

NÚMERO DE FRUTOS PARA DETERMINAR O TAMANHO DE AMOSTRA PARA AVALIAR CARACTERÍSTICAS DE TANGERINA UTILIZANDO OS MÉTODOS BOOTSTRAP E REGRESSÃO LINEAR COM RESPOSTA A PLATÔ

Rogério Carvalho Guarçoni¹, Lucas Louzada Pereira², Rafael Nobre Galvão³, Luiz Fernando Favarato¹, Fabiana Carvalho Rodrigues², Silvana Soares da Silva³, Sebastião Antônio Gomes¹, Wilton Soares Cardoso², Luiz Carlos Santos Caetano¹ e Rayane Silva Paschoalino⁴

¹Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, INCAPER – CPDI - Serrano, Domingos Martins-ES, rogerio.guarconi@incaper.es.gov.br, lffavarato@gmail.com, sagomes@incaper.es.gov.br, luizcaetano@incaper.es.gov.br; ²Professor do Instituto Federal do Espírito Santo, IFES, Campus Venda Nova do Imigrante, lucas.pereira@ifes.edu.br, fabiana.rodrigues@ifes.edu.br, wilton.cardoso@ifes.edu.br; ³Aluno do curso Ciência e Tecnologia de Alimentos, IFES, Campus Venda Nova do Imigrante, Bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo, FAPES, rafaelnobreagalvao@hotmail.com, silvanasilvasierry@gmail.com; ⁴Extensionista do INCAPER, Conceição do Castelo-ES, rayanespag@gmail.com.

RESUMO- Nos experimentos agrícolas, os pesquisadores devem definir o número mínimo de dados necessário para determinar o tamanho de amostra, visando aumentar a precisão experimental. Sendo assim, o trabalho teve como objetivo determinar o número mínimo de frutos para dimensionar amostras e determinar os tamanhos de amostras em função dos erros de estimação de 1 a 10%, para avaliar características de tangerina Ponkan (*Citrus reticulata* Blanco). O trabalho foi conduzido no laboratório de alimentos do Ifes, onde foram mensuradas características de 120 frutos de tangerina Ponkan. O número mínimo de frutos necessários para dimensionar amostras em função dos erros de estimação, foi obtido utilizando os métodos de bootstrap e do modelo de regressão linear com resposta a platô. O dimensionamento amostral foi calculado utilizando a distribuição t de Student, a estimativa da variância e o erro de estimação. São necessários pelo menos 99, 97, 98, 113, 95, 95, 97, 95, 97 e 96 frutos de tangerina Ponkan, respectivamente, para determinar os tamanhos de amostras em função dos erros de estimação, para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, Ratio e vitamina C. Os tamanhos das amostras para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, ratio e vitamina C, variaram, respectivamente, de 152, 489, 457, 1327, 895, 47, 305, 818, 979 e 1045 frutos para o erro de estimação de 1% até 2, 5, 5, 14, 9, 1, 4, 9, 10 e 11 frutos para o erro de 10%.

PALAVRAS-CHAVE: Erro de estimação. Dimensionamento amostral. Simulação. Planejamento experimental.

ABSTRACT- In agricultural experiments, researchers should define the minimum number of data needed to determine sample size aiming to increase experimental accuracy. The aim of this work was to determine the minimum number of fruits to size samples and to determine the sample sizes as a function of the estimation errors of 1 to 10% to evaluate the characteristics of Ponkan tangerine (*Citrus reticulata* Blanco). The work was conducted in the food laboratory of the Ifes, where characteristics of 120 Ponkan tangerine fruits were measured. The minimum number of fruits required to size samples as a function of the estimation errors was obtained using bootstrap and linear response plateau methods. The sample size was calculated using the Student t distribution, the variance estimate and the estimation error. At least 99, 97, 98, 113, 95, 95, 97, 95, 97 and 96 Ponkan tangerine fruits, respectively, are required to determine sample sizes as a function of estimation errors for characteristics fruit diameter, fruit height, fruit mass, juice mass, juice yield, pH, SST, ATT, Ratio and vitamin C. The sample sizes for the characteristics fruit diameter, fruit height, fruit mass, juice mass, pH, SST, ATT, ratio and vitamin C, varied from 152, 489, 457, 1327, 895, 47, 305, 818, 979 and 1045 fruits to estimation error of 1%, up to 2, 5, 5, 14, 9, 1, 4, 9, 10 and 11 fruits for the 10% error, respectively.

KEYWORDS: Estimation error. Sample dimensioning. Simulation. Experimental planning.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de frutas no Brasil apresenta grande importância econômica e social, gerando divisas, empregos diretos e indiretos, além de produzir alimentos para a população. No Espírito Santo a importância da fruticultura não é diferente, e representa 1.175,08 milhões de reais do Valor Bruto da Produção Agropecuária - VBPA do estado, ou seja, 13,00%, sendo superada apenas pela cafeicultura e pela produção animal, representando, respectivamente, 36,20 e 25,90% do VBPA em 2016. A tangerina representa 2,74 % do VBPA do total da fruticultura Estado (GALEANO, 2017).

