



## Amostragem e Tamanho de Amostra de Castanha-de-caju como Suporte às Pesquisas com o Cajueiro



Castanha T5



Castanha T4



Castanha T3



Castanha T2



Castanha T1



Castanha Tm



BRS 274 (S5)



BRS 275 (S4)



BRS 226 (S3)



BRS 189 (S2)



CCP 76 (S1)

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria Tropical  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
223**

**Amostragem e Tamanho de Amostra  
de Castanha-de-caju como Suporte  
às Pesquisas com o Cajueiro**

Adroaldo Guimarães Rossetti  
Francisco das Chagas Vidal Neto  
Levi de Moura Barros

*Embrapa Agroindústria Tropical  
Fortaleza, CE  
2021*

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

**Embrapa Agroindústria Tropical**  
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici  
CEP 60511-110 Fortaleza, CE  
Fone: (85) 3391-7100  
Fax: (85) 3391-7109  
www.embrapa.br/agroindustria-tropical  
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente  
*José Roberto Vieira Júnior*

Secretária-executiva  
*Celli Rodrigues Muniz*

Secretária-administrativa  
*Eveline de Castro Menezes*

Membros  
*Antônio Genésio Vasconcelos Neto, Ana  
Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Francisco  
Nelsieudes Sombra Oliveira, Sandra Maria  
Morais Rodrigues, Roselayne Ferro Furtado,  
Afrânio Arley Teles Montenegro, Christiana de  
Fátima Bruce da Silva, Laura Maria Bruno*

Revisão de texto  
*José Cesamildo Cruz Magalhães*

Normalização bibliográfica  
*Rita de Cassia Costa Cid*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*José Cesamildo Cruz Magalhães*

Fotos da capa  
*Adroaldo Guimarães Rossetti*

**1ª edição**  
On-line (2021)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Agroindústria Tropical

---

Rossetti, Adroaldo Guimarães

Amostragem e tamanho de amostra de castanha-de-caju como suporte às pesquisas com o cajueiro /  
Adroaldo Guimarães Rossetti, Francisco das Chagas Vidal Neto, Levi de Moura Barros – Fortaleza: Embrapa  
Agroindústria Tropical, 2021.

31 p. : il. ; 16 cm x 22 cm – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical,  
ISSN 1679-6543; 223).

Publicação disponibilizada on-line no formato PDF.

1. *Anacardium occidentale*. 2. Amostragem aleatória estratificada uniforme. 3. Precisão de amostragem.  
4. Melhoramento genético do cajueiro. I. Vidal Neto, Francisco das Chagas. II. Barros, Levi de Moura. III. Título.  
IV. Série.

CDD 634.573

## Sumário

---

Resumo.....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	14
Conclusões.....	27
Agradecimentos.....	28
Referências.....	28

## Amostragem e Tamanho de Amostra de Castanha-de-caju como Suporte às Pesquisas com o Cajueiro

Adroaldo Guimarães Rossetti<sup>1</sup>

Francisco das Chagas Vidal Neto<sup>2</sup>

Levi de Moura Barros<sup>3</sup>

**Resumo** - A amêndoa da castanha-de-caju é o principal produto comercial do cajueiro. Por ser encapsulada, é avaliada indiretamente pela castanha. A planta produz grande quantidade de frutos, e a avaliação da massa e do tamanho de castanhas é feita por amostras de tamanhos variados, sem critério científico. O objetivo desta pesquisa foi estimar tamanhos de amostras de castanhas de populações não clonal e clonal, para suporte ao melhoramento genético do cajueiro. A população não clonal foi constituída de seis estratos de castanhas de tamanhos distintos (T1, T2, ..., T5, Tm); a clonal de cinco estratos de castanhas dos clones de cajueiro-anão (BRS 274, BRS 275, BRS 226, BRS 189 e CCP 76). A amostragem estratificada, composta por seis e cinco estratos, respectivamente, foi utilizada para estimar amostras de castanhas das duas populações. O tamanho da amostra de cada estrato depende da variância da massa da castanha e da margem de erro admitida nas estimativas ou da precisão desejada nos resultados. Assim, será maior

---

<sup>1</sup> Matemático, doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

quanto maior a variância do estrato, menor a margem de erro admitida nas estimativas ou maior precisão desejada nos resultados. Para um erro  $B = 0,2$  g, os tamanhos de amostra dos estratos T5 e T4 foram  $n_5 = 40$  castanhas e  $n_4 = 29$  castanhas, e as massas médias de castanhas foram 12,71 g e 9,76 g. Nos clones S5 e S4 foram  $n_5 = 77$  castanhas,  $n_4 = 45$  castanhas e as massas médias 16,79 g e 12,78 g.

**Termos para indexação:** amostragem aleatória estratificada uniforme, precisão de amostragem, melhoramento genético do cajueiro.

## Sampling and Sample Size of Cashew Nuts to Support Research with Cashew Trees

**Abstract** - The cashew nut kernel is the main cashew tree commercial product. Because it is encapsulated, is evaluated indirectly by the nut. The plant produces a large amount of fruit and the evaluation of the mass and size of nuts is made by samples of varying sizes, without scientific criteria. The objective of this research was to estimate sample sizes of nuts from non-clonal and clonal populations to support the genetic improvement of the cashew tree. The non-clonal population consisted of six strata of nuts of different sizes (T1, T2, ..., T5, Tm), and, the clonal one, of five strata of nuts of the dwarf cashew clones (BRS 274, BRS 275, BRS 226, BRS 189 and CCP 76). Stratified sampling, consisting of six and five strata, respectively, was used for estimating samples of nuts from both populations. The sample size of each stratum depends on the variance of the nut mass and the margin of error admitted in the estimates or the desired precision in the results. Thus, the greater the stratum variance, the smaller the margin of error admitted in the estimates which means or the greater the desired precision in the results. For an error  $B = 0.2$  g, the sample sizes of strata T5 and T4 were  $n_5 = 40$  nuts and  $n_4 = 29$  nuts, and the average nut mass were 12.71 g and 9.76 g. In clones S5 and S4 there were  $n_5 = 77$  chestnuts,  $n_4 = 45$  chestnuts and the average mass 16.79 g and 12.78 g.

**Index terms:** uniform stratified random sampling, sampling accuracy, cashew tree genetic improvement.

## Introdução

---

A castanha-de-caju, verdadeiro fruto do cajueiro, onde se localiza a amêndoa, que é o produto de maior valor comercial, é bastante estudada quanto aos aspectos nutricionais, fitossanitários, comerciais e morfológicos nas pesquisas com a cultura. Características morfológicas, como dimensões e massa da castanha/amêndoa, são muito importantes, tanto na comercialização quanto no processamento. São avaliadas sistematicamente, nos trabalhos de melhoramento genético, a partir de amostras aleatórias coletadas nos experimentos e são imprescindíveis no processo de comercialização e na seleção de plantas (Barros et al., 2008; Paiva et al., 2005).

