

Suficiência amostral para mudas de cafeeiro cv. Rubi

Patriciani Estela Cipriano

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Machado, patriciani_estela@hotmail.com

Franciane Diniz Cogo

Universidade Federal de Lavras, franciane_diniz@hotmail.com

Katia Alves Campos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Machado, katia@mch.ifsuldeminas.edu.br

Sérgio Luiz Santana de Almeida

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, campus Machado, sergiosantana@mch.ifsuldeminas.edu.br

Augusto Ramalho de Moraes

Universidade Federal de Lavras, augustorm@dex.ufla.br

Resumo

O número de plantas por parcela experimental é de extrema importância para a precisão dos resultados. O objetivo deste trabalho é encontrar o tamanho ótimo para experimentos de mudas de cafeeiro da cultivar Rubi MG 1192. O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), campus Machado. As plantas foram dispostas em 14 fileiras com 14 plantas em cada linha. Foram descartadas a primeira e última fileira e a primeira e última linha, as quais tiveram função de bordadura. Utilizaram-se, portanto, 144 mudas que individualmente caracterizavam as unidades básicas (UB). As avaliações ocorreram quando as plantas atingiram o sexto par de folhas definitivo e as variáveis respostas foram coletadas. Cada uma das 144 UB foi utilizada para simular 14 diferentes tamanhos de parcelas de 1UB até 72UB. Não foi considerada a forma das parcelas. Para cada um desses agrupamentos foi calculado o coeficiente de variação médio. Verificou-se que o tamanho ótimo de parcela útil para experimentos com mudas de café da cultivar Rubi MG 1192 varia de 2 a 8 mudas por parcela, de acordo com a variável em estudo.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, dimensionamento de parcelas, mudas de café.

Sample sufficiency for coffee seedlings cv. Rubi

Abstract

The number of plants per plot is extremely important for accurate results. The objective of this work to find the optimal size for experiments of coffee seedling cultivar Rubi MG 1192. The experiment was installed at the Federal Institute of Education, Science and Technology, South of Minas Gerais, campus Machado. The plants were arranged in 14 rows with 14 plants in each row were discarded the first and last row and the first and last line, which had surround function. Were used, so that 144 seedlings individually characterized the basic units (BU). Assessments were made when the plants reached the final sixth pair of leaves, and the response variables were collected. Each of the 144 UB 14 was used to simulate different sizes of plots to 1UB 72UB was not considered a form of plots. For each of these groups was calculated and the coefficient of variation. It was found that the optimum plot size useful for experiments with coffee seedlings of the cultivar Rubi MG 1192 varies from 2 to 8 plants per plot, according to the study variable.

Key-words: *Coffea arabica*, scaling plots, coffee seedling

CIPRIANO, Patriciani Estela et al. Suficiência amostral para mudas de cafeeiro cv. Rubi. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 61-66, abr. 2012.

Introdução

A cafeicultura é um dos tradicionais itens da pauta de exportações do país e recentemente ocupa área em torno de 2.280 milhões hectares. São mais de 100 espécies do gênero *Coffea*, mas somente as espécies *Coffea arabica* L. e *C. canephora* Pierre são usadas para a produção comercial (Davies et al., 2006). A espécie *C. arabica* representa em torno de 70% da produção mundial e nacional. Para a sua formação, é indispensável a produção de mudas, visto que são a base de toda cadeia produtiva. No entanto, diversos estudos de mudas de cafeeiros, tais como fertilidade do substrato, controle de pragas e doenças e até nutrição de plantas de café, não apresentam tamanho definido de parcela. Apesar do grande número de pesquisas realizadas, um tamanho ótimo de parcela tem sido discutido.

O tamanho de parcela é indicador eficiente da estatística experimental, visto que afeta o erro experimental, porque quanto maior o tamanho da parcela, menor o erro experimental, mas esta relação não é linear e, à medida que cresce o tamanho da parcela, diminui o erro experimental, até um determinado ponto, e a partir desse ponto o ganho em precisão é muito pequeno (Pimentel-Gomes, 2009). Portanto, encontrar esse ponto máximo é de fundamental importância no que diz respeito ao maior aproveitamento e menor custo/benefício para experimentos, pois está diretamente relacionado com a precisão experimental.

Estudos realizados com mudas de cafeeiro com objetivo semelhante permitem verificar que a quantidade de mudas usadas nas parcelas não é constante. Almeida et al. (2011) utilizaram três mudas por parcela no ensaio em que se observou o desenvolvimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) submetidos a substratos alternativos. Já pesquisas realizadas por Vallone, Guimarães e Mendes (2010) foram constituídas por 42 mudas, sendo as 20 centrais consideradas úteis e as 5 centrais foram utilizadas para a análise. Pesquisas desenvolvidas para avaliar o efeito de diferentes resíduos orgânicos adicionados ao substrato no desenvolvimento da planta utilizaram quatro mudas por parcela, sem bordadura (Cogo et al., 2011).