Diante da grande representatividade da fruticultura no contexto econômico brasileiro e estadual, há necessidade da geração de novas pesquisas para disponibilizar ao produtor rural novas tecnologias de produção, colheita e pós-colheita.

Existem diversos trabalhos publicados que avaliaram características de frutos de tangerina, utilizando o método empírico para determinar o tamanho da amostra visando à redução do erro e o aumento da precisão, como o de Detoni et al. (2009) que utilizaram 50 frutos para determinar as características diâmetros longitudinal e transversal, peso do fruto, peso da casca e peso dos gomos, pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e o teor de vitamina C, em um trabalho que teve como objetivo de verificar a influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina 'Ponkan' cultivada no oeste do Paraná.

Para o dimensionamento do tamanho da amostra em função do erro de estimação nos experimentos agrícolas, os pesquisadores devem definir o número mínimo de dados necessário, visando aumentar a precisão experimental, além de diminuir a relação custo/benefício, gerando tecnologias apropriadas com menores custos experimentais.

Nos testes utilizados para a determinação do número mínimo de dados necessários para a determinação do tamanho da amostra e na determinação do tamanho de parcelas experimentais, consideram que o aumento de dados diminui o erro até determinado ponto e, a partir do qual, os ganhos com precisão não se alteram.

Guarçoni et al. (2017) determinaram os números mínimos de frutos necessários para determinar os tamanhos de amostras para as características massa, circunferência, altura e largura de goiaba, utilizando os métodos bootstrap e do modelo da regressão linear com resposta a platô.

Utilizando simulação e os métodos dos modelos da curvatura máxima do coeficiente de variação e da regressão linear com resposta a platô, Leonardo et al. (2014) estudaram o tamanho ótimo da parcela experimental de abacaxizeiro Vitória e Paranaíba et al. (2009) estimaram do tamanho ótimo de parcelas experimentais em ensaio de uniformidade com arroz.

A qualidade das análises dos dados experimentais depende do dimensionamento adequado da amostra, e segundo Levine et al. (1998), Triola (1999) e Fonseca e Martins (2010), o tamanho da amostra é diretamente proporcional à confiabilidade desejada da estimativa e da variabilidade dos dados e inversamente proporcional ao erro amostral.

Na determinação do tamanho do número de dados necessários para se calcular o tamanho da amostra em função do erro de estimação, devem ser consideradas as limitações de recursos financeiros, de mão-de-obra e de tempo para a condução dos experimentos.

Toebe et al. (2012) determinaram o tamanho da amostra necessária para avaliar características de frutos de pêssigo cultivar 'Eldorado', para erros de estimação (E) da estimativa da média iguais 1, 2, ... , 10%, e observaram para um erro de estimação de 4%, que foram necessários 123, 46, 49, 51 e 9 frutos para estimar, respectivamente, firmeza da polpa, massa, acidez, ratio e comprimento na colheita.

Segundo Galvão et al. (2017), os tamanhos das amostras para avaliar as características massa de fruto, rendimento de suco, altura de fruto e diâmetro de fruto de lima ácida Tahiti

variaram, respectivamente, de 1405, 619, 230 e 154 frutos para o erro de estimação igual a 1% até 15, 7, 3 e 2 frutos para erro de estimação de 10%.

Em um outro trabalho, Galvão et al. (2018) estimou o tamanho de amostras em função dos erros de estimação de características físico-químicas de lima ácida Tahiti e observaram que os tamanhos das amostras para as características pH, °Brix, Acidez titulável (%) e Vitamina C variaram, respectivamente, de 68, 258, 461 e 2279 para o erro de 1% até 1, 3, 5 e 23 para o erro de estimação de 10%,

Para estimar a média de características das variedades de maçã Royal Gala e Fuji, Toebe et al. (2014) observaram que foram necessários menos frutos para a mensuração de caracteres na colheita para Royal Gala do que para Fuji, sendo necessários 75 e 160 frutos, respectivamente, para determinar a característica massa nas respectivas variedades, com erro de estimação da média de 4%.

Krause et al. (2013) determinaram tamanho ótimo de amostra para avaliar características de frutos de abacaxizeiro, cultivar Pérola, em experimentos com adubação e verificaram que devem ser amostrados, para um erro de estimação de 4%, respectivamente, 83, 35 e 10 frutos para avaliação da massa, do comprimento e do diâmetro do fruto.

O tamanho da amostra necessário para a estimação da média de altura de planta de mudas de noqueira-pecã é dependente do tratamento para superação de dormência de sementes e que foram necessárias 252 plantas para a estimação das médias, para erro de 5% da média estimada, com grau de confiança de 95%, para o tratamento sementes estratificadas por 30 dias (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014).

Guarçoni et al. (2017) observaram para goiaba que o tamanho da amostra, para erro de estimação igual a 2%, variou de 16 frutos para avaliar a característica massa até 52 para avaliar a característica largura.