Como as pesquisas da área de melhoramento baseadas nessas características geralmente envolvem grandes populações, avaliar massa e tamanho de todos os frutos de todas as plantas desses experimentos, e até mesmo de todas as plantas de uma parcela, é inviável na prática. Mesmo que fosse viável, envolveria longo e oneroso trabalho de colheita, pesagem e mensuração das castanhas, quase sempre sujeitos a erros. Em vista disso, é indispensável a utilização de técnicas de amostragem e adequado dimensionamento de amostras dessas características, que, conforme Rossetti e Andrade (2002), contribuem com substanciais ganhos de precisão para estimativas de parâmetros dessa natureza.

Os estudos por amostragem, porém, estão sempre sujeitos a certo grau de incerteza, porque somente parte da população é avaliada. Conseqüentemente, a especificação do nível de precisão desejado nos resultados é importantíssima, pois define a margem de erro admitida ou tolerada e a probabilidade de ocorrência desse erro no plano amostral ou na precisão do processo de amostragem (Cochran, 1977). Além disso, dá mais consistência aos resultados de pesquisas que demandem amostragem, pois o pesquisador, ao utilizar determinado tamanho de amostra, estará ciente da dimensão do grau de segurança e confiabilidade das estimativas dos parâmetros, em função do erro admitido ou tolerado para as suas estimativas.

Várias pesquisas envolvendo avaliação morfométrica de castanhas/amêndoas de caju, para as mais diversas finalidades, têm utilizado amostras de diversos tamanhos, sem explicitar como chegaram aos respectivos valores ou qual o nível de precisão desejado nos resultados, o que pode

enfraquecer as conclusões obtidas. Sardinha et al. (1998), Cavalcanti et al. (2012) e Vale et al. (2014), por exemplo, utilizaram amostras de 20 castanhas; Almeida et al. (1992) e Aliyu (2006) utilizaram 40 castanhas; Aliyu e Awopetu (2011) trabalharam com 50 castanhas.

Garruti e Cordeiro (1993), “com a finalidade de apoiar o programa de melhoramento genético do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical - CNPAT (Fortaleza, CE) na seleção de plantas...”, tomaram amostras de 25 castanhas; Lima et al. (2015) desenvolveram um “protocolo simplificado” para operacionalizar o beneficiamento de castanhas-de-caju como suporte à avaliação e à seleção de progênies do projeto de melhoramento genético do cajueiro. Para isso, mencionam que “devem ser separadas exatamente 100 unidades de castanhas”. Chacko (1997), Dias-Pini et al. (2017), Dias-Pini et al. (2019) e Melo et al. (2020) utilizaram 100 castanhas.

Nota-se, pois, grande variação nos tamanhos de amostras utilizados, sem considerar a variância e outros componentes metodológicos cruciais da variável massa e/ou tamanho da castanha na definição fidedigna do tamanho da amostra (número de castanhas na amostra). Visando contribuir para futuras pesquisas, Rossetti et al. (2014; 2019; 2020), trabalhando com progênies meias-irmãs, irmãos-germanos e clones de cajueiro-anão e comum, estimaram tamanhos de amostras com base na massa da castanha e na margem de erro admitida/tolerada nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados.

O objetivo deste trabalho foi estimar tamanhos de amostras de castanha-de-caju para estudos envolvendo o tamanho e a massa de castanhas, oriundas de duas populações: uma não clonal e outra clonal, da cultura do cajueiro e consolidar informações sobre o tema.

## Material e Métodos

---

Esta pesquisa foi conduzida com castanhas-de-caju colhidas no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE, (4°11'26,62" Sul; 38°29'50,78" Oeste; 60 m de altitude), de duas populações distintas: uma constituída por genótipos não clonais e outra por genótipos clonais formada por clones de cajueiro-anão.

## Característica da população não clonal

Esta população foi representada por uma mistura de castanhas de diversos tamanhos, provenientes de experimentos com vários genótipos, incluindo progênies híbridas de polinização aberta, de cajueiro-anão e cajueiro comum, conduzidos no Campo Experimental de Pacajus, CE, da Embrapa Agroindústria Tropical, da safra 2015/2016. As castanhas foram colhidas da superfície do solo, sob a copa das plantas, dos diversos genótipos, sem a identificação do genótipo de onde procederam.

Após a colheita, as castanhas foram postas para secagem, espalhadas ao sol em secador de base de cimento, por um período de três dias, sendo reviradas diariamente diversas vezes (Figura 1), conforme recomendam Paiva e Silva Neto (2013). Nessas condições, esse tempo de secagem é suficiente para que a castanha atinja 10% de umidade, índice recomendado para o seu armazenamento segundo Lima (2013).

Foto: Cláudio de Norões Rocha



**Figura 1.** Secador ao sol em quadras de cimento.

Após o período de secagem, as castanhas foram separadas por tamanho, em um classificador cilíndrico de chapas perfuradas, com malhas circulares de 17,00 mm a 25,00 mm de diâmetro (Figura 2), que permitem o vazamento das castanhas conforme o tamanho. As malhas de 17,00 mm propiciam vazarem as menores castanhas que, para efeito deste trabalho, foram classificadas como de tamanho 1 (T1); nas malhas de 19,00 mm, vazam as de tamanho 2 ( $T2 > T1$ ); nas de 23,00 mm, as de tamanho 3 ( $T3 > T2$ ); nas de 25,00 mm, as de tamanho 4 ( $T4 > T3$ ). Já as de tamanho 5 ( $T5 > T4$ ), representadas pelas castanhas grandes que passam por todas as malhas, sem vazarem em nenhuma delas, vão diretamente para o receptor da extremidade direita do classificador (Figura 2C).



Fotos: Cláudio de Norões Rocha

**Figura 2.** Classificador de castanhas-de-caju por tamanho: (A) visão original do classificador; (B) classificador com castanhas em processo de classificação; (C) castanhas sendo colocadas no classificador e dele retiradas por tamanho.

Além dos cinco conjuntos de tamanhos de castanha (T1 a T5) selecionados pelo classificador, foi obtido mais um, por seleção aleatória em diversos pontos do secador da Figura 1, de modo a cobrir toda a sua extensão. Desse conjunto, participaram castanhas de diversos tamanhos colhidas em cada ponto, ou seja, uma mistura de castanhas, identificadas por Tm.

## Característica da população clonal

Esta população foi constituída por cinco genótipos (BRS 274, BRS 275, BRS 226, BRS 189 e CCP 76) provenientes de experimentos de clones de cajueiro-anão, conduzidos no Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus, CE, safra 2016/2017. Analogamente à população anterior, as castanhas foram colhidas da superfície do solo, sob a copa das

plantas desses genótipos e, após a colheita, as castanhas foram postas para secagem, no secador da Figura 1, e separadas por genótipo com a respectiva identificação do clone.

Atingido o período de secagem, as castanhas de cada população foram acondicionadas em caixas de plástico (Figura 3), sendo as da população não clonal identificadas pelos respectivos tamanhos das castanhas (T1, T2, T3, T4, T5 e Tm), e as da população clonal com a nomenclatura de cada clone (BRS 274, BRS 275, BRS 226, BRS 189 e CCP 76).

