

Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme em pêssego e maçã¹

Sample size to evaluate the flesh firmness and epidermis color in peach and apple

Marcos Toebe^{2*}, Vanderlei Both², Alberto Cargnelutti Filho³, Auri Brackmann³ e Lindolfo Storck³

Resumo - O objetivo deste estudo foi determinar o tamanho de amostra necessário para avaliar a firmeza de polpa e a cor de fundo da epiderme, em pêssego 'Eragil' e maçã 'Royal Gala'. Foram conduzidos dois experimentos, um com frutos de pêssego e outro com frutos de maçã dentro de minicâmaras de 0,23 m³. Os pêssegos foram armazenados por oito semanas a temperatura de -0,5 °C, mais quatro dias a 20 °C, sendo avaliadas oito formas de armazenamento (refrigerado, atmosfera controlada com diferentes concentrações de O₂ e CO₂, e com ou sem absorção de etileno). As maçãs permaneceram em armazenamento refrigerado durante quatro meses a 0,5 °C, mais sete dias a 20 °C, sendo os tratamentos compostos por doses de 1-metilciclopropeno combinados com tipos de tábuas de madeira. O número de frutos avaliados variou de 30 a 57 em pêssego e 78 a 101 em maçã. Para cada fruto foi mensurada a firmeza de polpa, com um penetrômetro manual e a cor de fundo da epiderme (luminosidade, intensidade e tonalidade de cor) com colorímetro eletrônico. Posteriormente, foi determinado o tamanho de amostra necessário para a estimação da média da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme. Em pêssego, 121 frutos são suficientes para a estimação da média da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme com erro de estimação de 5% da média em atmosfera controlada e de 10% em armazenamento refrigerado. Em maçã, 24 frutos são suficientes para a estimação da média da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme, com erro de estimação de 5% da média.

Palavras-chave - *Prunus persica* L. Batsch. *Malus domestica* Borkh. Dimensionamento de amostra. Planejamento experimental.

Abstract - The aim of this study was to determine the sample size required to assess flesh firmness and epidermis background color of 'Eragil' peaches and 'Royal Gala' apples. Two experiments were carried, one with peaches and another one with apples placed inside 0.23 m³ minichambers. The peaches were stored for eight weeks at -0.5 °C, and then for four additional days at 20 °C, next eight kinds of storage where assessed (refrigerated, controlled atmosphere with different concentrations of O₂ and CO₂ and with or without ethylene absorption). The apples were kept at a refrigerated storage for four months at 0.5 °C, and then for seven additional days at 20 °C, the treatments were composed by doses of 1-methylcyclopropene combined with types of wooden planks. The number of assessed fruits ranged from 30 to 57 for peaches and from 78 to 101 for apples. In each fruit the flesh firmness was measured by a manual penetrometer and the background color of the epidermis (brightness, intensity and color tone) by an electronic colorimeter. Thereafter, the size sample needed to estimate to flesh firmness and the background color of the epidermis was determinate. In peaches, 121 fruit are enough to estimate the average of the flesh firmness and epidermis background color with an estimation error of 5% on the average in a controlled atmosphere and 10% in cold storage. In apples, 24 fruits are enough to estimate the average of the flesh firmness and epidermis background color, with an estimation error of 5% on the average.

Key words - *Prunus persica* L. Batsch. *Malus domestica* Borkh. Sample dimensioning. Experimental planning.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 01/03/2011; aprovado em 03/06/2011
Pesquisa desenvolvida junto a Universidade Federal de Santa Maria

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Universidade Federal de Santa Maria/Campus Universitário, Camobi, Santa Maria-RS, Brasil, 97.105-900, m.toebe@gmail.com, vanderleiboth@yahoo.com.br

³Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais/Universidade Federal de Santa Maria/Campus Universitário, Camobi, Santa Maria-RS, Brasil, 97.105-900, cargnelutti@pq.cnpq.br, auribrackmann@gmail.com, lindolfstorck@gmail.com

Introdução

A maçã e o pêssego são frutos climatéricos e, portanto, podem ser colhidos ainda imaturos, a fim de prolongar a sua vida útil, desde que corretamente armazenados. Dentre os métodos de armazenamento, destacam-se o armazenamento refrigerado, com controle da temperatura da câmara e a atmosfera controlada, com controle de temperatura e da concentração de O₂ e CO₂, mantendo as qualidades físico-químicas e sensoriais dos frutos com menores índices de ocorrência de podridões e distúrbios fisiológicos (BRACKMANN; WACLAWOVSKY; LUNARDI, 2000). Ainda, a absorção do etileno com permanganato de potássio, ou sua inibição com 1-metilciclopropeno, retarda o amadurecimento dos frutos armazenados (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). No entanto, o 1-metilciclopropeno é absorvido pela madeira ou papelão das embalagens, e por isso, em alguns casos o efeito de sua adição não é satisfatório (VALLEJO; BEAUDRY, 2006).

Após o armazenamento dos frutos, quando estes são transportados e comercializados, ocorrem alterações da textura, representada pela perda progressiva da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme, em função da degradação da clorofila, bem como pela síntese de outros pigmentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Estes são os principais atributos utilizados para avaliar a qualidade e a maturação dos frutos.