Para determinar a precisão experimental é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que estimam a precisão através da estimativa de tamanhos de amostras em função dos erros de estimação. Mediante essa demanda, constrói-se a temática e problema de pesquisa: *Quais são as quantidades de frutos necessárias para a determinação dos tamanhos de amostras e quais são os tamanhos de amostras em função dos erros de estimação para avaliar características de tangerina Ponkan?*

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Alimentos do Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, campus de Venda Nova do Imigrante.

Uma amostra com 120 frutos de tangerina Ponkan foi colhida ao acaso de um experimento, situado em Conceição de Castelo, ES. Em cada fruto foram mensuradas, após a colheita, as seguintes características: diâmetro, altura e massa de fruto, massa e rendimento de suco, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total - ATT, ratio (SST/ATT) e vitamina C.

Características avaliadas:

- altura e diâmetro de fruto - mensurados com um paquímetro digital, em mm;
- massa de fruto e de suco - determinadas através de uma balança digital, com seus valores expressos em gramas;
- rendimento em suco - determinado através dos valores da relação entre o massa de suco/massa de fruto, expresso em %, através da fórmula: rendimento de suco (%)=[(massa de suco/massa de fruto)x100];
- pH - determinado utilizando um peagâmetro de bancada digital modelo MPA 210;

- teor de sólidos solúveis totais (SST) - determinado em refratômetro digital Akso MA 871, expressos em °Brix;
- determinação da acidez total titulável (ATT) - foi utilizado 10 mL de amostra do suco. Depois foi realizada a titulação da solução com NaOH a 0,1M até o aparecimento da coloração ligeiramente rósea, sendo o resultado expresso em g de ácido cítrico/100 mL de suco (Instituto Adolfo Lutz, 2008);
- “ratio” - determinado pela relação entre os sólidos solúveis (SST) e a acidez titulável (ATT);
- Vitamina C - foi determinada por titulação, expressa em miligramas de ácido ascórbico por 100mL de suco (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Para todas as características foram calculados a média, os valores máximo e mínimo, a variância e o coeficiente de variação. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Lilliefors.

Para o agrupamento dos diferentes números de frutos (X) e seus respectivos coeficientes de variação CV(X), foi utilizado o método de bootstrap onde foram realizadas 1000 simulações de amostras com 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110 e 120 frutos (Leonardo et al., 2014).

Os agrupamentos dos pares [X, CV(X)] foram utilizados para estimar os parâmetros do modelo de regressão linear com resposta a platô. Para este método, o número mínimo necessário para determinar o tamanho da amostra ocorre quando o modelo linear se transforma em um platô (Equação 1):

$$\begin{aligned} Y_i &= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \varepsilon_i \quad \text{se } X_i \leq X_0 \\ Y_i &= P + \varepsilon_i \quad \text{se } X_i > X_0 \end{aligned} \quad (1)$$

Em que Y_i é a variável resposta, β_0 é o coeficiente linear do modelo linear do segmento anterior ao platô, β_1 o coeficiente angular deste mesmo segmento, ε_i o erro associado a i -ésima observação e P é o platô e X_0 é o ponto de ligação dos dois segmentos.

Após a obtenção do número mínimo de frutos necessários para determinar o tamanho da amostra, foram dimensionados os tamanhos das amostras em função dos erros de estimação para as dez variáveis avaliadas.

O dimensionamento de cada amostra (n) foi obtido a partir da quantidade mínima de frutos necessária para determinar o tamanho da amostra, sendo n determinado baseado no valor de $t_{\alpha/2}$ que é o valor crítico da distribuição t de Student com $n-1$ graus de liberdade e em α igual a 5% de probabilidade, s^2 a estimativa da variância e $E\%$ o erro de estimação (KRAUSE et al., 2013; CARGNELUTTI FILHO et al., 2014; TOEBE et al., 2014; CARGNELUTTI FILHO et al., 2010).

Utilizando os erros de estimação em percentagem ($E\%$) da estimativa da média (\bar{X}) iguais 1, 2, ..., 10%, o tamanho de cada amostra foi calculado por meio da equação 2 (KRAUSE et al., 2013; TOEBE et al., 2011; GUARÇONI et al., 2017).

$$n = \left(100 \cdot \frac{t_{\alpha/2} \cdot S}{E\% \cdot \bar{X}} \right)^2 \quad (2)$$

Foram utilizados o software livre R para a realização das simulações do processo bootstrap e para a construção do heatmap (R CORE TEAM, 2015) e o programa SAEG (Ribeiro Júnior e Melo, 2008) para a obtenção dos modelos de regressão linear com resposta a platô, para determinar o número de frutos necessários para a determinação do tamanho da amostra, sendo os modelos de regressão testados pelo teste de F e os parâmetros pelo teste de t .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados os resultados obtidos das 1000 simulações amostrais utilizando o método bootstrap, com 40, 50, ..., 120 frutos e seus respectivos coeficientes de variação, para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, Sólidos Solúveis Totais - SST, acidez titulável total – ATT, ratio e vitamina C.

Tabela 1: Agrupamento dos diferentes números de frutos e seus respectivos coeficientes de variação das características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco e rendimento de suco.

