

Dimensionamento amostral para avaliação da massa e diâmetro de frutos de noqueira-pecã

Sample size for evaluating the weight and diameter of pecan fruits

Alberto Cargnelutti Filho^I Tales Poletto^{II}
Marlove Fátima Brião Muniz^{III} Carine Baggio^{IV} Igor Poletto^V

– NOTA –

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para a estimação da média das massas do fruto, da casca e da amêndoa e dos diâmetros longitudinal e transversal de frutos de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*). Em 20 frutos, de cada uma de seis cultivares de noqueira-pecã ('Barton', 'Imperial', 'Importada', 'Mahan', 'Moneymaker' e 'Melhorada'), foi determinada a massa do fruto (MF), a massa da casca (MC) e a massa da amêndoa (MA) e mensurado o diâmetro longitudinal (DL) e o diâmetro transversal (DT). Com os dados desses 20 frutos, para cada caractere e cultivar, foram calculadas medidas de tendência central e de variabilidade, verificada a normalidade e calculado o tamanho de amostra. Para cada caractere, foi verificada a homogeneidade de variâncias entre as cultivares e comparadas as médias de cultivares. Cinquenta frutos são suficientes para a estimação da média de MF, MC, MA, DL e DT de frutos de noqueira-pecã, para erro de estimação de até 5% da média estimada, com grau de confiança de 95%.

Palavras-chave: *Carya illinoensis*, planejamento experimental, amostragem.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the sample size necessary to estimate the average mass of fruit, peel and almond and longitudinal and transverse diameters of fruits of pecan (*Carya illinoensis*). On 20 fruits of each of the six cultivars of pecan ('Barton', 'Imperial', 'Importada', 'Mahan', 'Moneymaker' e 'Melhorada'), the fruit mass (MF), the shell mass (MC) and almond mass (MA) was determined and measured the longitudinal diameter (DL) and transverse diameter (DT). With the data from these 20 fruits for each character and cultivar, measures of central tendency and variability were calculated, normality

was checked and sample size was calculated. For each character, the homogeneity of variances among cultivars was verified and averages of cultivars were compared. Fifty fruits were enough to predict the average of MF, MC, MA, DL and DT fruit of pecan, with an estimation error equal to 5% of estimated average, with a degree confidence of 95%.

Key words: *Carya illinoensis*, experimental planning, sampling.

Cultivares de noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch] diferenciam-se por suas características morfológicas, principalmente, nos frutos. A variabilidade morfológica dos frutos é revelada pelas múltiplas formas, tamanhos e colorações. Na comercialização de nozes (frutos), há classificações de acordo com a massa da amêndoa (semente), o tamanho da noz e as características da casca, que são utilizadas para definição de preços de mercado. Além disso, a regulação das máquinas, na indústria de processamento, é feita de acordo com as características dos frutos, uma vez que o objetivo é retirar a amêndoa inteira. Portanto, é importante dimensionar o número de frutos, para avaliar com precisão os caracteres de massa e de diâmetro de frutos de noqueira-pecã.

Estudos sobre dimensionamento amostral de caracteres de frutos de pêssego (TOEBE et al., 2011), de maçã (TOEBE et al., 2011; 2014) e de abacaxizeiro (KRAUSE et al., 2013) têm sido

^IDepartamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com. Autor para correspondência.

^{II}Curso de Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Departamento de Defesa Fitossanitária, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{IV}Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^VUniversidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, RS, Brasil.

realizados. No entanto, não foram encontrados, na literatura, estudos sobre o dimensionamento amostral para a avaliação de frutos de noqueira-pecã. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar o tamanho de amostra necessário para a estimação da média das massas do fruto, da casca e da amêndoa e dos diâmetros longitudinal e transversal de frutos de noqueira-pecã.