Foto: Antônio Teixeira Cavalcanti Junior



**Figura 3.** Castanhas acondicionadas em caixas de plástico separadas por tamanho e por clone.

Assim sendo, a pesquisa seguiu, para cada população, a metodologia de amostragem aleatória estratificada uniforme, que consiste em subdividir a população em subgrupos (estratos) homogêneos, de tal forma que haja homogeneidade dentro dos estratos e heterogeneidade entre eles (Cochran, 1977; Ryan, 2013; Scheaffer et al., 2011). Portanto, o plano amostral da população não clonal foi constituído de seis estratos, sendo cada estrato representado por um tamanho de castanha ( $T_1, T_2, \dots, T_5, T_m$ ).

Na população clonal, o plano amostral foi formado de cinco estratos ( $S_5, S_4, \dots, S_1$ ), cada um representado por um dos clones (BRS 274, BRS 275, BRS 226, BRS 189 e CCP 76). Em seguida, de ambas as populações foram retiradas, de cada estrato, aleatoriamente e sem reposição, três amostras de 200 castanhas, totalizando em 600 castanhas por extrato, que foram identificadas e acondicionadas separadamente em sacos de plástico.

As demais castanhas retornaram às respectivas caixas. Em cada amostra, foi realizada uma limpeza que consistiu na retirada de castanhas consideradas inapropriadas para a indústria (chochas, furadas e avariadas) e de matérias estranhas, como areia, pedras e outras. As castanhas chochas, furadas e avariadas, encontradas em cada amostra, foram substituídas por castanhas íntegras do mesmo tamanho e/ou clone, retiradas das caixas onde estavam acondicionadas, mantendo-se o mesmo tamanho da amostra. As castanhas de cada amostra foram pesadas individualmente em balança eletrônica de precisão BEL MARK S2202, com capacidade máxima para 2.000 g e precisão de 0,01 g.

Os estratos constituídos se enquadram aos postulados estabelecidos por Scheaffer et al. (2011) e Pfeiffermann e Rao (2009), isto é, estratos grandes e de mesmo tamanho. Após a pesagem das castanhas, foi provada a hipótese de normalidade da variável massa em cada estrato pelo método de Shapiro e Wilk (1965). Nessas condições, com o nível  $\alpha = 0,05$  de probabilidade, têm-se o quantil da normal padrão em aproximadamente 2,0. Assim, a variância da média na precisão do plano amostral está associada à máxima margem de erro  $B$  admitida nas estimativas ou níveis de precisão desejados nos resultados, isto é:  $\sigma^2 = B^2/4$ . Sob essas condições, e assumindo que os custos por observação são iguais para todos os estratos, a alocação ou o tamanho da amostra  $n_i$ , do  $i$ -ésimo estrato (alocação de Neyman), segundo Scheaffer et al. (2011) e Pfeiffermann e Rao (2009), é obtido por:

$$n_i = n \left( \frac{N_i \sigma_i}{\sum_{k=1}^L N_k \sigma_k} \right),$$

em que:

$n_i$ : é o tamanho da amostra do  $i$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i=1, 2, \dots, 5$ );

$n$ : é o tamanho total da amostra;

$N_i$ : é o tamanho do  $i$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i=1, 2, \dots, 5$ );

$\sigma_i$ : é o desvio padrão do  $i$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i=1, 2, \dots, 5$ );

$L$ : é o número de estratos: 6 (os seis tamanhos de castanha) e 5 (os cinco clones);

$N_k$ : é o tamanho da amostra do  $k$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i=1, 2, \dots, 5$ );

$\sigma_k$ : é o desvio padrão da amostra do  $k$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i=1, 2, \dots, 5$ ).

Nessas condições,  $i = k$ , portanto:

$$n_i = n \left( \frac{\sigma_i}{\sum_{i=1}^L \sigma_i} \right) \quad \text{Equação 1}$$

E o tamanho total da amostra, segundo Scheaffer et al. (2011), é obtido por:

$$n = \frac{(\sum_{k=1}^L N_k \sigma_k)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2}$$

Como  $i = k$ :

$$n \approx \frac{(\sum_{i=1}^L N_i \sigma_i)^2}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2} \quad \text{Equação 2}$$

em que:

$N$ : é o número de unidades amostrais na população ( $N = N_1 + N_2 + \dots + N_L$ );

$\sigma_i^2$ : é a variância do  $i$ -ésimo estrato: ( $i=1, 2, \dots, 6$ ) e ( $i = 1, 2, \dots, 5$ );

$D$ : é o estimador da variância fixada da média na precisão do plano amostral, associada ao erro máximo admitido nas estimativas:  $D = B^2 / 4$ .

Estimadas as variâncias ( $s^2$ ) e os respectivos desvios padrões de cada estrato das duas populações (Tabelas 2 e 4) e substituindo-se nas equações 1 e 2, foram estimados os tamanhos de amostra  $n_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 6$  e  $i = 1, 2, \dots, 5$ ) de cada estrato e o tamanho total da amostra  $n$ , para a máxima margem de erro  $B$  admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados (Tabelas 1 e 3). Como os valores fixados para  $B$  devem ter relação com a unidade de medida do fenômeno em estudo e os valores de massa da castanha são relativamente baixos, a escolha destes deve ser cuidadosa. Em vista disso, admitiu-se a magnitude de  $B = (0,1 \text{ g}; 0,2 \text{ g}; 0,3 \text{ g}; 0,4 \text{ g}; 0,5 \text{ g}; 0,6 \text{ g}; 0,7 \text{ g}; 0,8 \text{ g}; 0,9 \text{ g}; \text{ e } 1,0 \text{ g})$  e, com eles, tomando-se as variâncias e os desvios padrões das Tabelas 2 e 4, estimaram-se os tamanhos de amostra total ( $n$ ) e de cada estrato ( $n_i$ ) das duas populações apresentados nas Tabelas 1 e 3.

## Resultados e Discussão

---

### População não clonal

Admitindo-se  $B = 0,2 \text{ g}$ , por exemplo, como a máxima margem de erro admitida nas estimativas ou nível de precisão desejado nos resultados, o tamanho de amostra para o estrato de castanhas T4, cuja variância é  $s^2 = 1,9315$  (Tabela 2), foi  $n_4 = 29$  castanhas (Tabela 1). Para o estrato T5, de variância  $s^2 = 3,7166$ , o tamanho da amostra foi  $n_5 = 40$  castanhas e o tamanho total da amostra foi  $n = 111$  castanhas. Nota-se que, para a mesma margem de erro admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados, o tamanho da amostra varia em função da variância do estrato (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Tamanhos de amostra de castanha-de-caju total ( $n$ ) e de cada estrato/tamanho da castanha ( $n_5, n_4, \dots, n_1$ ) da população não clonal, em função da máxima margem de erro  $B$  (g) admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados.