Nº de Frutos	Coeficiente de variação – CV (%)				
	Diâmetro de fruto	Altura de fruto	Massa de fruto	Massa de suco	Rendimento de suco
40	0,9699761	1,7525210	1,6571420	2,8610060	2,3645520
50	0,8727865	1,6370190	1,4950800	2,5853120	2,1553380
60	0,7944211	1,4613490	1,3666330	2,3567680	1,9435740
70	0,7602747	1,3756100	1,2933760	2,2109080	1,8646720
80	0,6763995	1,2678040	1,1793450	2,1407200	1,6636910
90	0,6639279	1,1674830	1,1275380	2,0325140	1,5606220
100	0,5916505	1,0828390	1,0445210	1,8302320	1,5492940
110	0,5828148	1,0618150	0,9910659	1,6974730	1,4624910
120	0,5834395	1,0882840	1,0118590	1,6283600	1,3554790

Tabela 2: Agrupamento dos diferentes números de frutos e seus respectivos coeficientes de variação das características pH, SST, ATT, Ratio e vitamina C.

Nº de Frutos	Coeficiente de variação – CV (%)				
	pH	SST	ATT	Ratio	Vitamina C
40	0,5226092	1,4110600	2,321354	2,5014030	2,6378100
50	0,4858711	1,2359650	1,978382	2,2624510	2,3373720
60	0,4328363	1,1425450	1,894582	2,0914710	2,1582160
70	0,4073019	1,0784940	1,690594	1,8995110	1,8648880
80	0,3665701	1,0249960	1,645351	1,7026360	1,8805520
90	0,3545654	0,9393288	1,523850	1,7053710	1,6651070
100	0,3472644	0,8938415	1,511239	1,5630950	1,6062800
110	0,3216748	0,8643608	1,379391	1,5066240	1,5254490
120	0,3103908	0,8204964	1,319352	1,4246180	1,4604120

Conforme os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, fica evidente que o coeficiente de variação em função do número de frutos decresce até um certo ponto e, a partir daí o aumento do número de frutos para determinar o tamanho de amostras para as características de tangerina Ponkan não colabora para aumentar a precisão.

As Figuras 1 e 2 mostram os gráficos obtidos das 1000 simulações amostrais, dos resultados obtidos nas tabelas 1, utilizando o método bootstrap, com 40, 50, ..., 120 frutos e seus respectivos coeficientes de variação, para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, ratio e vitamina C.

Na Tabela 3 está apresentado para cada característica, o modelo de regressão, o R^2 e a quantidade mínima de frutos necessária para determinar o tamanho de amostra em função do erro de estimação. Os números mínimos de frutos necessários para determinar os tamanhos das amostras para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, ratio e vitamina C, foram, respectivamente, 99, 97, 98, 113, 95, 95, 97, 95, 97 e 96 frutos.

Figura 1: Relação entre o coeficiente de variação e número de frutos pelo método da regressão linear com resposta a platô para características diâmetro de fruto (A), altura de fruto (B), massa de fruto (C), massa de fruto (D) e rendimento de suco (E) .