Em plantios de noqueira-pecã, localizados no município de Anta Gorda, Estado do Rio Grande do Sul (RS), no mês de maio de 2012, em 25 árvores matrizes de cada cultivar ('Barton', 'Imperial', 'Importada', 'Mahan', 'Moneymaker' e 'Melhorada'), foi coletado 1kg de frutos de cada árvore matriz, totalizando 25kg de frutos por cultivar. Os frutos foram embalados em sacos de papel, identificados e levados ao Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Após, foram colocados em bandejas plásticas, separados por cultivar e mantidos em temperatura ambiente. Dois meses após, em 20 frutos de cada cultivar, escolhidos aleatoriamente, foi determinada a massa do fruto (MF), em g, a massa da casca (MC), em g, e a massa da amêndoa (MA), em g, com balança digital de precisão de 0,01g. Após, foi mensurado o diâmetro longitudinal (DL), em mm, e o diâmetro transversal (DT), em mm, com paquímetro digital de precisão de 0,01mm. Diante do desconhecimento do tamanho de amostra necessário, para a estimação da média desses caracteres, consideraram-se 20 frutos como suficientes para o estudo do dimensionamento amostral.

Para cada caractere (MF, MC, MA, DL e DT), mensurado nos 20 frutos ($n=20$) de cada cultivar, foram calculados os valores mínimo e máximo, a média, a mediana, a variância, o desvio-padrão (s), o erro-padrão da média (s/\sqrt{n}) e o coeficiente de variação. Foi verificada a normalidade dos dados, em cada um dos 30 casos (6 cultivares \times 5 caracteres), por meio do teste de *Kolmogorov-Smirnov* (SIEGEL & CASTELLAN JÚNIOR, 2006). Os dados dos 20 frutos foram utilizados de forma isolada no teste de *Kolmogorov-Smirnov*. A seguir, aplicou-se o teste F (bilateral), a 5% de probabilidade, para testar a hipótese de homogeneidade das variâncias entre as cultivares (6 variâncias) em cada caractere (5 testes). O valor do teste F (bilateral) foi calculado pela razão entre as cultivares com maior e menor variância ($F = \text{maior variância} / \text{menor variância}$) (BUSSAB & MORETTIN, 2011), com 19 graus de liberdade no numerador e 19 graus de liberdade no denominador. Para a estimativa da variância de cada cultivar, o número de graus de liberdade foi obtido por $n-1$, em que n é o número de frutos de cada cultivar. Depois,

para cada caractere, realizou-se a análise de variância e compararam-se as médias entre as cultivares, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Para cada caractere (MF, MC, MA, DL e DT), de cada cultivar, foi calculado o tamanho de amostra (número de frutos, n) para as semiamplitudes (erros de estimação) do intervalo de confiança da média, fixadas em 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14% e 15% da média (m) do caractere, ou seja, $0,01 \times m$ (maior precisão) e, em outro extremo, $0,15 \times m$ (menor precisão), com grau de confiança ($1-\alpha$) de 95%. Para isso, isolando n da expressão (erro de estimação = $t_{\alpha/2} s / \sqrt{n}$), em que (s/\sqrt{n}) é erro-padrão da média, utilizada para a estimativa do intervalo de confiança da média, tem-se $n = [(t_{\alpha/2} s) / (\text{erro de estimação})]^2$ (BUSSAB & MORETTIN, 2011), na qual $t_{\alpha/2}$ é o valor crítico da distribuição *t* de *Student*, tal que $P(t > t_{\alpha/2}) = \alpha/2$, com $\alpha=5\%$ de probabilidade e $(n-1)$ graus de liberdade, e s é a estimativa do desvio-padrão. O valor crítico da distribuição *t* de *Student* (*t* tabelado) foi obtido pela função *INVT*(probabilidade; graus liberdade) do Microsoft Office Excel® e, neste estudo, para o primeiro valor de n ($n=20$) correspondeu a *INVT*(0,05;19), ou seja, 2,09302404985486. O tamanho de amostra foi calculado iterativamente até a sua convergência. As análises estatísticas foram realizadas com os aplicativos GENES (CRUZ, 2013) e Microsoft Office Excel®.

Quanto aos caracteres massa do fruto (MF), massa da casca (MC), massa da amêndoa (MA), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT), houve diferenças entre as médias das cultivares, o que indica variabilidade genética desses caracteres de frutos de noqueira-pecã (Tabela 1). De maneira geral, os frutos das cultivares 'Barton', 'Imperial' e 'Melhorada' apresentaram maiores médias de MF, MC, MA e DT, comparadas às cultivares 'Importada', 'Mahan' e 'Moneymaker', porém estudo mais detalhado das diferenças entre as cultivares, quanto a esses caracteres de frutos, não foi o foco deste trabalho.

