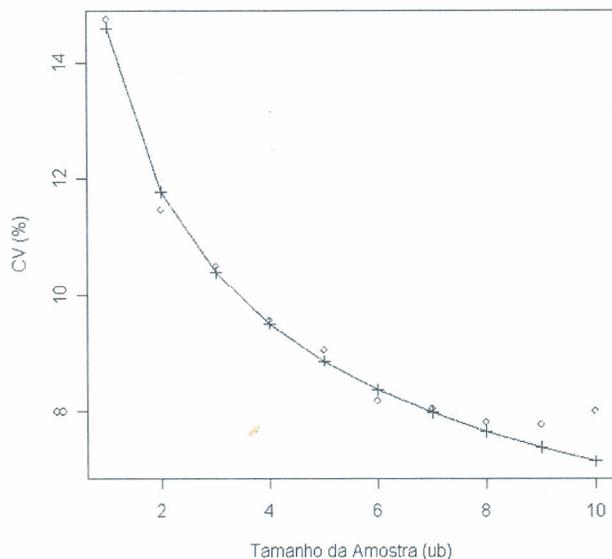


Figura 4 - Relação entre o coeficiente de variação $CV(\%)$ e o tamanho da amostra em unidades básicas para o método aleatório simples, utilizando o MMCM.

O método da máxima curvatura modificado, embora utilize o mesmo princípio do método da máxima curvatura, fornece resultados mais precisos do que esse, por estabelecer uma equação de regressão para explicar a relação existente entre os coeficientes de variação e os respectivos tamanhos de amostra.

4.1.3 Análise dos métodos

Os resultados dos dois métodos de obtenção do tamanho adequado da amostra, para os métodos estratificado e aleatório simples (Tabela 1), mostraram, em sua maioria, valores próximos de 30 bagas.

No método Curva da Variância dos graus Brix, notou-se significativa estabilização da variância esperada da média depois de 35 e 40 bagas, para os

métodos aleatório simples e estratificado respectivamente, coincidindo com valores encontrados em estudos conduzidos por Ojeda e Pire (1997) e Kasimatis e Vilas (1985), utilizando o mesmo procedimento.

O método da máxima curvatura modificado é um dos mais utilizados e precisos para determinar o tamanho das unidades experimentais, sendo calculado de forma algébrica. O método produziu estimativas de tamanho ideal de amostra próximas de 27 e 30 bagas, para os métodos aleatório simples e estratificado, respectivamente.

No método MMCM, houve diminuição do *CV* com o aumento do tamanho da amostra. A diminuição do *CV* não foi linear em relação ao tamanho da amostra, ela foi mais acentuada no início e, após, teve uma tendência a estabilizar.

Tabela 1 - Valores dos tamanhos de amostra ideal de baga individual, utilizando os Métodos Curva da Variância (MCV) e Máxima Curvatura Modificado (MMCM) para os métodos de amostragem estratificada e aleatória simples

Métodos de Amostragem	MCV	MMCM
Método Estratificado	40	30
Método Aleatório	35	27

Os resultados apresentados na Tabela 1, mostraram que os tamanhos de amostra requeridos para o método aleatório simples foram inferiores em relação ao método estratificado, para os dois métodos de obtenção do tamanho ideal da amostra. Quando utilizou-se o método aleatório simples, o tamanho mínimo da amostra requerido foi aproximadamente 27 bagas, e amostras acima de 35 bagas, não alteraram a precisão experimental; e em relação ao método estratificado, o tamanho mínimo da amostra requerida foi aproximadamente 30 bagas, e amostras acima de 40 bagas, não alteraram a precisão experimental.

No trabalho desenvolvido por Gonçalves (2005), avaliando a qualidade dos frutos da videira Niágara Rosada submetida a diferentes épocas de poda em Lavras, MG, utilizou-se como amostra, o suco extraído de 30 bagas, tomadas ao acaso em cada repetição do experimento, para as análises de teor de sólidos solúveis (Brix). As bagas foram tomadas aleatoriamente de um cacho de cada planta que forma a repetição.

4.2 Métodos de amostragem

Nesta subseção, foram comparados e discutidos, os resultados da análise univariada, realizada entre os dois métodos de amostragem utilizados neste trabalho, através dos procedimentos GLM e MIXED do SAS, para a variável tss.

Com a análise univariada através do proc GLM, usando um modelo de parcelas subdivididas, com medidas repetidas, os testes envolvendo o fator intra-indivíduos podem não ser válidos, por não atenderem a condição de H-F. Porém, o teste para o fator entre indivíduos é válido quando se especifica o termo de erro corretamente.