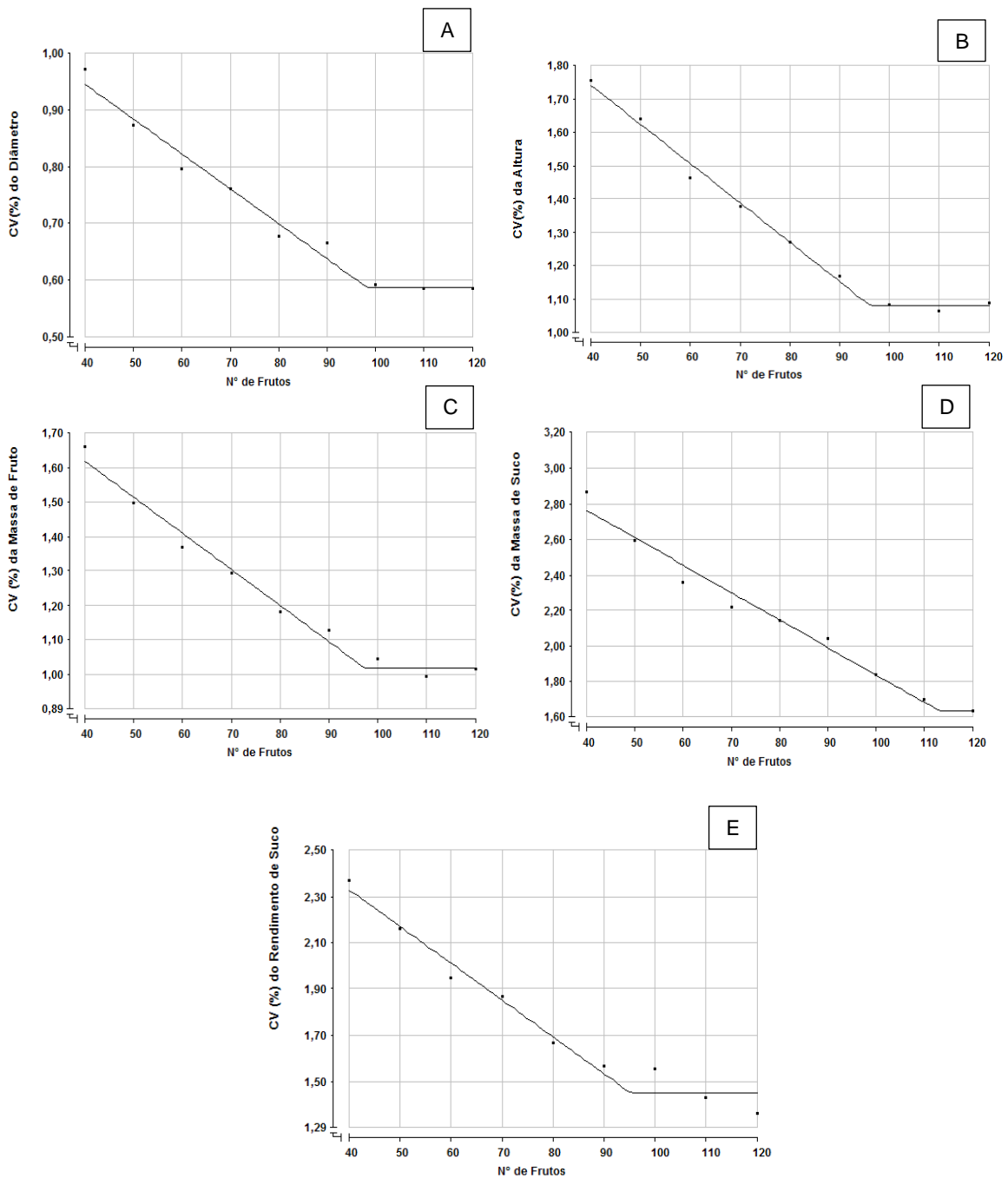


Figura 2: Relação entre o coeficiente de variação e número de frutos pelo método da regressão linear com resposta a platô para características pH (A), SST (B), ATT (C), ratio (D) e vitamina C (E).