Em relação aos caracteres MF, MC, MA, DL e DT, os valores mínimos e máximos e as medidas de dispersão (variância, desvio-padrão, erro-padrão da média e coeficiente de variação) em cada cultivar (Tabela 1) refletem a variabilidade existente entre os frutos. O teste F (bilateral), aplicado para testar a hipótese de homogeneidade de variâncias entre as cultivares (6 variâncias), revelou que as variâncias foram heterogêneas para os caracteres MF ($F=2,64$, valor- $p=0,0406$), MC ($F=5,16$, valor- $p=0,0008$), MA ($F=3,60$, valor- $p=0,0075$), DL ($F=3,72$,

Tabela 1 - Valores mínimo e máximo, média, mediana, variância, desvio-padrão, erro-padrão da média, coeficiente de variação (CV%) e valor-p do teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* para cinco caracteres de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*), avaliados em 20 frutos de cada cultivar.

Cultivar	Mínimo	Máximo	Média ⁽¹⁾	Mediana	Variância	Desvio-padrão	Erro-padrão	CV(%)	Valor-p
----- Massa do fruto (g) -----									
'Barton'	9,28	14,15	11,72 a	11,87	1,74	1,32	0,29	11,26	0,944
'Imperial'	8,60	12,16	10,02 b	9,86	0,72	0,85	0,19	8,47	0,950
'Importada'	5,05	8,40	7,37 c	7,51	0,66	0,81	0,18	11,02	0,959
'Mahan'	5,77	9,92	7,93 c	8,02	1,20	1,10	0,24	13,82	0,986
'Moneymaker'	5,34	9,74	7,41 c	7,49	0,99	0,99	0,22	13,43	0,860
'Melhorada'	7,21	11,34	9,45 b	9,21	1,07	1,03	0,23	10,95	0,921
----- Massa da casca (g) -----									
'Barton'	5,29	8,45	7,01 a	7,10	0,82	0,91	0,20	12,93	0,639
'Imperial'	3,51	5,38	4,56 b	4,47	0,27	0,52	0,12	11,33	0,970
'Importada'	1,84	4,57	3,28 e	3,29	0,29	0,54	0,12	16,49	0,790
'Mahan'	2,82	4,42	3,39 de	3,40	0,16	0,40	0,09	11,78	0,937
'Moneymaker'	3,01	5,08	3,89 cd	3,93	0,26	0,51	0,11	13,10	0,854
'Melhorada'	3,53	5,08	4,23 bc	4,10	0,22	0,47	0,10	11,06	0,701
----- Massa da amêndoa (g) -----									
'Barton'	3,51	5,70	4,71 bc	4,81	0,33	0,58	0,13	12,22	0,804
'Imperial'	4,76	6,79	5,46 a	5,49	0,22	0,47	0,10	8,56	0,863
'Importada'	3,21	4,79	4,09 d	4,20	0,17	0,42	0,09	10,18	0,882
'Mahan'	2,83	5,54	4,54 cd	4,64	0,63	0,79	0,18	17,43	0,948
'Moneymaker'	2,33	4,86	3,51 e	3,43	0,37	0,61	0,14	17,22	0,930
'Melhorada'	3,45	6,39	5,22 ab	5,13	0,45	0,67	0,15	12,77	0,593
----- Diâmetro longitudinal (mm) -----									
'Barton'	34,46	43,23	38,72 c	38,40	6,61	2,57	0,57	6,64	0,787
'Imperial'	36,33	49,01	39,47 c	38,74	9,58	3,09	0,69	7,84	0,715
'Importada'	34,54	40,95	38,25 c	38,57	3,15	1,77	0,40	4,64	0,675
'Mahan'	47,69	57,52	53,23 a	54,03	11,53	3,40	0,76	6,38	0,698
'Moneymaker'	29,65	36,61	33,60 d	34,27	4,62	2,15	0,48	6,40	0,449
'Melhorada'	43,18	49,06	45,74 b	45,02	3,10	1,76	0,39	3,85	0,266
----- Diâmetro transversal (mm) -----									
'Barton'	23,19	28,54	25,70 a	25,68	2,56	1,60	0,36	6,22	0,999
'Imperial'	23,55	28,01	25,85 a	26,34	1,85	1,36	0,30	5,26	0,601
'Importada'	19,15	22,05	21,07 c	21,54	0,85	0,92	0,21	4,39	0,259
'Mahan'	17,67	21,87	19,83 d	20,14	1,31	1,14	0,26	5,77	0,462
'Moneymaker'	21,34	23,63	22,45 b	22,52	0,33	0,58	0,13	2,56	0,997
'Melhorada'	20,13	24,71	23,15 b	23,30	1,06	1,03	0,23	4,45	0,086