Erro $B$ (g)	$n$	$n_5$ (T5)	$n_4$ (T4)	$n_3$ (T3)	$n_2$ (T2)	$n_1$ (T1)
0,1	389	139	101	64	44	41
0,2	111	40	29	18	12	12
0,3	51	18	13	9	6	5
0,4	29	10	8	5	3	3
0,5	19	7	5	3	2	2
0,6	13	5	4	2	1	1
0,7	10	4	3	1	1	1
0,8	8	3	2	1	1	1
0,9	6	2	1	1	1	1
1,0	5	1	1	1	1	1

Para uma margem de erro  $B = 0,1$  g, por exemplo, admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados, o tamanho da amostra do estrato de castanhas T5 foi  $n_5 = 139$  castanhas. Para os estratos de castanhas T4 e T3, os tamanhos de amostras foram  $n_4 = 101$  castanhas e  $n_3 = 64$  castanhas, respectivamente. Para um valor de  $B = 0,3$  g, o tamanho de amostra do estrato de castanhas T2 foi  $n_2 = 6$  castanhas e assim por diante (Tabela 1). Os estratos de castanhas menores (T2 e T1), que têm variâncias menores:  $s^2 = 0,3641$  e  $s^2 = 0,3285$ , respectivamente (Tabela 2), possibilitam obter amostras de tamanhos menores, quaisquer que sejam as margens de erro admitidas nas estimativas ou níveis de precisão desejados nos resultados (Tabela 1).

No estrato de castanhas  $T_m$ , formado pela mistura de castanhas de diversos tamanhos, que registrou a maior variância ( $s^2 = 5,3366$ ) (Tabela 2), para um valor de  $B = 0,2$  g, o tamanho da amostra é  $n_m = 47$  castanhas. Nessas condições, o tamanho total da amostra será  $n = 156$  castanhas.

Assumindo-se  $B = 0,1$  g, o tamanho da amostra desse estrato  $n_m = 161$  castanhas e o tamanho total da amostra foi  $n = 534$  castanhas; portanto, como era esperado, os maiores tamanhos de amostras, qualquer que seja o valor de  $B$ .

O estrato  $T_m$ , formado pela mistura de castanhas de vários tamanhos, não deve ser utilizado como parâmetro nesse contexto devido à sua grande variabilidade, sobejamente maior do que as dos outros estratos. O tamanho total de amostra ( $n$ ) do estrato  $T_m$  é 72,84% maior do que o tamanho total ( $n$ ) dos estratos  $T_5, T_4, \dots, T_1$ , qualquer que seja a margem de erro  $B$  admitida nas estimativas ou o nível de precisão desejado nos resultados. Por não representar a realidade, na pesquisa ou na comercialização, esse estrato não foi incluído na Tabela 1, onde constam somente os tamanhos de amostras dos estratos de castanhas  $T_5, T_4, \dots, T_1$ .

**Tabela 2.** Valores observados (mínimo, máximo, médio) e medidas de variabilidade de massa (g) de castanhas-de-caju dos seis estratos (tamanhos de castanha) da população não clonal.

Estatística	Estratos (tamanhos de castanha)					
	Castanha T5	Castanha T4	Castanha T3	Castanha T2	Castanha T1	Castanha Tm
Mínimo (min)	8,40	6,00	6,00	4,00	1,80	1,00
Máximo (max)	21,80	14,60	10,00	7,20	5,20	15,80
Média ( $\bar{x}$ )	12,71	9,76	7,26	5,29	3,84	6,79
Variância ( $s^2$ )	3,7166	1,9315	0,7797	0,3641	0,3285	5,3366
Desvio padrão (s)	1,9278	1,3898	0,8830	0,6034	0,5731	2,3101
CV (%) <sup>1</sup>	15,17	14,24	12,15	11,40	14,91	34,03

<sup>1</sup>CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

O tamanho de amostra de castanha-de-caju da população não clonal, para os estratos estudados (tamanhos de castanha), variou em função da variância de cada estrato e da margem de erro admitida ou tolerada nas estimativas ou nível de precisão desejado nos resultados. Desse modo, quanto menor a margem de erro ( $B$ ) admitida nas estimativas ou maior nível de precisão desejado nos resultados, maior será o tamanho da amostra, qualquer que seja o tamanho da castanha.

## População clonal

Analogamente ao caso anterior, admitindo-se  $B = 0,2$  g, por exemplo, como máxima margem de erro admitida nas estimativas ou nível de precisão desejado nos resultados (Tabela 3), o tamanho da amostra de castanhas do clone BRS 275 (estrato S4) foi  $n_4 = 45$  castanhas, e o tamanho total da amostra  $n = 209$  castanhas.

**Tabela 3.** Tamanhos de amostra de castanha-de-caju total ( $n$ ) e de cada estrato/clone ( $n_5, n_4, \dots, n_1$ ) da população clonal, em função da máxima margem de erro máximo  $B$  (g) admitida nas estimativas ou da precisão desejada nos resultados.

Erro $B$ (g)	$n$	(BRS 274) $n_5$	(BRS 275) $n_4$	(BRS 226) $n_3$	(BRS 189) $n_2$	(CCP 76) $n_1$
0,1	666	245	142	110	77	92
0,2	209	77	45	34	24	29
0,3	97	36	21	16	11	13
0,4	56	21	12	9	6	8
0,5	36	13	8	6	4	5
0,6	25	9	5	4	3	4
0,7	19	7	4	3	2	3
0,8	15	6	3	2	2	2
0,9	12	4	3	2	1	2
1,0	10	4	2	2	1	1

Analisando-se conjuntamente as Tabelas 3 e 4, é possível verificar que, para a mesma margem de erro admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados, o tamanho da amostra (Tabela 3) varia em função da variância da massa da castanha do estrato (clone). No estrato S5 (clone BRS 274), que apresentou a maior variância ( $s^2 = 7,6920$ ) (Tabela 4), o tamanho da amostra é  $n_5 = 77$  castanhas para o mesmo valor  $B = 0,2$  g (Tabela 3). Nessas condições, o tamanho total da amostra é  $n = 209$  castanhas. Verifica-se que, para a mesma margem de erro admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados, o tamanho da amostra varia em função da variância da massa da castanha do estrato (clone), portanto de acordo com a literatura desse tipo de amostragem.

**Tabela 4.** Valores observados (mínimo, máximo, médio) e medidas de variabilidade de massa (g) de castanha-de-caju dos cinco estratos (clones) da população clonal.

Estatística	Estrato (clone)				
	(BRS 274) S5	(BRS 275) S4	(BRS 226) S3	(BRS 189) S2	(CCP 76) S1
Mínimo (min)	9,03	6,72	5,35	4,06	4,20
Máximo (max)	23,33	17,94	13,86	10,58	10,48
Média ( $\bar{x}$ )	16,79	12,78	10,08	8,29	7,81
Variância ( $s^2$ )	7,6920	2,5939	1,5382	0,7638	1,0712
Desvio padrão (s)	2,7734	1,6106	1,2402	0,8739	1,0350
CV (%) <sup>1</sup>	16,52	12,60	12,31	10,54	13,25

<sup>1</sup>CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

O tamanho de amostra de castanha-de-caju da população clonal, para os cinco estratos (clones), variou em função da variância de cada estrato e da margem de erro admitida ou tolerada nas estimativas ou nível de precisão desejado nos resultados. Para uma margem de erro admitida nas estimativas ou de precisão desejada nos resultados  $B = 0,1$  g, por exemplo, o tamanho

da amostra do estrato S3 (BRS 226) foi  $n_3 = 110$  castanhas e o tamanho total da amostra  $n = 666$  castanhas.