Diante da importância do setor cafeeiro e das inúmeras pesquisas, determinar o tamanho de parcela, de maneira a evitar o método empírico, visa à redução do erro experimental e ao aumento na precisão (Banzato; Kronka, 2006) de futuros projetos para mudas de café. O objetivo dessa pesquisa é determinar o tamanho ótimo para experimentos de mudas de cafeeiro do cultivar Rubi MG 1192.

Material e métodos

O presente ensaio em branco foi instalado no campus Machado do IFSULDEMINAS (Instituto Federal de

Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais). No trabalho, foram utilizadas sementes do cultivar Rubi MG 1192, semeadas diretamente em saquinhos de polietileno, sendo colocadas duas sementes por saquinho, cobertas com 1 a 2 cm de terra fina peneirada, regando-se três vezes ao dia. O desbaste foi realizado na fase de orelha de onça, deixando-se a planta que melhor se desenvolveu por sacolinha. Para o preenchimento das sacolas, foi utilizado substrato padrão conforme as recomendações técnicas para Minas Gerais (CFSMG, 1999).

As plantas foram dispostas em 14 fileiras com 14 plantas em cada linha. Foram descartadas a primeira e a última fileira, como também a primeira e a última planta de cada linha, as quais tiveram função de bordadura. Utilizaram-se, portanto, 144 mudas que individualmente caracterizavam as unidades básicas (UB). Cada uma das 144 unidades básicas foi utilizada para simular 14 diferentes tamanhos de parcelas de uma unidade básica, até 72 unidades básicas, cujo número de mudas fosse divisor do total de mudas do ensaio, não sendo considerada a forma das parcelas. Para cada um desses agrupamentos, foi calculado o coeficiente de variação e para parcelas de formatos diferentes foi calculada a média dos coeficientes encontrados.

Para as avaliações das características de crescimento, as plantas foram colhidas e lavadas em água, levadas ao laboratório onde foram obtidas as medidas de comprimento radicular, altura da planta e diâmetro do coleto. Posteriormente, foram separadas as raízes da parte aérea, na altura do coleto e levadas à balança para medição da massa fresca. Em seguida, tanto a parte radicular quanto a parte aérea foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa até atingirem peso constante para avaliar o peso da massa seca área, radicular e total. A área foliar foi calculada como proposto por Silva et al. (2008).

Para estimar o tamanho ótimo de parcela, foi adotado o método da máxima curvatura modificado (Meier; Lessman, 1971). Utilizou-se a expressão:

$$X_o = \left[\frac{a^2 \cdot b^2 (2b + 1)}{b + 2} \right] \frac{1}{2 + 2b} \quad [1]$$

Sedo X_o o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, o qual corresponde à estimativa do tamanho ótimo da parcela experimental.

Para a elaboração dos gráficos utilizou-se o programa de computador Microsoft Excel, unindo-se os pontos com segmento de reta. Para explicar a relação entre coeficiente de variação (CV) e tamanho da parcela, o ponto que corresponde ao tamanho ótimo da parcela foi determinado algebricamente, dando maior precisão aos resultados obtidos. Plotaram-se, para cada característica avaliada, gráficos onde cada abscissa foi representada pela quantidade de unidades básicas utilizadas e cada

ordenada pelo coeficiente de variação médio respectivo e ajustou-se a seguinte função, para cada característica:

$$CV(X) = aX^{-b} \quad [2]$$

Sendo **a** a constante de regressão e **b** o coeficiente de regressão.

Resultados e discussão

Após a mensuração das características das mudas de cafeeiro, as unidades básicas (UB) foram agrupadas de maneira a obter os 14 tamanhos de parcelas conforme proposto na Tabela 1, sendo apresentados os tamanhos de parcelas (X) com suas respectivas formas. Para exemplificar como foi desconsiderada a forma das parcelas, quando mais de um agrupamento apresentou o mesmo número de mudas, foram apresentados o coeficiente de variação (CV) para cada forma e o coeficiente de variação médio para desconsiderar as formas das parcelas (CV MÉDIO) para a altura característica da muda em centímetros.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de variação médios, que foram obtidos para cada tamanho de parcela, sem levar em consideração suas formas, por meio de teste estatístico adotando método de avaliação de tamanho de parcela. Como cada tamanho de parcela representa a área útil a ser adotada em ensaios com mudas de cafeeiro da cultivar Rubi MG1192. Os coeficientes de variação médios e