Em pesquisas agrícolas, o dimensionamento da amostra necessária para a estimação da média de determinada variável é importante quando a população não pode ser mensurada ou demanda excessivo tempo, recursos financeiros e humanos. O tamanho de amostra é diretamente proporcional à variabilidade dos dados e à confiabilidade desejada na estimativa, sendo inversamente proporcional ao erro de estimação permitido *a priori* pelo pesquisador (BARBETTA et al., 2004; BUSSAB; MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004). Quanto maior for o tamanho de amostra, maior será a precisão do experimento, com redução da variância da média amostral, embora a demanda por recursos também seja elevada. Por outro lado, tamanho de amostra pequeno pode reduzir a precisão experimental (FERNANDES; SILVA, 1996). O dimensionamento do tamanho de amostra adequado melhora a eficiência da pesquisa, permitindo a obtenção de estimativas com precisão desejada (BUSSAB; MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004).

Desta forma o tamanho de amostra para caracteres morfológicos, fenológicos e produtivos de diversas culturas agrícolas, como: milho (FERNANDES; SILVA, 1996; SILVA et al., 1993; STORCK et al., 2007), milho pipoca (CATAPATTI et al., 2008), cana-de-açúcar (LEITE

et al., 2009), soja (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009), crambe (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010b), mamoneira (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010a) e feijão-de-vagem (HAESBAERT et al., 2011), tem sido pesquisado. Ainda, trabalhos foram conduzidos para determinar o tamanho de amostra na quantificação de lesões de doenças, como o cancro cítrico (BELASQUE JÚNIOR et al., 2008), na quantificação de pragas, como o ácaro-do-bronzeado (LÚCIO et al., 2009) e na estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de milho (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010) e de *Crambe abyssinica* (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011). Contudo, trabalhos que determinam o tamanho de amostra necessário para avaliar a firmeza de polpa e a cor de fundo da epiderme de frutos de pêssego e de maçã após o armazenamento em condições controladas não foram encontrados na literatura.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para avaliar a firmeza de polpa e a cor de fundo da epiderme, em pêssego ‘Eragil’ e maçã ‘Royal Gala’ submetidos a diferentes formas de armazenamento.

Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria. Um experimento foi conduzido com frutos de pêssego cultivar Eragil e o outro com frutos de maçã cultivar Royal Gala, nos anos de 2009 e 2007, respectivamente. Ambos os experimentos foram conduzidos em minicâmaras de 0,23 m³, alocadas dentro de uma câmara frigorífica de 45 m³ com temperatura controlada. Os pêssegos permaneceram durante oito semanas na temperatura de -0,5 °C, mais quatro dias à temperatura de 20 °C. Os oito tratamentos foram compostos por diferentes formas de armazenamento dos frutos de pêssego (armazenamento refrigerado, atmosfera controlada com diferentes concentrações de O₂ e CO₂, e com ou sem absorção de etileno) (TAB. 1). Para os diferentes tratamentos e variáveis mensuradas, foram utilizados de 30 a 57 frutos.

Para estabelecer as condições de atmosfera controlada (AC) definidas para cada tratamento em pêssego, procedeu-se a varredura das minicâmaras com gás nitrogênio a fim de diminuir a concentração de O₂ até a condição desejada. O N₂ foi gerado em um equipamento que funciona pelo princípio “Pressure Swing Adsorption” (PSA). A concentração desejada de CO₂ foi obtida pela injeção deste gás proveniente de cilindros de alta pressão. As pressões parciais de O₂ e CO₂ foram monitoradas e corrigidas diariamente com o auxílio de um equipamento automatizado da marca Kronenberger-Climasul®. A absorção de etileno foi realizada por meio da colocação

Tabela 1 - Tratamentos compostos por formas de armazenamento de frutos de pêssego 'Eragil' e de maçã 'Royal Gala'

Tratamento	Formas de Armazenamento
----- Pêssego 'Eragil' -----	
1	Armazenamento refrigerado (AR ⁽¹⁾)
2	AC ⁽²⁾ (2,0 kPa de O ₂ + 8,0 kPa de CO ₂)
3	AC (1,5 kPa de O ₂ + 8,0 kPa de CO ₂)
4	AC (1,0 kPa de O ₂ + 8,0 kPa de CO ₂)
5	AC (2,0 kPa de O ₂ + 10,0 kPa de CO ₂)
6	AC (1,5 kPa de O ₂ + 10,0 kPa de CO ₂)
7	AC (2,0 kPa de O ₂ + 8,0 kPa de CO ₂) + absorção de etileno
8	AC (2,0 kPa de O ₂ + 8,0 kPa de CO ₂) + aplicação de 1-MCP ⁽³⁾
----- Maçã 'Royal Gala' -----	
1	Armazenamento refrigerado (AR)
2	AR + 625 nL L ⁻¹⁽⁴⁾ de 1-MCP
3	AR + 625 nL L ⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto
4	AR + 1.250 nL L ⁻¹ de 1-MCP
5	AR + 1.250 nL L ⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto
6	AR + 625 nL L ⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho
7	AR + 1.250 nL L ⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho
8	AR + 10.000 nL L ⁻¹ de 1-MCP (dose extremamente alta - avaliar a toxidez)

⁽¹⁾ Armazenamento refrigerado; ⁽²⁾ Atmosfera controlada; ⁽³⁾ 1-metilciclopropano; ⁽⁴⁾ nanolitro de 1-MCP por litro de ar da minicâmara

de sachês de permanganato de potássio no interior da minicâmara. Para o tratamento que recebeu aplicação de 1-MCP, utilizou-se o produto SmartFresh®, na formulação pó (0,14% ingrediente ativo), na dose de 900 nL L⁻¹. Esse produto foi solubilizado em água e liberado no interior da minicâmara, onde reagiu com os frutos durante 24 horas.