⁽¹⁾As médias dos caracteres, não seguidas pela mesma letra na coluna, diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

valor-p=0,0062) e DT (F=7,73, valor-p=0,0000), o que indica que o tamanho de amostra difere entre as cultivares. Assim, conclui-se que o tamanho de amostra para avaliar MF, MC, MA, DL e DT de frutos de noqueira-pecã é dependente da cultivar e será maior para as cultivares com maior variabilidade e vice-versa. Variabilidade do tamanho de amostra entre formas de armazenamento dos frutos de pêssego e de maçã (tratamentos) (TOEBE et al., 2011) e entre cultivares de maçã (TOEBE et al., 2014) também foi constatada.

O coeficiente de variação (CV) médio de cultivares foi de 11,49%, 12,78%, 13,06%, 5,96% e

de 4,78%, respectivamente, para MF, MC, MA, DL e DT, o que sugere que o tamanho de amostra para a estimação da média, com mesma precisão, é maior para os caracteres relacionados à massa de frutos (MF, MC e MA) e menor para aos caracteres relacionados ao diâmetro de frutos (DL e DT). Em frutos de abacaxizeiro (KRAUSE et al., 2013) e de maçã (TOEBE et al., 2014), também foi constatado maior tamanho de amostra para a massa e menor para aos caracteres relacionados ao diâmetro. A magnitude semelhante da média em relação à mediana e os elevados valores-p (valor-p≥0,086) do teste de *Kolmogorov-Smirnov*

(Tabela 1), nos 30 casos (6 cultivares \times 5 caracteres), indicam boa aderência dos dados à distribuição normal. Assim, pode-se inferir que os dados são adequados para o estudo do dimensionamento amostral, com base na distribuição t de Student.

O tamanho de amostra, para a estimação da média de MF, MC, MA, DL e DT, com erro de estimação igual a 1% da estimativa da média (m) (maior precisão), oscilou entre 28 frutos para DT da cultivar 'Moneymaker' e 1.169 para MA da cultivar 'Mahan'

(Tabela 2). Portanto, a estimação da média de MF, MC, MA, DL e DT, nessas seis cultivares, com essa precisão, é difícil de ser praticada, pelo elevado número de frutos a serem mensurados. De maneira geral, para a mesma precisão, maiores tamanhos de amostra são necessários para a estimação dos caracteres relacionados à massa de frutos (MF, MC e MA) e menor para aos caracteres relacionados ao diâmetro de frutos (DL e DT). Pode-se interpretar também que, para tamanho de amostra fixo, menor precisão na estimativa da média é obtida

Tabela 2 - Tamanho de amostra (número de frutos) para estimação da média dos caracteres massa do fruto, massa da casca, massa da amêndoa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal de frutos de noqueira-pecã (*Carya illinoensis*), para as semi-amplitudes do intervalo de confiança de 95% (erros de estimação) iguais a 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, 10%, 11%, 12%, 13%, 14% e 15% da estimativa da média.