Os resultados obtidos na análise univariada, utilizando o modelo descrito pela equação (10), para a variável tss, com o procedimento GLM, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da análise univariada usando o proc GLM, para a variável tss

Causas de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Pr > F
Modelo	21	69,3937654	3,3044650	2,90	0,0016
Resíduo	42	47,8805247	1,1400125		
Total Corrigido	63	117,2742902			
P	3	41,874275	13,958092	12,24	0,0001
M	1	3,300278	3,300278	18,47	0,0232
(PM)	(3)	0,536003	0,178668		
C	7	13,45293209	1,92184744	1,69	0,1388
(MC)	(7)	10,23027777	1,46146825	1,28	0,2826

Esses resultados, univariados, também foram obtidos com o proc MIXED. Para que a análise fosse realizada, através desse procedimento, foi necessário especificar a estrutura da matriz de covariâncias. A estrutura escolhida foi a simétrica composta, que é uma condição suficiente para que o teste F da análise de variância usual a nível de subparcela, para os fatores intra-indivíduos (cacho e método×cacho), seja válido.

Os resultados da análise univariada para a variável tss, através do procedimento proc MIXED são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Análise univariada para os efeitos fixos, utilizando o proc MIXED, para a variável tss

Causas de Variação	GL Numerador	GL Denominador	F	Pr > F
P	3	3	78,12	0,0024
M	1	3	18,47	0,0232
C	7	42	1,69	0,1388
(MC)	(7)	42	1,28	0,2826

Os resultados obtidos através dos procedimentos proc GLM e proc MIXED, mostraram grande similaridade, apesar do proc GLM trabalhar com uma matriz do tipo sem estrutura. O proc MIXED realiza a análise, incluindo automaticamente a interação bloco×tratamento, pode-se observar na Tabela 3, que não aparece a interação planta×método. Os valores das SQ's, QM's, para os outros efeitos, também não são apresentados na Tabela 3, porém, são idênticos àqueles apresentados na Tabela 2. Para o efeito planta, houve diferença no valor de F, mas não alterou as conclusões dos testes de hipótese da análise.

Os resultados mostraram que a interação método×cacho (MC), foi não significativa, ao nível de 5%, ou seja, não houve efeito do fator método dentro de cacho, isso quer dizer que os métodos estratificado e aleatório simples não apresentaram comportamento diferenciado na presença dos cachos amostrados; e também não houve efeito do fator cacho dentro de método, isso implica que os cachos amostrados não apresentaram comportamento diferenciado na presença dos métodos, quando estimado o tss.

O mesmo ocorreu com o fator cacho, agora testado individualmente; não houve diferença dos cachos amostrados, ao nível de 5% de significância, quando estimado o tss. Rankine et al. (1962) não encontraram diferença significativa no percentual de tss, quando estudou o aspecto da posição dos cachos dentro das plantas, para várias variedades de uva, em Davis, em que a metodologia do trabalho, consistiu em amostrar aleatoriamente, cachos de vários lados e posições dentro da planta.

O fator método, principal objetivo do estudo em questão, como observado nas Tabelas 2 e 3, apresentou diferença significativa, ao nível de 5%, ou melhor, houve um comportamento diferenciado, quando utilizado os métodos estratificado e aleatório simples. Rankine et al.(1962), na segunda etapa do trabalho, não encontraram diferença significativa, quando compararam os métodos de amostragem estratificado e aleatório simples, para avaliar o estado de maturação de várias variedades de uva, sobre a estimação do tss, em vinhedos irrigados e não-irrigados, em Davis; em que o primeiro método, pouco consistente, constou em dividir um bastão em seis posições, e quando fixado ao longo de toda a planta, duas dessas posições eram sorteadas, e conseqüentemente, cachos próximos do plano vertical de cada posição, foram amostrados, o segundo método consistiu em enumerar todos os cachos das plantas selecionadas, e sortear alguns cachos, como neste trabalho.

Notou-se, ainda, através dos resultados, diferença significativa, ao nível de 5%, para o fator planta. Esse fato, já esperado, foi conseqüência das quatro plantas selecionadas aleatoriamente, em que, uma delas, apresentava excessiva cobertura foliar, proporcionando valores de tss inferiores.

O método aleatório simples, produziu variância máxima por planta igual a 4,28 e variância mínima por planta igual a 0,91. No método estratificado, as variâncias máxima e mínima por planta foram respectivamente 2,07 e 0,55, o que mostra uma maior variabilidade nos valores de tss, para o método aleatório simples, que deve ser aplicado com cautela.

Conclusões

De acordo com os objetivos deste estudo, pode-se concluir:

- 1) O tamanho mínimo de amostra de baga individual requerido, para o método estratificado foi aproximadamente 30 bagas por área, e acima de 40 bagas, desnecessário. Para o método aleatório simples, o tamanho mínimo requerido foi 27 bagas por área, e amostras maiores que 35 bagas, não aumentaram a precisão, sendo então, desnecessário.

- 2) Os métodos de amostragem estudados apresentaram diferenças significativas, quanto ao tss. O método estratificado, produziu pequena variação máxima e mínima por planta, e conseqüentemente, do experimento. A explicação da menor variabilidade, está nas diferenças no processo de maturação dos cachos, nos quatro lados da planta, que esse método considerou.