Os frutos de maçã permaneceram armazenados durante quatro meses na temperatura de 0,5 °C, mais sete dias a 20 °C, sendo os tratamentos compostos por doses de 1-MCP combinados com diferentes tipos de tábuas de madeiras (TAB. 1), a fim de avaliar se a possível absorção do 1-MCP pela madeira altera o tamanho de amostra. O número de frutos de maçã avaliados para as diferentes variáveis e formas de armazenamento variou entre 78 e 101 frutos.

Para a mensuração da firmeza de polpa, dos frutos de pêssego e maçã, previamente foi retirada a epiderme em dois lados opostos da porção equatorial dos frutos.

Em seguida, os frutos foram perfurados com auxílio de um penetrômetro manual com uma ponteira de 7,9 mm de diâmetro para o pêssego e 11 mm para a maçã. Os dados foram expressos em Newtons (N).

Nos frutos de pêssego e de maçã a cor de fundo da epiderme foi determinada com o auxílio de um colorímetro eletrônico marca Minolta, modelo CR310, que utiliza o sistema tridimensional de cores CIELAB, sendo as medições de cor de fundo da epiderme expressas em termos de valor L, C e h°. O valor L representa a luminosidade, variando da coloração preta (L = 0) na base do eixo vertical da escala tridimensional, até branca (L = 100) no topo do mesmo eixo. O chroma (C) representa a intensidade ou saturação de cor, possuindo valor zero no centro do esquema tridimensional e aumentando à medida que se afasta do centro. O valor hue (h°) é definido pelo ângulo de localização da cor no diagrama, mostrando a tonalidade da cor, no qual o ângulo 0° representa o vermelho puro; 90° representa o amarelo puro; 180° o verde puro e 270° o azul. Dessa forma, frutos ainda verdes apresentam valores de h° um pouco superiores a 90° e, à medida que vão amadurecendo, com a degradação da clorofila, esses valores vão diminuindo, uma vez que a coloração da epiderme vai ficando amarelo/alaranjado. Esses três elementos são os atributos de cor que, conjuntamente, melhor representam a cor de fundo da epiderme.

A partir dos dados da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme (luminosidade, intensidade e tonalidade de cor) dos frutos de pêssego e de maçã, de cada um dos oito tratamentos, foram calculadas as estatísticas: número de frutos mensurados, valores mínimo e máximo, média aritmética, mediana, desvio-padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Também foi verificada a normalidade dos dados, por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Essas estatísticas foram calculadas com a finalidade de caracterizar o banco de dados e verificar a sua adequação para o estudo do dimensionamento amostral, com base na distribuição t de *Student*.

Para cada variável mensurada, tomando-se por base o total de frutos armazenados em cada tratamento, foi calculado o tamanho de amostra (n) para as semi-amplitudes do intervalo de confiança (erro de estimação) iguais a: 1; 2;...; 10% da estimativa da média (m), com grau de confiança (1-α) de 95%, por meio da expressão

$$\eta = \frac{t_{\alpha/2}^2 \cdot s^2}{(\text{erro de estimação})^2}$$

(BARBETTA et al., 2004; BUSSAB; MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004), sendo $t_{\alpha/2}$ o valor crítico da distribuição t de *Student*, cuja área à direita é igual a α/2, isto é, o valor de t, tal que $P(t > t_{\alpha/2}) = \alpha/2$, com (n-1) graus

de liberdade, com $\alpha = 5\%$ de significância de erro, e s^2 é a estimativa de variância. Posteriormente, fixou-se η como o total de frutos por tratamento para o cálculo do erro de estimação em percentagem da estimativa da média (m) para cada uma das variáveis, por meio da expressão

$$\text{erro de estimação} = 100 \frac{t_{\alpha/2} s}{\sqrt{\eta} m}$$

(BARBETTA et al., 2004; BUSSAB; MORETTIN, 2004; SPIEGEL et al., 2004), em que s é a estimativa do desvio padrão amostral.

Resultados e discussão

Em todos os tratamentos nas culturas de pêssego e maçã, o número de frutos avaliados quanto à firmeza de polpa foi superior ao número de frutos avaliados para as características de cor de fundo da epiderme (luminosidade, intensidade e tonalidade de cor). Isso se deve à incapacidade técnica do colorímetro eletrônico de mensurar estas características em alguns frutos que apresentavam grande parte da epiderme recoberta de cor vermelha, o que impossibilita a determinação da cor de fundo que representa a evolução na maturação.