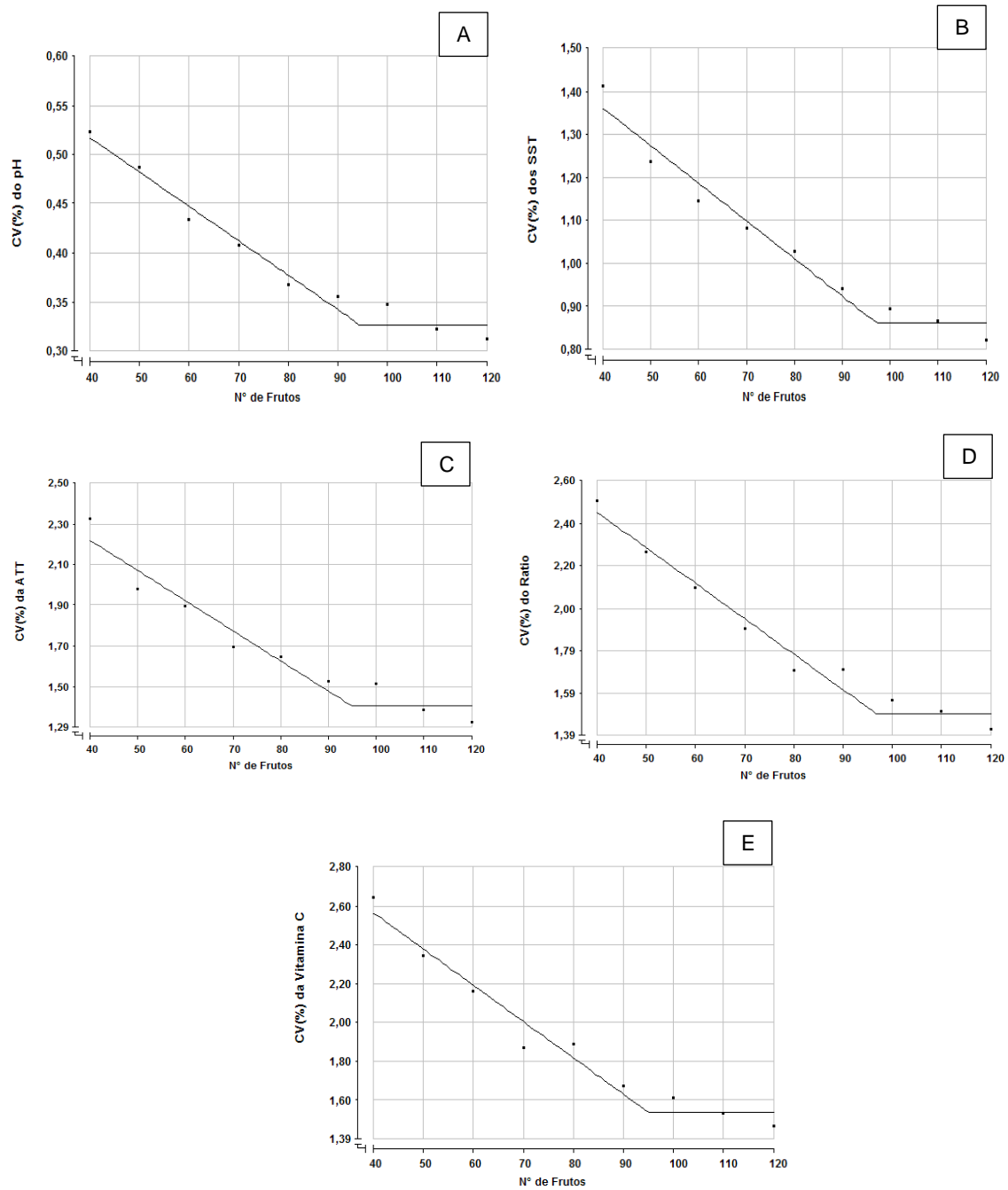


Tabela 3: Modelos de regressão, R^2 e quantidade mínima de frutos determinar o tamanho de amostra em função do erro de estimação.

Característica	Modelo	R^2	Quantidade de frutos
Diâmetro de fruto	$Y=1,18958-0,006153**X$	$R^2=0,9609**$	99
Altura de fruto	$Y=2,20851-0,011767**X$	$R^2=0,9894**$	97
Massa de fruto	$Y=2,03448-0,010481**X$	$R^2=0,9738**$	98
Massa de suco	$Y=3,37178-0,015432**X$	$R^2=0,9718**$	113
Rendimento de suco	$Y=2,96049-0,015924**X$	$R^2=0,9833**$	95
pH	$Y=0,65554-0,003496**X$	$R^2=0,9759**$	95
SST	$Y=1,70620-0,008730**X$	$R^2=0,9530**$	97
ATT	$Y=2,80632-0,0148303**X$	$R^2=0,9298**$	95
Ratio	$Y=3,11386-0,0167188**X$	$R^2=0,9599**$	97
Vitamina C	$Y=3,30287-0,018649**X$	$R^2=0,9495**$	96

* = significativo a 5%; ** = significativo a 1%, pelos testes F e t; ns = não significativo.

Os resultados observados nas Figuras 1 e 2 e na Tabela 3, de números de frutos necessários para determinar os tamanhos das amostras em função dos erros de estimação, encontrados nessa pesquisa, foram inferiores aos utilizados por Toebe et al. (2012), que utilizaram 120 frutos para determinar o tamanho da amostra necessária para avaliar características de frutos de pêssgo cultivar ‘Eldorado’, menores também aos utilizados por Toebe et al. (2014), que estimaram as médias de características das variedades de maçã Royal Gala e Fuji, utilizando 120 frutos, e de Galvão et al. (2017) que utilizaram 120 frutos para avaliar características de lima ácida de tahiti em função do erro de estimação.

Guarçoni et al. (2017) em um trabalho em que determinaram o número de frutos para dimensionar o tamanho de amostra para a estimativa de características de goiaba utilizando simulação, observaram que os números de frutos para determinar os tamanhos das amostras para avaliar as características massa, circunferência, altura e largura foram, respectivamente, 104, 98, 105 e 102.

As médias, os valores máximos e mínimos, as variâncias e os coeficientes de variação das dez características que estão apresentados na Tabela 4, foram obtidos de 113 frutos escolhidos aleatoriamente (maior valor obtido nas simulações e mínimo necessário para determinar o tamanho de amostra em função o erro de estimação, obtido para a característica massa de suco). Os dados de todas as características se ajustaram à distribuição normal, pelo teste de Lilliefors. Com isso, pode-se inferir que os dados são adequados para o dimensionamento do tamanho amostral pela distribuição t de Student.

Tabela 4: Médias, valores máximos e mínimos, variâncias e coeficientes de variação das características de tangerina Ponkan na colheita a partir da amostra de 113 frutos.

Característica	Média	Máximo	Mínimo	Variância	CV (%)
Diâmetro de fruto	85,71	100,59	73,83	28,41	6,22
Altura de fruto	70,32	99,52	54,11	61,43	11,15
Massa de fruto	230,35	289,50	171,50	616,93	10,78
Massa de suco	81,85	145,50	53,01	226,06	18,37
Rendimento de suco	35,55	61,65	25,06	28,78	15,09
pH	4,07	4,43	3,69	0,02	3,42
SST	10,11	13,20	8,00	0,79	8,80
ATT	0,33	0,45	0,23	0,002	14,42
Ratio	31,58	49,00	21,63	24,83	15,78
Vitamina C	16,33	24,30	9,16	7,09	16,30

Nos resultados da Tabela 5 estão apresentados os tamanhos de amostras das dez características, utilizando α igual a 5% e número de frutos igual a 113, devido ao maior valor

encontrado nas simulações, em função do erro de estimação de 1 a 10%. Verificou-se que os tamanhos das amostras para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, Ratio e vitamina C, variaram, respectivamente, de 152, 489, 457, 1327, 895, 47, 305, 818, 979 e 1045 frutos para o erro de estimação de 1% até 2, 5, 5, 14, 9, 1, 4, 9, 10 e 11 frutos para o erro de 10%. Estes resultados confirmaram os coeficientes de variação apresentados na Tabela 4, que mostram que quanto maior a variação dos dados em relação à média, maior o tamanho de amostra em função do erro de estimação (Tabela 5).