Para esse mesmo estrato (clone), se a precisão desejada nos resultados ou margem de erro admitida nas estimativas for de  $B = 0,3$  g, o tamanho da amostra a ser tomado é  $n_3 = 16$  castanhas, e o tamanho total da amostra  $n = 97$  castanhas (Tabela 3). Nota-se que, quanto menor a margem de erro admitida nas estimativas ou maior nível de precisão desejado nos resultados ( $B$ ), maior será o tamanho da amostra, qualquer que seja o tamanho da castanha do clone. Nos estratos S2 e S1 (clones) de castanhas menores, que apresentaram as menores variâncias:  $(s_2)^2 = 0,7638$  e  $(s_1)^2 = 1,0712$ , respectivamente (Tabela 4), é possível obter amostras de tamanhos menores, quaisquer que sejam as margens de erro admitidas nas estimativas ou níveis de precisão desejados nos resultados (Tabela 3).

Esses resultados concordam com as afirmações de Thompson (2012), Pfeffermann; Rao (2009) e Ryan (2013), entre outros, de que três fatores influenciam o tamanho de amostra: (a) nível de confiança (quanto maior o nível de confiança, maior o tamanho da amostra); (b) erro máximo admitido nas estimativas (quanto menor o erro admitido, maior o tamanho da amostra); (c) variabilidade do fenômeno que está sendo investigado (quanto maior a variabilidade, maior o tamanho da amostra). Os dados apresentados nas Tabelas 1 e 3 podem servir de base para a escolha do tamanho da amostra a utilizar em pesquisas que demandem amostragem de castanha-de-caju, de acordo com a margem de erro de estimativa que pesquisador admitir razoável e da precisão que este desejar nos resultados da pesquisa.

Considere-se, por exemplo, que, ao trabalhar com três genótipos, cujos tamanhos de castanha correspondam a T3, T4 e T5 e que o pesquisador deseje, para todos os casos, um nível de precisão nos resultados ou admita uma margem de erro de estimativa nos tamanhos de amostras de apenas 0,1 g. Nessas condições, o tamanho de cada amostra será:  $n_3$  (T3) = 64;  $n_4$  (T4) = 101;  $n_5$  (T5) = 139 castanhas (Tabela 1); e o tamanho total das amostras será  $n = 304$  castanhas.

Analogamente ao caso anterior, considere-se que os genótipos sejam clones como os BRS 275, BRS 226, BRS 189 e que o pesquisador deseje, para todos os casos, um nível de precisão nos resultados ou admita uma margem de erro de estimativa nos tamanhos de amostras de 0,3 g. Nessas condições,

o tamanho de cada amostra será:  $n_4$  (BRS 275) = 21;  $n_3$  (BRS 226) = 16;  $n_2$  (BRS 189) = 11 castanhas (Tabela 3); e o tamanho total da amostra será  $n = 48$  castanhas.

Considere-se, por outro lado, um trabalho envolvendo genótipos cujos tamanhos de castanhas correspondam ao T4 e ao clone BRS 226, por exemplo, e que o pesquisador deseje níveis de precisão nos resultados ou admita margens de erro de estimativas nos tamanhos de amostras de 0,2 g para o genótipo T4 e de 0,1 g, para o BRS 226, respectivamente. Nesses casos, os tamanhos de amostras serão  $n_4$  (T4) = 29 castanhas (Tabela 1) e  $n_3$  (BRS 226) = 110 castanhas (Tabela 3). Como os estratos T4 e BRS 226 não são variáveis aleatórias independentes, o tamanho total da amostra ( $n$ ) não pode ser determinado pela soma dos tamanhos das amostras desses estratos.

Os resultados obtidos neste trabalho se configuraram coerentes com a literatura, quando comparados com os exemplos apresentados por Ryan (2013) e Scheaffer et al. (2011), com essa metodologia, quanto à redução do erro amostral e à precisão das estimativas de tamanhos de amostras. Sabino e Villaça (1999) e Rossetti (2001), entre outros, ao compararem métodos de amostragem utilizados em situações análogas às desta pesquisa, concluíram que o emprego dessa técnica permitiu obter melhores resultados do que os encontrados com outros métodos de amostragem.

Rossetti et al. (2014), em estudo preliminar para estimar a massa média de castanha-de-caju, utilizando apenas amostra aleatória simples, obtiveram, para o valor de  $B = 0,1$  g e os mesmos tamanhos de castanhas:  $n_5 = 1.842$ ;  $n_4 = 1.443$  e  $n_3 = 552$  castanhas, respectivamente. Comparando-se esses resultados com os obtidos no presente trabalho (Tabelas 1 e 3), é possível verificar a eficácia da amostragem aleatória estratificada utilizada nesta pesquisa.

Apesar de as amêndoas mais pesadas terem maior valor no mercado, o indicador indireto utilizado na seleção de genótipos que produzam tais amêndoas é o tamanho e a massa da castanha, enquanto não se dispõe de análise da amêndoa. Considerando-se a classe mais comercializada no mundo (W 320), cuja massa média de amêndoa é 1,5 g, e um rendimento amêndoa/castanha desejável, de 25% (Garruti et al., 2015), a massa da castanha corresponderá a 6,0 g. Entretanto, levando-se em conta a

preferência do produtor brasileiro por amêndoas maiores, castanhas de 8,0 g é o valor adotado como referência, na área de melhoramento genético da Embrapa Agroindústria Tropical, que adota a seguinte classificação: castanha pequena (massa < 8 g); média ( $8 \text{ g} \leq \text{massa} < 12 \text{ g}$ ); e grande (massa  $\geq 12 \text{ g}$ ).

Com base nessa premissa, estimaram-se, para cada estrato das duas populações desta pesquisa, esses parâmetros, que dão uma ideia do posicionamento de cada estrato no contexto da classificação da área de melhoramento genético da Embrapa Agroindústria Tropical. A relação dessa classificação com a estatística dos parâmetros da população não clonal (tamanhos de castanha), apresentada na Tabela 5, dá uma ideia da conexão da pesquisa com os anseios dos produtores. Observa-se, portanto, que exceto para o estrato Tm, constituído da mistura de castanhas de diversos tamanhos, que a variância diminui com o tamanho/massa da castanha, indicando maior uniformidade das castanhas menores.

**Tabela 5.** Classificação da castanha-de-caju dos seis estratos segundo os critérios da área de melhoramento genético do cajueiro e estatística dos parâmetros.