Em relação à variável firmeza de polpa para a cultura de pêssego 'Eragil', as médias dos tratamentos foram semelhantes, com exceção do tratamento com aplicação de 1-MCP (Tratamento 8), que apresentou maior firmeza de polpa em relação aos demais, indicando um retardo da maturação dos frutos, devido à inibição da ação do etileno (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). As médias de luminosidade, de intensidade e de tonalidade de cor dos frutos de pêssego, foram semelhantes entre os tratamentos, indicando pouca interferência das diferentes formas de armazenamento (TAB. 2).

Conforme Pimentel-Gomes (1990), se o coeficiente de variação (CV%) for inferior a 10%, diz-se que o CV% é baixo, ou seja, o experimento tem alta precisão; de 10 a 20%, são considerados médios e de boa precisão; valores superiores caracterizam baixa precisão experimental e alta variabilidade. Embora essa classificação tenha sido proposta para experimentos a campo ela tem sido extensivamente utilizada. Assim, de maneira geral, na cultura de pêssego, a firmeza de polpa apresentou elevada variabilidade entre os frutos ($CV \geq 20,48\%$), sendo que os frutos que permaneceram em armazenamento refrigerado (Tratamento 1) apresentaram a maior variação ($CV = 54,33\%$) (TAB. 2). A variabilidade existente entre os frutos nas variáveis luminosidade, intensidade e tonalidade de cor foi inferior ($CV \leq 11,19\%$)

em relação à variabilidade observada na determinação da firmeza de polpa ($CV \geq 20,48\%$), sugerindo que em pêssego, para a estimação da média, com uma mesma precisão, o tamanho de amostra para características de cor de fundo da epiderme seja menor em relação à firmeza de polpa. Em alguns casos, comportamentos assimétricos e curtose diferente de três foram verificados, não interferindo, contudo, na distribuição normal dos dados ($P \geq 0,0443$) (TAB. 2), conferindo adequabilidade dos mesmos para a estimação do tamanho de amostra com base na distribuição *t* de Student.

O tamanho de amostra (número de frutos), para a estimação da média de firmeza de polpa, com semiamplitude do intervalo de confiança igual a 1% da estimativa da média, foi de 11.933 frutos para pêssegos em armazenamento refrigerado e em média, de 3.012 frutos para pêssegos armazenados em atmosfera controlada (TAB. 3), confirmando a elevada variabilidade desta variável, especialmente, em condições de armazenamento refrigerado. Embora o número de frutos a serem avaliados para a determinação da firmeza de polpa, com esse nível de confiança seja elevado, em culturas agrícolas é comum a obtenção de tamanhos de amostra com essa variabilidade. Em caracteres morfológicos e produtivos, da cultura de crambe, Cargnelutti Filho et al. (2010b) verificaram que nesse nível de confiança, é necessário avaliar de 1.516 a 15.241 plantas. Para estimar o diâmetro das lesões de cancro cítrico, Belasque Júnior et al. (2008) indicam a mensuração de 591 a 1.229 lesões para obter estimativas de média com semiamplitude do intervalo de confiança de 1%. Já em mamoneira, Cargnelutti Filho et al. (2010a), observaram que para semiamplitude do intervalo de confiança igual a 2% da estimativa da média, em alguns caracteres é necessário avaliar 6.077 plantas.

Estes elevados tamanhos de amostra, geralmente inviabilizam a coleta de informações neste nível de confiança. Assim, tamanhos de amostra com maior erro de estimação foram calculados. Para a firmeza de polpa, 121 frutos são suficientes para a estimação da média, com uma semiamplitude do intervalo de confiança (erro de estimação) de 5% em atmosfera controlada, e a 10% para frutos em armazenamento refrigerado (TAB. 3).

Conforme discutido anteriormente, as características de cor de fundo da epiderme (luminosidade, intensidade e tonalidade de cor) apresentaram variabilidade menor entre os frutos de um mesmo tratamento e, mesmo entre os tratamentos, em relação à firmeza de polpa. Desta forma, o tamanho de amostra destas variáveis também foi menor. Neste caso, 517 e 21 frutos, são suficientes para a estimação da média de cor de fundo da epiderme para semiamplitude do intervalo de confiança de 1 e 5%, respectivamente. A ampla variabilidade do tamanho de amostra entre as diferentes variáveis mensuradas já foi descrita para as culturas de milho

Tabela 2 - Número de frutos mensurados (Frutos), mínimo, máximo, média aritmética, mediana, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), assimetria (AS), curtose + 3 (CT) e p-valor do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov para a firmeza de polpa, luminosidade (L), intensidade de cor (C) e tonalidade de cor (h°) de frutos de pêsego 'Eragil' submetidos a diferentes formas de armazenamento (Trat)