Tamanho de parcela	ALT	AR	CR	DIAM	NF	MVPA	MSPA	MVR	MSR	MVT	MST
1	15,2	28,7	17,16	12,6	14,4	14,5	35,2	7,02	46,56	10,32	35,16
2	11,0	20,2	11,2	9,52	10,5	10,4	24,8	5,36	34,17	7,46	24,34
3	9,65	17,2	9,9	7,99	8,72	8,92	20,9	4,67	31,84	6,29	20,55
4	8,19	14,7	8,12	7,38	7,62	7,57	17,6	4,2	26,43	5,38	16,75
6	7,27	12,7	6,55	5,95	6,13	6,18	14,3	3,42	23,01	4,32	13,59
8	6,88	11,9	5,96	5,92	5,73	5,36	13,1	3,47	19,98	3,79	11,43
9	6,26	10,8	5,42	4,81	4,02	5,32	10,8	3,54	24,22	3,68	10,27
12	5,65	10,1	4,79	4,48	4,28	4,83	11,0	2,78	17,93	3,3	9,97
16	4,08	8,83	2,45	5,26	4,44	2,14	9,25	2,78	17,38	1,74	7,02
18	4,06	7,60	3,33	3,61	2,57	3,20	7,87	2,51	18,4	2,09	6,59
24	4,77	8,14	2,42	3,65	2,63	2,44	9,12	2,05	12,32	1,62	7,32
36	3,11	6,91	2,18	2,93	1,81	2,59	6,45	1,89	12,59	1,59	5,23
48	3,01	7,41	1,28	2,92	1,98	2,33	7,19	1,93	11,07	1,61	4,72
72	3,28	7,24	0,41	1,79	1,49	1,80	6,69	0,96	5,83	0,86	5,08

Tabela 2. Coeficiente de variação para as características da parte aérea e total em diferentes tamanhos de parcelas para mudas de *Coffea arabica* L. cv. cultivar Rubi MG 1192. Obs: altura da mudas (ALT); comprimento radicular (CR); diâmetro do coleto (DIAM); massa verde parte aérea (MVPA); massa seca parte aérea (MSPA); massa verde radicular (MVR); massa seca radicular (MSR); massa verde total (MVT); Massa seca total (MST); número de folhas (NF); área foliar (AR).

Forma	Tamanho de parcela (X)	CV(X) %	CV MÉDIO
1 x 1	1	15,2	15,2
1 x 2	2	11,1	
2 x 1	2	10,8	11,0
1 x 3	3	9,36	
3 x 1	3	9,94	9,65
1 x 4	4	7,92	
2 x 2	4	7,62	8,19
4 x 1	4	9,02	
1 x 6	6	7,21	
2 x 3	6	7,17	
3 x 2	6	7,28	7,27
6 x 1	6	7,41	
2 x 4	8	6,83	
4 x 2	8	6,92	6,88
3 x 3	9	6,26	6,26
1 x 12	12	4,77	
2 x 6	12	5,80	
3 x 4	12	6,11	
4 x 3	12	6,63	5,65
6 x 2	12	6,35	
12 x 1	12	4,23	
4 x 4	16	4,08	4,08
3 x 6	18	2,24	4,06
6 x 3	18	5,88	
4 x 6	24	3,50	4,77
6 x 4	24	6,03	
3 x 12	36	2,06	3,11
6 x 6	36	1,82	
12 x 3	36	5,46	
4 x 12	48	2,87	3,01
12 x 4	48	3,14	
6 x 12	72	1,64	3,28
12 x 6	72	4,93	

Tabela 1. Forma, tamanho de parcela simulado e respectivos coeficientes de variação por tamanho (CX(X)) e médio (CV MÉDIO) da variável altura da muda de *Coffea arabica* L. cv. Rubi 1192.

os tamanhos de parcelas foram formados pelo agrupamento das UB. Os coeficientes de variação apresentaram valores entre 1,49% e 32,2%, que, além de inversamente proporcionais ao tamanho de parcela, mostraram comportamento diferenciado de acordo com a característica, sendo maiores para a massa seca aérea e menores para o diâmetro do coleto.

Na tabela 2, observa-se que os coeficientes de variação apresentaram valores entre 0,41% e 46,56%. Com o mesmo comportamento já descrito, os coeficientes de variação apresentaram valores maiores para massa seca radicular e menores para massa verde radicular, como revelou teste estatístico adotando método de avaliação de tamanho de parcela. Verifica-se também que os coeficientes são como o esperado, menores para tamanhos de parcelas maiores. Observa-se ainda que, à medida que cresce o tamanho da parcela, diminui o erro experimental apenas até determinado ponto, e a partir desse ponto o ganho em precisão é muito pequeno, conforme afirma Pimentel-Gomes (2009).