Em relação ao método aleatório simples, este apresentou grande variação máxima e mínima por planta, e conseqüentemente, do experimento, implicando em estimativas menos precisas do tss. Por isso, esse método deve ser usado com precaução, ou até ser evitado, quando se deseja uma boa precisão.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciências Exatas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Programa de Pós Graduação em Estatística e Experimentação Agronômica, Universidade de São Paulo – USP, campus de Piracicaba, e foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do Programa de Demanda Social. Registramos agradecimentos ao Pesquisador Dr. Marco Antônio Fonseca Conceição e aos estagiários Lígia, Clayton e Ana Paula da Embrapa Uva e Vinho de Jales, pelas informações e contribuições na coleta dos dados.

ARAÚJO, E. G.; PIEDADE, S. M. D. S.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; PEREIRA, J. C. Sampling methods and sample size to evaluate the maturation state of the Niágara Rosada grape. *Rev. Bras. Biom.*, São Paulo, v.27, n.4, p.501-518, 2009.

- **ABSTRACT:** São Paulo state is the main table grape producer in Brazil, being the Niágara Rosada (*Vitis Labrusca*) the predominant cultivar. To offer quality products to the market, the producers need to determine, periodically, the grapes maturation state, being the content of soluble solids the main variable measured. To determine this content, a sample of fruits in an area is collected. This work approaches the random and the stratified sampling methods and the appropriate sample size of individual berry to evaluate the maturation state of the Niágara Rosada based on the content of soluble solids. The appropriate sample size for individual berry was obtained for two sampling methods, separately, using the Modified Maximum Curvature and Variance Curve methods. The sampling methods were compared using a univariate analysis for repeated measures data using the SAS GLM and MIXED procedures. Two different procedures were used to attain reliable results. The minimum berry sample size required for stratified and random methods were approximately 30 and 27 berries by area, respectively. The sampling methods investigated present significantly different results, and the random method presented high maximum and minimum variation by plant and should be avoided for this kind of study.
- **KEYWORDS:** Sample size; sampling methods; Niágara Rosada; content of soluble solids.

Referências

- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. *Methods for analysis of musts and wines*. New York. Chichester. Brisbane. Toronto. Singapore: Jonh Wiley and Sons, 1974. 341p.
- CAMARGO, U. A. *Porta-enxertos e cultivares de videira*. Bento Golçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004.
- CHACIN LUGO, F. Tamaño de parcela experimental y su forma. *Rev. Fac. Agron.*, Maracay, v.9, n.3, p.55-74, 1977.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. *Informações climáticas da região de Jales (SP)*. Bento Golçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. Folder.
- FEDERER, W. T. *Experimental design*. New York: MacMillan, 1955, 544p.
- GIL, J. Comparación de los procedimientos GLM Y MIXED del SAS® para analizar diseños de parcelas divididas con bloeos al azar. *Zootec. Trop.*, Maracay, v.10, n.1, p.43-58, 2001.
- GONÇALVES, F. C. *Antecipação da produção da videira 'niágara rosada' na região de Lavras, MG*. 2005. 74f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- HATHEWAY, W. H. Convenient plot size. *Agron. J.*, Madison, v.53, p.279-280, 1961.
- KASIMATIS, A.; VILAS, E. Sampling for degrees Brix in vineyard plots. *Am. J. Enol. Vitic.*, Davis, v.36, n.3, p.207-213, 1985.
- LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield tests. *Crop Sci.*, Madison, v.3, n.6, p.477-481, 1963.
- LITTEL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W. *SAS System for mixed models*. New York: SAS Institute, 1996. 633p.
- MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of optimum field plot shape and size for testing yield in *Crambe abyssinica* Hochst. *Crop Sci.*, Madison, v.11, n.5, p.648-650, 1971.
- MELLO, L.M.R. Produção e mercado. In: PROTAS, J. F. R. *Cultivo da videira Niágara Rosada em regiões tropicais do Brasil*. Bento Golçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvaNiagaraRosadaRegiõesTropicais/mercado.htm>>. Acesso em: 15 maio 2007.
- OJEDA, M.; PIRE, R. Estrategias estimar el nivel de maduración en uvas para vinificación. *Bioagro*, Barquisimeto, v.9, n.1, p.20-25, 1997.
- ORTIZ, R. Plot techniques for assessment of bunch weight in banana trials under two systems of crop management. *Agron. J.*, Madison, v.87, p.63-69, 1995.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2006). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

RANKINE, B. C.; CELLIER, K. M.; BOEHM, E. W. Studies on grape variability and field sampling. *Am. J. Enol. Vitic.*, Davis, v.13, p.58-72, 1962.

SAS INSTITUTE. *SAS OnlineDoc*® 9.1.3. Cary, 2004.

SMITH, H. F. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v.28, p.1-23, 1938.

VONESH, F. E.; CHINCHILLI, V. M. *Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements*. New York: Marcel Dekker, 1997. 560p.

Recebido em 26.11.2007.

Aprovado após revisão em 01.11.2009.