Trat ⁽¹⁾	Frutos	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	DP	CV(%)	AS ⁽²⁾	CT ⁽³⁾	P-valor
----- Firmeza de polpa -----										
1	49	1,78	15,10	5,53	4,89	3,00	54,33	1,75*	6,04*	0,0443
2	54	2,00	9,11	4,26	4,22	1,17	27,36	1,31*	7,79*	0,1236
3	49	2,44	7,11	4,69	4,66	0,96	20,48	0,33ns	3,27ns	0,4628
4	57	2,44	7,55	4,39	4,44	1,15	26,19	0,49ns	3,00ns	0,7449
5	55	2,22	7,33	4,17	4,00	1,09	26,17	0,81*	3,75ns	0,1029
6	53	2,22	8,00	4,67	4,44	1,20	25,70	0,52ns	3,39ns	0,6420
7	51	2,44	8,00	4,97	4,89	1,30	26,17	0,39ns	2,77ns	0,3259
8	55	2,67	13,77	7,06	6,89	1,93	27,32	0,80*	5,40*	0,5499
----- Luminosidade (L) -----										
1	40	66,78	84,07	74,16	73,96	3,43	4,62	0,34ns	3,91ns	0,9077
2	35	56,44	78,25	71,95	72,99	4,32	6,00	-1,37*	6,51*	0,7949
3	35	68,44	79,71	73,64	73,72	2,72	3,69	0,33ns	3,34ns	0,7980
4	34	67,95	81,54	72,94	72,59	3,06	4,20	0,64ns	3,32ns	0,9525
5	32	66,36	86,50	73,05	72,98	3,92	5,36	1,16*	6,25*	0,9669
6	30	60,94	76,27	72,64	73,17	3,22	4,44	-1,75*	7,77*	0,6210
7	34	65,77	77,63	73,33	73,45	2,58	3,52	-0,80*	3,94ns	0,9780
8	37	54,50	79,34	73,21	73,97	4,45	6,08	-2,13*	10,69*	0,2746
----- Intensidade de cor (C) -----										
1	40	46,58	57,15	50,47	50,38	2,86	5,66	0,47ns	2,33ns	0,7432
2	35	36,83	55,46	48,16	48,15	3,62	7,51	-0,74ns	4,78*	0,7860
3	35	42,41	72,10	49,77	49,06	5,27	10,58	2,24*	11,76*	0,1665
4	34	44,81	54,78	49,24	49,32	2,37	4,81	0,32ns	2,92ns	0,9804
5	32	42,97	56,00	49,49	49,98	3,07	6,20	-0,14ns	2,39ns	0,8567
6	30	38,32	54,25	48,91	48,81	3,53	7,22	-0,87*	4,43ns	0,6809
7	34	43,31	59,98	49,41	49,27	3,73	7,56	0,60ns	3,36ns	0,8459
8	37	41,74	55,52	49,17	49,65	3,29	6,70	-0,38ns	2,45ns	0,6761
----- Tonalidade de cor (h°) -----										
1	40	74,00	94,40	85,16	84,95	5,18	6,08	0,06ns	2,18ns	0,9298
2	35	54,60	101,10	89,54	89,30	7,54	8,42	-2,91*	16,33*	0,1773
3	35	53,20	101,60	88,60	90,10	9,91	11,19	-2,49*	10,47*	0,0893
4	34	61,40	101,30	91,25	93,35	8,46	9,27	-1,90*	7,34*	0,2142
5	32	76,40	105,10	90,60	90,25	5,67	6,26	0,06ns	3,72ns	0,9962
6	30	59,50	102,20	89,86	91,30	7,74	8,61	-2,24*	10,74*	0,3552
7	34	85,10	102,00	93,36	92,95	4,53	4,85	0,09ns	2,24ns	0,9750
8	37	84,20	97,70	91,76	91,90	3,75	4,09	-0,21ns	1,95ns	0,6326

⁽¹⁾ 1 - Armazenamento refrigerado (AR); 2 - Atmosfera controlada (AC)(2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 3 - AC (1,5 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 4 - AC (1,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 5 - AC (2,0 kPa de O₂ + 10,0 kPa de CO₂); 6 - AC (1,5 kPa de O₂ + 10,0 kPa de CO₂); 7 - AC (2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂) + absorção de etileno; 8 - AC (2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂) + aplicação de 1-metilciclopropeno; ⁽²⁾* Assimetria difere de zero, pelo teste t, a 5% de probabilidade. ^{ns} = Não-significativo; ⁽³⁾* Curtose difere de três, pelo teste t, ao nível 5% de significância

Tabela 3 - Tamanho de amostra (número de frutos) para a estimação da média da firmeza de polpa, luminosidade (L), intensidade de cor (C) e tonalidade de cor (h°) de frutos de pêssigo 'Eragil' submetidos a diferentes formas de armazenamento (Trat), para os erros de estimação iguais a: 1; 2;...; 10% da estimativa da média, e semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base no número de frutos mensurados