Classificação da castanha (g)	Estratos (tamanho da castanha)					
	Castanha T5	Castanha T4	Castanha T3	Castanha T2	Castanha T1	Castanha Tm
<b>Grande</b> $\geq 12\text{g}$	62,83%	6,17%	0,00%	0,00%	0,00%	2,83%
<b>8g</b> $\leq$ <b>Média</b> $< 12\text{g}$	37,17%	86,00%	21,33%	0,00%	0,00%	25,50%
<b>Pequena</b> $< 8\text{g}$	0,00%	7,83%	78,67%	100,00%	100,00%	71,67%
Estatística (mínimo, máximo, médio) e medidas de variabilidade de massas de castanha dos estratos						
Mínimo (min)	8,40	6,00	6,00	4,00	1,80	1,00
Máximo (max)	21,80	14,60	10,00	7,20	5,20	15,80
Média ( $\bar{x}$ )	12,71	9,76	7,26	5,29	3,84	6,79
Variância ( $s^2$ )	3,7166	1,9315	0,7797	0,3641	0,3285	5,3366
Desvio padrão (s)	1,9278	1,3898	0,8830	0,6034	0,5731	2,3101
CV (%) <sup>1</sup>	15,17	14,24	12,15	11,40	14,91	34,03

<sup>1</sup>CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

Examinando-se a posição de cada estrato da população não clonal, quanto à classificação da área de melhoramento genético do cajueiro, verifica-se (Tabela 5) que os estratos de castanhas T5 e T4 são os de maior expressão nesse contexto. No primeiro caso, 62,83% das castanhas são grandes (massa  $\geq 12$  g), não havendo castanha pequena (massa  $< 8$  g). As de tamanho médio ( $8 \text{ g} \leq \text{massa} < 12 \text{ g}$ ) são 37,17% e a massa média de castanha foi de 12,71 g (Tabela 5).

No segundo, apesar de haver apenas 6,17% de castanhas grandes (massa  $\geq 12$  g), 86% são castanhas de tamanho médio ( $8 \text{ g} \leq \text{massa} < 12 \text{ g}$ ), cuja massa média de 9,76 g (Tabela 5) é superior aos 8,4 g do CCP 76, encontrados por Ribeiro et al. (2004); portanto, consoante a preferência dos produtores. Assim, tomando-se como exemplo um valor de  $B = 0,2$  g, aplicado à média do estrato T4 (9,76 g), que contém o tamanho mínimo de castanha para seleção (8 g), observa-se que este representa apenas 2,05%, o que pode ser considerado adequado para o processo.

No estrato T3, não houve castanha grande, e a maior proporção, 78,67%, é de castanha pequena (massa  $< 8$  g). Embora 21,33% das castanhas sejam de tamanho médio ( $8 \text{ g} \leq \text{massa} < 12 \text{ g}$ ), a massa média de castanha foi de 7,26 g (Tabela 5), um pouco abaixo do que preferem os produtores brasileiros. Os estratos de castanhas T2 e T1, nos quais 100% das castanhas são pequenas (massa  $< 8$  g), a massa média variou de 5,29 g a 3,84 g, e a variância de  $s^2 = 0,3641$  a  $s^2 = 0,3285$ , respectivamente, apesar de serem os mais uniformes (Tabela 5). No estrato Tm, 71,67% das castanhas eram pequenas (massa  $< 8$  g), apesar de 25,50% (aproximadamente  $\frac{1}{4}$ ) serem de tamanho médio ( $8 \text{ g} \leq \text{massa} < 12 \text{ g}$ ), 2,83% de castanhas grandes (massa  $\geq 12$  g) e a massa média foi de 6,79 g, também abaixo da expectativa dos produtores.

No caso da população clonal, os cinco estratos não diferiram significativamente quanto à massa média da castanha. Analisando a Tabela 6, verifica-se que apenas o estrato S1 (clone CCP 76) apresentou massa média de castanha de 7,81 g, ligeiramente abaixo das 8,0 g consideradas como referência pela área de melhoramento genético da Embrapa Agroindústria Tropical; mesmo assim, ainda em torno da preferência dos produtores. Essa situação se deve ao fato de cerca da metade da população (52,27%)

ser de castanhas pequenas (massa < 8 g) e 47,73% de castanhas médias (8 g ≤ massa < 12 g) no contexto dessa classificação (Tabela 6).

Os estratos S5 (clone BRS 274) e S4 (clone BRS 275) são os de melhor expressão no contexto dessa classificação, com percentuais acima de 70% de castanhas grandes (massa ≥ 12 g) e massa média acima de 12 g (Tabela 6). Os estratos S3 (clone BRS 226) e S2 (clone BRS 189), apesar de apresentarem baixos percentuais de castanhas grandes (massa ≥ 12 g), 3,96% e 0,00%, respectivamente (Tabela 6), as castanhas de tamanho médio (8 ≤ massa < 12 g) foram 90,72% e 68,50%, respectivamente, ainda que o clone BRS 189 (estrato S2) apresentasse 31,50% de castanhas pequenas (massa < 8 g). Diante disso, considera-se que todos os estratos da população clonal têm potencial para incrementar a cajucultura almejada pelos agricultores brasileiros.

**Tabela 6.** Classificação da castanha-de-caju dos cinco estratos (clones) segundo os critérios da área de melhoramento genético do cajueiro e estatística dos parâmetros.

Classificação da castanha (g)	Estrato (clone)				
	(BRS 274) S5	(BRS 275) S4	(BRS 226) S3	(BRS 189) S2	(CCP 76) S1
<b>Grande</b> ≥ 12g	93,24%	71,88%	3,96%	0,00%	0,00%
8g ≤ <b>Média</b> < 12g	6,76%	27,44%	90,72%	68,50%	47,73%
<b>Pequena</b> < 8g	0,00%	0,68%	5,32%	31,50%	52,27%
Estatística (mínimo, máximo, médio) e medidas de variabilidade de massas de castanha dos estratos					
Mínimo (min)	9,03	6,72	5,35	4,06	4,20
Máximo (max)	23,33	17,94	13,86	10,58	10,48
Média ( $\bar{x}$ )	16,79	12,78	10,08	8,29	7,81
Variância ( $s^2$ )	7,6920	2,5939	1,5382	0,7638	1,0712
Desvio padrão (s)	2,7734	1,6106	1,2402	0,8339	1,0350
CV (%) <sup>1</sup>	16,52	12,60	12,31	10,54	13,25

<sup>1</sup> CV (%): coeficiente de variação expresso em porcentagem.

Nesse caso, a título de exemplo, tomando-se um valor de  $B = 0,2$  g, aplicado à média do estrato S2 (clone BRS 189) de 8,29 g, que contém o tamanho mínimo de castanha para seleção (8 g), observa-se que este representa apenas 2,41%, o que pode ser considerado adequado para o processo.

Esse critério de classificação, embora baseado na preferência de produtores, diverge um pouco daqueles estabelecidos nas normas de comercialização de castanha-de-caju (BRASIL, 1975), cujas classes são: castanha grande (massa  $\geq 11,11$  g); castanha média ( $7,14$  g  $\leq$  massa  $< 11,11$  g); castanha pequena ( $4,55$  g  $\leq$  massa  $< 7,14$  g); e castanha miúda (massa  $< 4,55$  g) apresentada na Tabela 7. Mesmo assim, observou-se uma coincidência de, no mínimo, 93,24% (Tabela 6) no clone BRS 274 (S5).

**Tabela 7.** Classificação da castanha-de-caju dos cinco estratos (clones) segundo os critérios estabelecidos nas normas de comercialização de castanha-de-caju.