Cultivar	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
----- Massa do fruto (g) -----															
'Barton'	490	125	57	33	22	16	13	10	9	8	7	6	5	4	3
'Imperial'	279	72	34	20	14	10	8	7	6	5	3	3	2	2	2
'Importada'	469	120	55	32	22	16	12	10	8	7	7	6	5	4	3
'Mahan'	737	186	84	49	32	23	18	14	12	10	9	8	7	6	6
'Moneymaker'	696	176	80	46	31	22	17	14	11	10	8	8	6	6	5
'Melhorada'	464	118	54	32	21	16	12	10	8	7	6	5	4	3	3
----- Massa da casca (g) -----															
'Barton'	645	164	74	43	29	21	16	13	11	9	8	7	6	6	5
'Imperial'	496	126	58	34	23	17	13	10	9	8	6	6	6	4	3
'Importada'	1.048	264	119	68	45	32	24	19	16	13	11	10	9	8	7
'Mahan'	536	136	62	36	24	18	14	11	9	8	7	6	5	4	3
'Moneymaker'	662	168	76	44	29	21	16	13	11	9	8	7	7	6	6
'Melhorada'	473	120	55	32	22	16	12	10	9	7	7	6	5	4	3
----- Massa da amêndoa (g) -----															
'Barton'	576	146	67	39	26	19	15	12	10	8	7	7	6	6	4
'Imperial'	284	73	34	21	14	11	8	7	6	5	3	3	2	2	2
'Importada'	401	103	47	28	19	14	11	9	8	7	6	5	3	3	3
'Mahan'	1.169	295	133	76	50	35	27	21	17	14	12	11	10	9	8
'Moneymaker'	1.142	288	130	74	49	35	26	21	17	14	12	11	9	9	8
'Melhorada'	630	160	73	42	28	20	16	13	11	9	8	7	6	5	5
----- Diâmetro longitudinal (mm) -----															
'Barton'	172	45	22	13	10	7	6	5	3	2	2	2	2	1	1
'Imperial'	239	62	29	18	12	9	8	6	6	3	3	2	2	2	2
'Importada'	86	24	12	8	6	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1
'Mahan'	159	42	20	13	9	7	5	4	3	2	2	2	1	1	1
'Moneymaker'	160	42	20	13	9	7	6	4	3	2	2	2	1	1	1
'Melhorada'	60	17	9	6	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
----- Diâmetro transversal (mm) -----															
'Barton'	152	40	19	12	9	7	5	3	3	2	2	2	1	1	1
'Imperial'	109	30	15	9	7	6	3	2	2	2	1	1	1	1	1
'Importada'	77	21	11	7	6	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1
'Mahan'	131	35	17	11	8	6	5	3	2	2	2	1	1	1	1
'Moneymaker'	28	9	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
'Melhorada'	79	22	11	7	5	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1

para caracteres relacionados à massa de frutos (MF, MC e MA) e maior para os caracteres relacionados ao diâmetro de frutos (DL e DT). Tamanhos de amostra inferiores, porém com menor precisão (2% a 15%), podem ser utilizados no planejamento amostral para avaliação de massa e diâmetro de frutos (Tabela 2). Como exemplo, na prática, para essas seis cultivares, 50 frutos são suficientes para estimação da média de massa (MF, MC e MA) e diâmetro (DL e DT) de frutos de noqueira-pecã, para erro de estimação de até 5% da média estimada, com grau de confiança de 95%.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de Produtividade em Pesquisa para Alberto Cargnelutti Filho e Marlove Fátima Brião Muniz.

REFERÊNCIAS

BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 7.ed. São Paulo: Saraiva, 2011.540p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.35, p.271-276, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/21251/pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2014.

KRAUSE, W. et al. Tamanho ótimo de amostra para avaliação de caracteres de frutos de abacaxizeiro em experimentos com adubação usando parcelas grandes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.183-190, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v35n1/21.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2014. doi: 10.1590/S0100-29452013000100021.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JÚNIOR, N.J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 448p.

TOEBE, M. et al. Dimensionamento amostral para avaliar firmeza de polpa e cor da epiderme em pêssego e maçã. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.1026-1035, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v42n4/a27v42n4.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2014. doi: 10.1590/S1806-66902011000400027.

TOEBE, M. et al. Tamanho de amostra para a estimação da média de caracteres de maçã. **Ciência Rural**, v.44, p.759-767, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n5/a12514cr2013-0203.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2014. doi: 10.1590/S0103-84782014000500001.