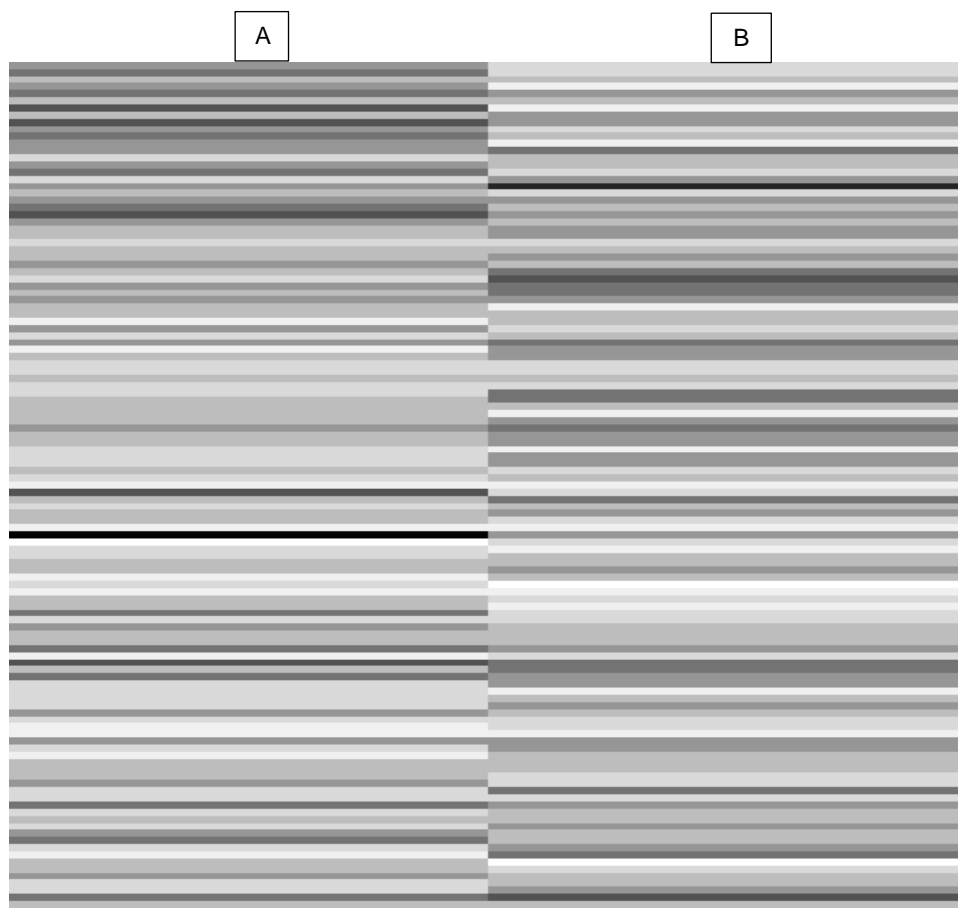
Estes resultados também podem ser confirmados a partir do heatmap apresentado na Figura 3, para as características massa de suco e pH, que apresentaram a maior e a menor variação dos dados em relação à média - CV de 18,37 e 3,42% (Tabela 4) e o maior e o menor tamanho de amostra em função dos erros de estimação (Tabela 5), respectivamente, sendo observado que a tonalidade da cor cinza apresenta maior contraste de cores entre frutos para a característica massa de suco (Figura 3A) do que para o pH (Figura 3B), mostrando a maior variabilidades dos dados em relação à média para a característica massa de suco.

Tabela 5: Tamanho de amostra para a estimação da média de 10 características de tangerina Ponkan mensuradas na colheita, para erros de estimação iguais a 1, 2, ..., 10% da estimativa da média, obtidos de 113 frutos avaliados.

Característica	Erro de estimação (%)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Diâmetro de fruto	152	38	17	10	7	5	4	3	2	2
Altura de fruto	489	123	55	31	20	14	10	8	7	5
Massa de fruto	457	115	51	29	19	13	10	8	6	5
Massa de suco	1327	332	148	83	54	37	28	21	17	14
Rendimento de suco	895	224	100	56	36	25	19	14	12	9
pH	47	12	6	3	2	2	1	1	1	1
SST	305	77	34	20	13	9	7	5	4	4
ATT	818	205	91	52	33	23	17	13	11	9
Ratio	979	245	109	62	40	28	20	16	13	10
Vitamina C	1045	262	117	66	42	30	22	17	13	11

A variabilidade do tamanho da amostra entre as características já foi verificada em outros trabalhos para outras culturas como Toebe et al, (2012) observaram tamanho de amostra na colheita variando 2 frutos para avaliar a característica luminosidade até 79 frutos para firmeza da polpa do pessegueiro, para um erro de estimação igual a 5%, Krause et al, (2013) que observaram para o erro de estimação de 4%, que devem ser amostrados em média 83, 35 e 10 frutos, respectivamente, para avaliação da massa, do comprimento e do diâmetro de frutos do abacaxizeiro da cultivar Pérola, em experimentos com adubação. Essa variabilidade também foi observada por outros autores como Cargnelutti et al, (2014) que trabalharam com mudas de noqueira-pecã, Cargnelutti et al, (2010) com híbridos de mamoneira e Toebe et al, (2014) com maçãs Royal Gala e Fuji.