Trat ⁽¹⁾	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	Erro (%)
----- Firmeza de polpa -----											
1	11.933	2.984	1.326	746	478	332	244	187	148	120	15,61
2	3.012	753	335	189	121	84	62	48	38	31	7,47
3	1.696	424	189	106	68	48	35	27	21	17	5,88
4	2.754	689	306	173	111	77	57	44	34	28	6,95
5	2.753	689	306	173	111	77	57	44	34	28	7,08
6	2.659	665	296	167	107	74	55	42	33	27	7,08
7	2.763	691	307	173	111	77	57	44	35	28	7,36
8	3.000	750	334	188	120	84	62	47	38	30	7,39
----- Luminosidade (L) -----											
1	88	22	10	6	4	3	2	2	2	1	1,48
2	149	38	17	10	6	5	4	3	2	2	2,06
3	57	15	7	4	3	2	2	1	1	1	1,27
4	74	19	9	5	3	3	2	2	1	1	1,47
5	120	30	14	8	5	4	3	2	2	2	1,93
6	83	21	10	6	4	3	2	2	2	1	1,66
7	52	13	6	4	3	2	2	1	1	1	1,23
8	153	39	17	10	7	5	4	3	2	2	2,03
----- Intensidade de cor (C) -----											
1	132	33	15	9	6	4	3	3	2	2	1,81
2	234	59	26	15	10	7	5	4	3	3	2,58
3	463	116	52	29	19	13	10	8	6	5	3,64
4	96	24	11	6	4	3	2	2	2	1	1,68
5	160	40	18	10	7	5	4	3	2	2	2,23
6	218	55	25	14	9	7	5	4	3	3	2,70
7	237	60	27	15	10	7	5	4	3	3	2,64
8	185	47	21	12	8	6	4	3	3	2	2,23
----- Tonalidade de cor (h°) -----											
1	152	38	17	10	7	5	4	3	2	2	1,95
2	293	74	33	19	12	9	6	5	4	3	2,89
3	517	130	58	33	21	15	11	9	7	6	3,84
4	356	89	40	23	15	10	8	6	5	4	3,23
5	164	41	19	11	7	5	4	3	3	2	2,26
6	311	78	35	20	13	9	7	5	4	4	3,22
7	98	25	11	7	4	3	2	2	2	1	1,69
8	69	18	8	5	3	2	2	2	1	1	1,36

⁽¹⁾ 1 - Armazenamento refrigerado (AR); 2 - Atmosfera controlada (AC) (2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 3 - AC (1,5 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 4 - AC (1,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂); 5 - AC (2,0 kPa de O₂ + 10,0 kPa de CO₂); 6 - AC (1,5 kPa de O₂ + 10,0 kPa de CO₂); 7 - AC (2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂) + absorção de etileno; 8 - AC (2,0 kPa de O₂ + 8,0 kPa de CO₂) + aplicação de 1-metilciclopropeno

Tabela 4 - Número de frutos mensurados (Frutos), mínimo, máximo, média aritmética, mediana, desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV%), assimetria (AS), curtose + 3 (CT) e p-valor do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov para a firmeza de polpa, luminosidade (L), intensidade de cor (C) e tonalidade de cor (h°) de frutos de maçã 'Royal Gala' submetidos a diferentes formas de armazenamento (Trat)

Trat ⁽¹⁾	Frutos	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	DP	CV(%)	AS ⁽²⁾	CT ⁽³⁾	P-valor
----- Firmeza de polpa -----										
1	95	42,67	77,50	62,23	62,78	7,27	11,68	-0,42ns	2,94ns	0,5245
2	100	63,27	90,25	76,16	76,03	5,44	7,15	0,09ns	2,61ns	0,8879
3	99	68,18	95,65	79,20	78,48	5,76	7,27	0,49*	3,04ns	0,5398
4	100	65,24	93,20	78,43	78,23	6,09	7,76	0,18ns	2,46ns	0,7567
5	99	59,84	94,18	77,87	77,50	6,59	8,47	-0,03ns	3,09ns	0,6921
6	100	65,24	98,10	78,58	79,22	6,01	7,65	0,16ns	4,14*	0,8783
7	101	63,27	91,72	76,16	76,03	5,45	7,16	0,19ns	3,42ns	0,7972
8	100	54,45	88,29	74,54	74,56	6,64	8,91	-0,43ns	3,33ns	0,4063
----- Luminosidade (L) -----										
1	88	62,49	89,56	76,70	77,07	5,04	6,57	-0,37ns	3,33ns	0,8768
2	79	63,73	89,50	75,14	75,62	4,12	5,48	0,06ns	4,27*	0,8647
3	83	60,56	88,23	76,00	76,73	4,57	6,01	-0,41ns	4,18*	0,8226
4	89	67,09	85,00	76,15	76,03	4,40	5,78	-0,05ns	1,98*	0,4952
5	83	63,75	88,60	76,60	77,32	3,98	5,20	-0,11ns	3,71ns	0,6974
6	87	65,03	88,09	75,68	75,42	4,26	5,63	0,26ns	3,34ns	0,6120
7	78	64,90	83,08	75,86	76,14	4,00	5,27	-0,40ns	3,04ns	0,9861
8	95	63,41	85,59	75,27	75,62	4,39	5,84	-0,16ns	2,73ns	0,9429
----- Intensidade de cor (C) -----										
1	88	41,86	55,86	48,63	48,50	3,41	7,01	0,07ns	2,33ns	0,9005
2	79	39,52	53,32	45,77	45,69	3,13	6,84	0,34ns	2,78ns	0,8199
3	83	40,10	50,89	45,54	45,37	2,48	5,44	0,11ns	2,50ns	0,6092
4	89	38,31	54,55	45,81	45,71	2,83	6,17	0,42ns	3,84ns	0,8233
5	83	40,28	53,72	45,82	45,74	2,96	6,47	0,34ns	2,70ns	0,9530
6	87	40,45	52,73	45,73	45,70	2,79	6,11	0,35ns	2,52ns	0,7201
7	78	37,71	54,27	46,03	45,93	2,88	6,27	-0,09ns	3,60ns	0,9096
8	95	40,48	52,54	46,23	46,37	2,78	6,01	0,05ns	2,36ns	0,9195
----- Tonalidade de cor (h°) -----										
1	88	54,00	95,50	81,71	82,85	8,01	9,80	-0,81*	3,72ns	0,3924
2	79	54,40	96,80	81,77	81,30	7,85	9,60	-0,60*	4,22*	0,6614
3	83	58,30	100,10	83,94	85,20	8,41	10,02	-0,40ns	2,96ns	0,7083
4	89	69,10	98,00	84,18	84,70	7,59	9,02	-0,13ns	1,92*	0,3456
5	83	66,40	97,80	83,49	84,70	6,84	8,19	-0,36ns	2,72ns	0,7009
6	87	68,00	100,50	81,81	82,00	7,30	8,92	0,33ns	2,72ns	0,9724
7	78	70,50	98,50	83,44	82,70	7,31	8,76	0,22ns	2,29ns	0,9370
8	95	65,80	97,20	82,42	83,60	7,29	8,84	-0,42ns	2,52ns	0,2074