Classificação da castanha (g)	Estrato (clone)				
	(BRS 274) S5	(BRS 275) S4	(BRS 226) S3	(BRS 189) S2	(CCP 76) S1
<b>Grande</b> $\geq 11,11$ g	97,29%	86,28%	20,19%	0,00%	0,00%
7,14g $\leq$ <b>Média</b> $< 11,11$ g	2,71%	13,53%	76,43%	91,11%	75,17%
4,55g $\leq$ <b>Pequena</b> $< 7,14$ g	0,00%	0,19%	3,38%	7,83%	22,03%
<b>Miúda</b> $< 4,55$ g	-	-	-	1,06	2,80

Na Figuras 4, são apresentadas amostras de castanhas do estrato da população não clonal (T5, T4, T3, T2, T1 e Tm), que possibilita melhor visualização comparativa das amostras.

Parte significativa da variabilidade na massa das castanhas dos estratos da população não clonal pode estar associada à posição com que a castanha entra na malha do classificador da (Figura 2), assim como pela sua morfometria em relação ao comprimento e à largura da castanha. No primeiro caso, castanhas de tamanhos T3 ou T2, por exemplo, podem, eventualmente, cair nas malhas de tamanhos T5 ou T4, o mesmo podendo ocorrer nos demais casos. No segundo, castanhas de larguras diferentes podem passar em

malhas diferentes e ter massas agrupadas na mesma classe em função do comprimento (Figura 4). Essas situações podem contribuir para o aumento da variância e, conseqüentemente, do tamanho da amostra.

Fotos: Cláudio de Norões Rocha



**Figura 4.** Castanhas de cada estrato da população não clonal (T5, T4, T3, T2, T1 e Tm).

Na Figuras 5, são apresentadas amostras de castanhas dos estratos da população clonal (S5, S4, S3, S2 e S1), que possibilitam melhor visualização comparativa das amostras.

No caso dos estratos da população clonal, mesmo que se trate de material geneticamente melhorado, ainda se percebe considerável variabilidade dentro dos estratos, cujas maiores variâncias,  $s^2 = 7,6920$  e  $s^2 = 2,5939$  (Tabela 4), foram apresentadas pelos genótipos BRS 274 (estrato S5) e BRS 275 (estrato S4), que produzem castanhas maiores. Isso se deve, provavelmente, ao componente ambiental, uma vez que o período de produção dura cerca de quatro meses e está sujeito à variação climática.

## Procedimentos para escolha de tamanhos de amostra

### População não clonal

a) Após a colheita, as castanhas devem ser postas para secagem, ao sol, em secador de base de cimento, pelo período recomendado, conforme Paiva e Silva Neto (2013) e Lima (2013).

b) Após a secagem, separar as castanhas por tamanho e armazená-las em recipientes adequados.

c) Selecionar aleatoriamente e sem reposição das castanhas do tamanho da amostra, foco da pesquisa, com base na margem de erro admitida ou tolerada nas estimativas e nível de precisão desejado nos resultados, acrescido de 20%, para efeito de uniformização do tamanho da amostra após a limpeza.

d) Efetuar a limpeza das castanhas de cada amostra, retirando as impróprias para a indústria (chochas, furadas e avariadas) e de matérias estranhas (areia, pedras e outras).

e) Designar/indicar o tamanho da amostra escolhido.

Fotos: Manuel Wellington dos Santos



Castanhas do clone BRS 274 (S5)

Castanhas do clone BRS 275 (S4)



Castanhas do clone BRS 226 (S3)

Castanhas do clone BRS 189 (S2)

Castanhas do clone CCP 76 (S1)

**Figura 5.** Castanhas de cada estrato da população clonal (S5, S4, S3, S2 e S1).

## População clonal

a) Após a colheita, realizar a secagem das castanhas, ao sol, em secador de base de cimento, separadas/identificadas com nomenclatura do(s) clone(s), pelo período recomendado, conforme Paiva e Silva Neto (2013) e Lima (2013).

b) Após a secagem, separar as castanhas por clone e armazená-las em recipientes adequados.

c) Selecionar aleatoriamente e sem reposição das castanhas do(s) clone(s) da amostra foco da pesquisa, com base na margem de erro admitida ou tolerada nas estimativas e nível de precisão desejado nos resultados, acrescido de 20%, para efeito de uniformização do tamanho da amostra após a limpeza.

d) Efetuar a limpeza das castanhas de cada amostra, retirando as impróprias para a indústria (chochas, furadas e avariadas) e de matérias estranhas (areia, pedras e outras).

e) Designar/indicar o tamanho da amostra escolhido.

## Conclusões

---

1. O tamanho da amostra de castanha-de-caju, para fins de avaliações morfométricas, de população não clonal deve ser baseado no tamanho da castanha e, nas populações clonais, nos clones, objeto de estudo. Em ambos os casos, o tamanho da amostra deve ser estimado com base na variável massa da castanha.

2. O tamanho da amostra de castanha-de-caju, para fins de avaliações morfométricas, depende da variância do estrato (tamanho da castanha ou clone), do nível de erro admitido ou tolerado nas estimativas e da precisão desejada nos resultados.

3. O tamanho da amostra a ser tomada deve ser estabelecido com base na margem de erro admitida como aceitável e no grau de precisão desejado no resultado pelo pesquisador.

## Agradecimentos

---

Ao técnico aposentado Francisco de Assis Marinho e ao assistente David de Souza Costa pela colaboração na pesagem e avaliação das castanhas.

## Referências

---

- ALIYU, O. M. Phenotypic correlation and Path coefficient analysis of nut yield and yield components in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Silvae Genetica**, Deutschland, v. 55, n. 1, p. 19-24, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1515/sg-2006-0004>.
- ALIYU, O. M.; AWOPETU, J. A. Variability study on nut size and number trade-off identify a threshold level for optimum yield in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **International Journal of Fruit Science**, London, v. 11, p. 342-363, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/15538362.2011.630297>.
- ALMEIDA, J. I. L. de; ARAÚJO, F. E.; LOPES, J. G. V. Estudo preliminar das características físicas das castanhas de progênes-matrizes de cajueiro-anão precoce. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO CEARÁ. **Relatório Anual de Pesquisa 1980/1992**. Fortaleza, 1992. v. 1, p. 81-85.
- BARROS, L. de M.; CRISÓSTOMO, J. R.; PAIVA, J. R. de; OLIVEIRA, V. H. de. O agronegócio do caju. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, Part 3, Cap. 6, p. 341- 357.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 644, de 11 de setembro de 1975, [Aprova as especificações anexas para padronização, classificação e comercialização da amêndoa e castanha-de-caju]. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 nov. 1975, seção 1, p. 3.977. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=571135362>>. Acesso em: 05 out. 2020.
- CAVALCANTI, J. J. V.; SANTOS, F. H. C. dos; SILVA, F. P. da; PINHEIRO, C. R. QTL detection of yield-related traits of cashew. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa - MG, v. 12, n. 1, p. 60-66, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332012000100008>.
- CHACKO, E. K. **Evaluating cashew hybrids in Northern Australia**: report for the Rural Industries Research and Development Corporation. Barton: RIRDC, 1997. 43 p. (RIRDC. Research paper series, n. 97/56). Disponível em: <<https://trove.nla.gov.au/work/24182225?selectedversion=NBD13477607>>. Acesso em: 05 out. 2020.

COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 428 p.

DIAS-PINI, N. da S.; MACIEL, G. P. de S.; ARAÚJO, J. de L.; GOMES FILHO, A. A. H.; SILVA, D. M.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M. **Preferência da traça-da-castanha por genótipos de cajueiro-anão e metodologia de avaliação da infestação em campo**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2017. 18 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 137). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/161378/1/BPD17013.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2020.

DIAS-PINI, N. da S.; MACIEL, G. P. de S.; MELO, D. S.; SOUZA, S. A. de; SILVA, D. M.; SARAIVA, W. V. A.; SOUZA, A. G. L.; MONTEIRO, N. V. **Produtividade de Castanha e Infestação da Traça-da-castanha *Anacampsis phytomiella* Busck (Lepidoptera: Gelechiidae) em Cajueiro-anão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. 15 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 190). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/198462/1/BPD19006.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2020.

GARRUTI, D. dos S.; CORDEIRO, E. R. **Características biométricas e indicadores tecnológicos da castanha em quatro clones de cajueiro-anão precoce**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 4 p. (EMBRAPA-CNPAT. Pesquisa em Andamento, 12). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/419315>>. Acesso em: 05 out. 2020.

GARRUTI, D. dos S.; LIMA, J. R.; LIMA, A. C.; PAIVA, F. F. de A.; BARROS, M. E. S.; MORAES, I. V. M. de M.; ABREU, F. A. P. de; MACHADO, T. F.; BASTOS, M. do S. R.; SILVA NETO, R. M. da; SOUZA FILHO, M. de S. M. de; NASSU, R. T. Aproveitamento Industrial. In: ARAUJO, J. P. P. de. (Ed.). **Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 11, p. 187-238. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

LIMA, A. C. Colheita e pós-colheita da castanha-de-caju. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 1, p. 377-388. Disponível em: <[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_4155](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_4155)>. Acesso em: 05 out. 2020.

LIMA, J. R.; SOUZA, A. C. R. de; PINTO, C. O. **Protocolo para avaliação de castanhas de caju dos experimentos com Progênes na Embrapa Agroindústria Tropical**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. 7 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 215). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agroindustria-tropical/buscade-publicacoes/-/publicacao/1030035/protocolo-para-avaliacaode-castanhas-de-caju-dos-experimentos-com-progenies-naembrapa-agroindustria-tropical>>. Acesso em: 05 out. 2020.

MELO, D. S.; SILVA, J. C. do V.; MACHADO, I, P.; VIDAL NETO, F. das C; BARROS, L. de M. **Seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos de cajueiro via REML/BLUP**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2020. 21 p. (Embrapa Agroindústria Tropical.

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 198). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1120815/1/BP198.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.

PAIVA, F. F. de A.; SILVA NETO, R. M. da. Processamento industrial da castanha-de-caju. In: ARAÚJO, J. P. P. de. (Ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. Cap. 3, p. 395-465. Disponível em: <[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_4157](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_4157)>. Acesso em: 05 out. 2020.

PAIVA, J. R. de; BARROS, L. de M.; CAVALCANTI, J. J. V.; LIMA, A. C.; CORRÊA, M. C. de M.; MELO, D. S.; PORTO, Z. B. Seleção de clones de cajueiro-anão precoce para plantio comercial no Município de Aracati, CE. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 338-343, 2005. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/248/243>>. Acesso em: 05 out. 2020.

PFEFFERMANN, D.; RAO, C. R. (Ed.). **Sample surveys: design, methods and applications**. North Holland: Elsevier, 2009. 722 p. (Handbook of Statistics, 29 A).

RIBEIRO, J. L.; RIBEIRO, V. Q.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, H. A. M. **Comportamento produtivo de oito clones de cajueiro-anão precoce em cultivo de terceiro ano sob regime de sequeiro**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 4 p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 158). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/67302/comportamento-produtivo-de-oito- clones-de-cajueiro-anaoprecoce-em-cultivo-de-terceiro-ano-sob-regime-de-sequeiro>>. Acesso em: 05 out. 2020.

ROSSETTI, A. G. Precisão experimental e tamanho da área de experimentos de campo com fruteiras e outras plantas perenes arbóreas em função da unidade experimental e do número de repetições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 704-708, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000300052>.

ROSSETTI, A. G.; ANDRADE, D. F. de. A amostragem na avaliação de experimentos de campo com frutíferas perenes arbóreas. In: REUNIÃO REGIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTATÍSTICA, 34., 2002, Fortaleza. **Programa e Resumos**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará - Departamento de Estatística e Matemática Aplicada, 2002. v. 1. p. 3.

ROSSETTI, A. G.; VIDAL NETO, F. das C.; MOISÉS, S. M. M.; COUTINHO, V. T. R. Tamanho de amostra para estimar o peso médio de castanha-de-caju. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 23., 2014, Cuiabá. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2014. v. 1, p. 1-4. 1 CD-ROM.

ROSSETTI, A. G.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M. Sampling of cashew nuts as an aid to research for the genetic improvement of the cashew tree. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF. v. 54, e00962, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2019.v54.00962>.

ROSSETTI, A. G.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M. Sampling of cashew nuts from cashew tree clones. **Pesquisa Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 54, n. 1: (e-563), 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452020563>.

RYAN, T. P. **Sample size determination and power**. New Jersey: Wiley, 2013. 404 p.

SABINO, C. M.; VILLAÇA, R. Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de Costão. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 3, p. 407-419, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000300005>.

SARDINHA, R. M. A.; BESSA, A. M. S.; TAMBÁ-BUNGÉ, P.; SERAFIM, M. Physical characterization of cashew (*Anacardium occidentale* L.) nuts produced by selected trees in Guinea-Bissau. In: INTERNATIONAL CASHEW AND COCONUT CONFERENCE, 1997, Dar es Salaam. Trees for life: the key to development. **Proceedings** [...] Reading: BioHybrids International. 1998, p. 121-127. Edited for C. P. Topper, P. D. S. Caligari, A. K. Kullaya; S. H. Shomari, L. J. Kasuga, P. A. L. Masawi; A. A. Mpunami. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB1999001152>>. Acesso em: 05 out. 2020.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Great Britain, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SCHEAFFER, R. L.; MENDENHALL III, W.; OTT, R. L.; GEROW, K. G. **Elementary survey sampling**. 7. ed. Boston: Cengage Learning, 2011. 436 p.

THOMPSON, S. K. **Sampling**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012. 472 p.

VALE, E. H.; HAWERROTH, M. C.; CAVALCANTI, J. J. V.; VIDAL NETO, F. das C.; MELO, D. S. Desempenho de híbridos de cajueiro-anão precoce no litoral do estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 940-949, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-403/13>.

**Embrapa**

---

*Agroindústria Tropical*



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