Figura 3: Heatmap de todos os frutos para as características massa de suco - A e pH - B.



4 CONCLUSÃO

São necessários pelo menos 99, 97, 98, 113, 95, 95, 97, 95, 97 e 96 frutos de tangerina Ponkan, respectivamente, para determinar os tamanhos de amostras em função dos erros de estimação, para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, Ratio e vitamina C.

Os tamanhos das amostras para as características diâmetro de fruto, altura de fruto, massa de fruto, massa de suco, rendimento de suco, pH, SST, ATT, ratio e vitamina C, variaram, respectivamente, de 152, 489, 457, 1327, 895, 47, 305, 818, 979 e 1045 frutos para o erro de estimação de 1% até 2, 5, 5, 14, 9, 1, 4, 9, 10 e 11 frutos para o erro de 10%.

Para todos os erros de estimação, a característica massa de suco foi a que exigiu o maior tamanho de amostra, seguida em ordem decrescente pelas características vitamina C, ratio, rendimento de suco, ATT, altura de fruto, massa de fruto, SST, diâmetro de fruto e, por último, pH.

5 AGRADECIMENTOS

Ao órgão financiador Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - Fapes, ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - Incaper pela disponibilidade das áreas experimentais e ao Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes pela disponibilização dos laboratórios para análises.

REFERÊNCIAS

- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de amostra de caracteres em híbrido de mamoneira. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.280-287, 2010.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Dimensionamento amostral para avaliação de altura e diâmetro de mudas de noqueira-pecã. **Ciência Rural**, v.44, n.12, p.2151-2156, 2014.
- DETONI, A.M. et al. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina ‘ponkan’ cultivada no oeste do Paraná. **Ciênc. agrotec.**, v.33, n.2, p.624-628, 2009.
- FONSECA, J.S.; MARTINS, G.A. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 331p.
- GALEANO, E. A. V. Valor bruto da produção agropecuária de 2016 e consolidação das estatísticas agropecuárias de 2017. Boletim da Conjuntura Agropecuária Capixaba, Vitória, v. 3, n. 12, p. 2-14, 2017. 3 14 p. Incaper. Documentos.
- GALVÃO, R.N. et al. Dimensionamento de amostra para avaliar características de lima ácida “tahiti”. Latin American Symposium of Food Science – SLACA, 12, 2017, Campinas. **Anais do 12 Latin American Symposium of Food Science – SLACA**. Campinas: 2017.
- GALVÃO, R.N. et al. Tamanho de amostra para a estimação de características químicas de lima ácida “tahiti”. Semana Capixaba de Engenharia de Alimentos – SECEAL, III, 2018, Alegre, ES. **Anais da III Semana Capixaba de Engenharia de Alimentos – SECEAL**. Alegre, ES: 2018.
- GUARÇONI, R.G. et al. Número de frutos para determinar o tamanho de amostra para a estimação de características de goiaba utilizando simulação. Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 21, 2017, São José dos Campos. **Anais do 21 Encontro Latino Americano de Iniciação Científica**. São José dos Campos: 2017.
- KRAUSE, W. et al. Tamanho de amostra para avaliação de caracteres de frutos de abacaxizeiro em experimentos com adubação usando parcelas grandes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.183-190. 2013.
- LEONARDO, F.A.P. et al. Tamanho ótimo da parcela experimental de abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.4, p.909-916, 2014.
- LEVINE, D.M.; BERENSON, M.L.; STEPHAN, D. **Estatística: teoria e aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 1998. 811p.
- PARANAIBA, P.F.; FERREIRA, D.F.; MORAIS, A.R. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, n.2, p.255-268, 2009.
- R FOUNDATION STATUTES. **The R project for statistical computing**. Viena, 2017. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: 28 ago. 2017.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A.L.P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: Folha, 2008. 288 p.

SÃO PAULO (Estado). Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2008. 1020p.

TOEBE, M. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de pêsego na colheita e após o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, v.42, n.2, p.209-212, 2012.

TOEBE, M. et al. Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme em pêsego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.4, p.1026-35, 2011.

TOEBE, M. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de maçã. **Ciência Rural**, v.44, n.5, p.759-767, 2014.

TRIOLA, M.F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 410p.

Recebido para publicação: 12 de janeiro de 2018.

Aprovado: 07 de abril de 2018.