⁽¹⁾ 1 - Armazenamento refrigerado (AR); 2 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP); 3 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto; 4 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP; 5 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto; 6 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho; 7 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho; 8 - AR + 10.000 nL L⁻¹ de 1-MCP; ⁽²⁾* Assimetria difere de zero, pelo teste t, a 5% de significância. ns = Não-significativo; ⁽³⁾ * Curtose difere de três, pelo teste t, ao nível de 5% de significância

Tabela 5 - Tamanho de amostra (número de frutos) para a estimação da média da firmeza de polpa, luminosidade (L), intensidade de cor (C) e tonalidade de cor (h°) de frutos de maçã 'Royal Gala' submetidos a diferentes formas de armazenamento (Trat), para os erros de estimação iguais a: 1; 2;...; 10% da estimativa da média, e semi-amplitude do intervalo de confiança (Erro%), com base no número de frutos mensurados

Trat.	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	Erro (%)
----- Firmeza de polpa -----											
1	539	135	60	34	22	15	11	9	7	6	2,38
2	202	51	23	13	9	6	5	4	3	3	1,42
3	209	53	24	14	9	6	5	4	3	3	1,45
4	238	60	27	15	10	7	5	4	3	3	1,54
5	283	71	32	18	12	8	6	5	4	3	1,69
6	231	58	26	15	10	7	5	4	3	3	1,52
7	597	150	67	38	24	17	13	10	8	6	2,43
8	313	79	35	20	13	9	7	5	4	4	1,77
----- Luminosidade (L) -----											
1	171	43	19	11	7	5	4	3	3	2	1,39
2	119	30	14	8	5	4	3	2	2	2	1,23
3	144	36	16	9	6	4	3	3	2	2	1,31
4	132	33	15	9	6	4	3	3	2	2	1,22
5	107	27	12	7	5	3	3	2	2	2	1,14
6	126	32	14	8	6	4	3	2	2	2	1,20
7	111	28	13	7	5	4	3	2	2	2	1,19
8	135	34	15	9	6	4	3	3	2	2	1,19
----- Intensidade de cor (C) -----											
1	195	49	22	13	8	6	4	4	3	2	1,49
2	186	47	21	12	8	6	4	3	3	2	1,53
3	118	30	14	8	5	4	3	2	2	2	1,19
4	151	38	17	10	7	5	4	3	2	2	1,30
5	166	42	19	11	7	5	4	3	3	2	1,41
6	148	37	17	10	6	5	4	3	2	2	1,30
7	156	39	18	10	7	5	4	3	2	2	1,41
8	143	36	16	9	6	4	3	3	2	2	1,23
----- Tonalidade de cor (h°) -----											
1	380	95	43	24	16	11	8	6	5	4	2,08
2	366	92	41	23	15	11	8	6	5	4	2,15
3	397	100	45	25	16	12	9	7	5	4	2,19
4	322	81	36	21	13	9	7	6	4	4	1,90
5	266	67	30	17	11	8	6	5	4	3	1,79
6	315	79	35	20	13	9	7	5	4	4	1,90
7	305	77	34	20	13	9	7	5	4	4	1,98
8	309	78	35	20	13	9	7	5	4	4	1,80

⁽¹⁾ 1 - Armazenamento refrigerado (AR); 2 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-metilciclopropeno (1-MCP); 3 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto; 4 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP; 5 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de eucalipto; 6 - AR + 625 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho; 7 - AR + 1.250 nL L⁻¹ de 1-MCP + madeira de cedrinho; 8 - AR + 10.000 nL L⁻¹ de 1-MCP

(STORCK et al., 2007), de soja (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009), de mamona (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010a) e de crambe (CARGNELUTTI FILHO et al., 2010b).