Para demonstrar o ponto de máxima curvatura, representou-se a região de curvatura mais acentuada, compreendida entre 1 e 72 unidades básicas (Figura 1 e 2). Foi determinando como melhor tamanho de parcela útil a unidade básica correspondente à curvatura máxima.

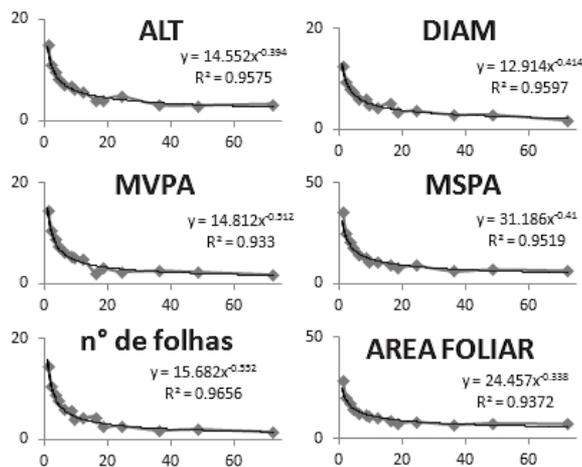


Figura 1. Gráficos do ajuste da equação para as características: altura da mudas (ALT), diâmetro do coleto (DIAM), massa verde parte aérea (MVPA), massa seca parte aérea (MSPA), número de folhas (nº de folhas), e área foliar (AREA FOLIAR) para mudas da cultivar Rubi MG 1192.

Aplicando-se o método em estudo, encontrou-se como tamanho ótimo de parcelas para área útil:

- 3,2 unidades básicas (4 mudas) com coeficiente de determinação de 95,9% para altura de mudas;
- 3 unidades básica (3 mudas) com coeficiente de determinação de 95,9% para diâmetro do coleto;
- 3,6 unidades básicas (4 mudas) com coeficiente de determinação de 93,3% para massa verde aérea;

d) 5,5 unidades básicas (6 mudas) com coeficiente de determinação de 95,1% para massa seca aérea;

e) 3,8 unidades básicas (4 mudas) com coeficiente de determinação de 96,5% para número de folhas verdadeiras;

f) 4,3 unidades básicas (5 mudas) com coeficiente de determinação de 93,7% para a área foliar (Figura 2).

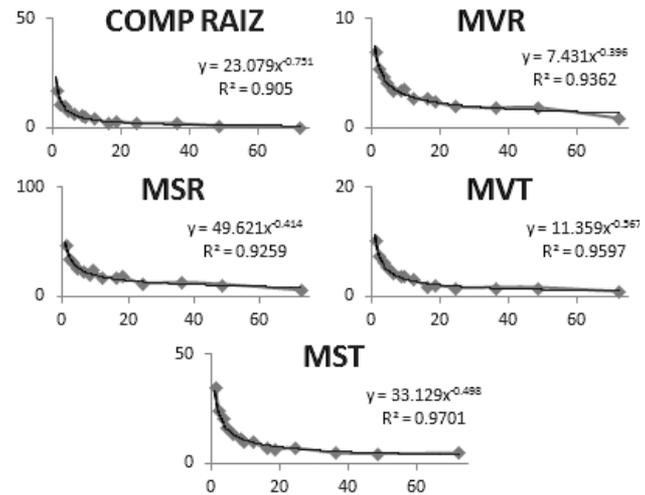


Figura 2. Gráficos do ajuste da equação para as características: comprimento da raiz (COMP RAIZ), massa verde radicular (MVR), massa seca radicular (MSR), massa verde total (MVT) e massa seca total (MST) para mudas da cultivar Rubi MG 1192.

Observa-se como tamanho de parcelas para área útil:

- 5,0 unidades básicas (5 mudas) com coeficiente de determinação de 90,50% para comprimento radicular;
- 1,9 unidades básicas (2 mudas) com coeficiente de determinação de 93,62% para massa verde radicular;
- 3,1 unidades básicas (4 mudas) com coeficiente de determinação de 95,97% para massa verde total;
- 7,7 unidades básicas (8 mudas) com coeficiente de determinação de 92,59% para massa seca radicular;
- 6,0 unidades básicas (6 mudas) com coeficiente de determinação de 97,01% para massa seca total (figura 3).