Na cultura de maçã ‘Royal Gala’ a variabilidade entre frutos foi inferior à observada para a cultura do pêssego, principalmente para a firmeza de polpa, sendo que os valores de coeficiente de variação foram semelhantes entre os diferentes tratamentos e para as diferentes variáveis (firmeza de polpa, luminosidade, intensidade e tonalidade de cor) ($5,20 \leq CV\% \leq 11,68$). Desta forma, espera-se que o tamanho de amostra também seja semelhante. Em geral, todas as variáveis apresentaram comportamento simétrico e curtose não diferindo de três, com distribuição normal ($P \geq 0,2074$) (TAB. 4), conferindo adequabilidade dos dados para estimativa do tamanho de amostra pela distribuição t de *Student*.

O tamanho de amostra (número de frutos), para a estimação da média de firmeza de polpa e cor de fundo da epiderme com semi-amplitude do intervalo de confiança de 1% da estimativa de média variou de 107 a 597 frutos (TAB. 5), sendo que maiores tamanhos de amostra são necessários para a estimação da média de firmeza de polpa seguido da tonalidade de cor. Caso o pesquisador permita um erro de estimação de 5%, 24 frutos são suficientes para a estimação da média da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme dos frutos de maçã ‘Royal Gala’. A semelhança entre os tamanhos de amostra dos oito tratamentos indica que as diferentes doses de 1-MCP utilizadas e a possível absorção do 1-MCP pelas tábuas de madeira (VALLEJO; BEAUDRY, 2006), não alteram o tamanho de amostra. Com os frutos avaliados nesse experimento, em nenhum caso, o erro de estimação da média foi superior a 2,43%, confirmando a baixa variabilidade dos frutos de maçã, comparados aos frutos de pêssego, especialmente, para a variável firmeza de polpa.

Diferentes tamanhos de amostra são esperados, devido à variabilidade intrínseca entre as variáveis e entre as culturas, cabendo ao pesquisador, avaliar dentro de sua disponibilidade de tempo, recursos financeiros e humanos, qual o limite de erro tolerado e por consequência, qual o dimensionamento de amostra adequado, com base nos resultados deste trabalho.

Conclusões

1. Para a mensuração da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme do pêssego ‘Eragil’, 121 frutos são suficientes para a estimação da média com um erro de estimação de 5% da média em atmosfera controlada e de 10% em armazenamento refrigerado;
2. Em maçã ‘Royal Gala’, 24 frutos são suficientes para a estimativa da média da firmeza de polpa e da cor de fundo da epiderme, com erro de estimação de 5% da média.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas concedidas.

Referências

- BARBETTA, P. A. *et al.* **Estatística para cursos de engenharia e informática**. São Paulo: Atlas, 2004. 410 p.
- BELASQUE JÚNIOR, J. *et al.* Tamanho da amostra para quantificação do diâmetro de lesões de cancro cítrico. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 04, p. 317-322, 2008.
- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, n. 01, p. 1-25, 2003.
- BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J.; LUNARDI, R. Qualidade de maçãs cv. Gala armazenadas em diferentes pressões parciais de O₂ e CO₂. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 02, p. 195-198, 2000.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 526 p.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 04, p. 983-991, 2009.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 02, p. 250-257, 2010a.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra e relações lineares de caracteres morfológicos e produtivos de crambe. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, p. 2262-2267, 2010b.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação linear de Pearson entre caracteres de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 12, p. 1363-1371, 2010c.
- CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Tamanho de amostra para estimação do coeficiente de correlação de Pearson entre caracteres de *Crambe abyssinica*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 01, p. 149-158, 2011.
- CATAPATTI, T. R. *et al.* Tamanho de amostra e número de repetições para avaliação de caracteres agrônômicos em milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 03, p. 855-862, 2008.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- FERNANDES, E. N.; SILVA, P. S. L. Tamanho da amostra e método de amostragem para caracteres da espiga do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 20, n. 02, p. 252-256, 1996.
- HAESBAERT, F. M. *et al.* Tamanho de amostra para experimentos com feijão-de-vagem em diferentes ambientes. **Ciência Rural**, v. 41, n. 01, p. 38-44, 2011.

LEITE, M. S. O. *et al.* Sample size for full-sib family evaluation in sugarcane. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 12, p. 1562-1574, 2009.

LÚCIO, A. D. *et al.* Distribuição espacial e tamanho de amostra para o ácaro-do bronzeado da erva-mate. **Revista Árvore**, v. 33, n. 01, p. 145-150, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468 p.

SILVA, P. S. L. *et al.* Métodos de amostragem e tamanho da amostra para alguns caracteres do milho. **Revista Ciência**

Agronômica, v. 24, n. 01/02, p. 5-10, 1993.

SPIEGEL, R. A. *et al.* **Probabilidade e estatística**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 398 p.

STORCK, L. *et al.* Sample size for single, double and triple hybrid corn ear traits. **Scientia Agrícola**, v. 64, n. 01, p. 30-35, 2007.

VALLEJO, F.; BEAUDRY, R. Depletion of 1-MCP by 'nontarget' materials from fruit storage facilities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 40, n. 02, p. 177-182, 2006.