A tabela 3 apresenta as equações ajustadas para os coeficientes de variação médios, conforme a equação 1. Verifica-se que o ajuste das equações aos dados foi alto, pois os coeficientes de determinação ficaram acima de 90% para todas as variáveis respostas. Pelo método da máxima curvatura, o melhor tamanho de parcelas para diâmetro de coleto foi 3 mudas; para altura das mudas, massa verde aérea e número de folhas verdadeiras, foi 4 mudas; e para massa seca aérea, foi 6 mudas (tabela 3). Tal discrepância se deve à variabilidade inerente ao material mensurado. Novamente, como ocorreu para a parte aérea da muda e para a parte radicular, cada característica

Característica avaliada	Tamanho estimado de parcela	Equação	R ² (%)
Altura da muda (cm)	3,2	$y = 14,55 x^{-0,39}$	96,0
Área foliar (cm ²)	4,3	$y = 24,46 x^{-0,34}$	93,7
Comprimento radicular (cm)	5,0	$y = 23,07 x^{-0,75}$	90,5
Diâmetro coleto (mm)	3,0	$y = 12,91 x^{-0,41}$	96,0
Nº de folhas verdadeiras	3,8	$y = 15,68 x^{-0,55}$	96,6
Massa verde aérea (g)	3,6	$y = 14,81 x^{-0,51}$	93,3
Massa seca aérea (g)	5,5	$y = 31,18 x^{-0,41}$	95,2
Massa verde radicular(g)	1,9	$y = 7,431 x^{-0,39}$	93,6
Massa seco radicular (g)	7,7	$y = 49,62 x^{-0,41}$	92,6
Massa verde total (g)	3,1	$y = 31,12 x^{-0,49}$	96,0
Massa seca total (g)	6,0	$y = 11,35 x^{-0,56}$	97,0

Tabela 3. Número de mudas estimado para cada característica da parte aérea e total, equação ajustada e coeficiente de determinação (R²) para mudas de mudas de *Coffea arabica* L. cv. cultivar Rubi MG 1192.

apresenta um tamanho de parcela estimado. Para cada parte observada, encontrou-se um tamanho estimado de parcelas úteis, sendo que o melhor tamanho para massa verde radicular foi 2 mudas; para massa verde total foi 4 mudas; para comprimento radicular foi 5 mudas; para massa seca total, 6 mudas; e para massa seca radicular, 8 mudas (tabela 3).

O tamanho da parcela mostrou um comportamento diferenciado de acordo com a característica, sendo maiores para o peso da massa seca da parte radicular e menor para o peso da massa verde radicular com aproximadamente 8 e 2 mudas para área útil da parcela. As informações sobre tamanho adequado de parcela em experimentos com mudas de cafeeiro Rubi são escassas e variáveis, principalmente considerando-se trabalhos realizados no Brasil. As estimativas do tamanho das parcelas aqui obtidas de 8 mudas como parcelas úteis já foram trabalhadas por Rosa et al. (2007), porém diferem dos valores trabalhados por outros pesquisadores: 3 mudas (Freitas et al., 2003), 5 mudas (Paiva; Guimarães; Souza 2003) e 7 mudas (Laviola et al., 2007). Em experimentos com mudas de cafeeiro da cultivar Rubi MG1192, geralmente todas as características aqui consideradas são analisadas, sendo portanto necessário escolher uma parcela que permita a adequada avaliação de todas elas. Assim, o tamanho adequado de parcela útil deve apresentar 8 mudas, tomando-se como base a avaliação da massa seca radicular, que exigiu parcelas de maior tamanho.

Conclusões

O tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café da cultivar Rubi MG 1192 varia de 2 a 8 mudas por parcela, de acordo com a variável em estudo. Com 8 mudas como parcela útil podem ser analisadas todas as variáveis em estudo.

Referências bibliográficas

- ALMEIDA, S. L. S.; COGO, F. D.; GONÇALVES, B. O.; RIBEIRO, B. T.; CAMPOS, K. A.; MORAIS, A. R. Adição de Resíduos Orgânicos ao Substrato para Produção de Mudanças de Café em Taubaté. **Agrogeoambiental**, Incofidentes, v.3, n.2, p.9-13, 2011.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.
- COGO, F. D.; LOPES, F. A. B.; VIEIRA, R. J.; ALMEIDA, S. L. S. A.; CAMPOS, K. A. Resposta de Mudanças de Café à Aplicação de Resíduos Orgânicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.5, n.2, p.29-33, 2011.
- CFSMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Lavras, 1999. 263p.

DAVIES, A. P.; GOVAERTS R.; BRIDSON, D. M.; STOFFELEN P. An Annotated Taxonomic Conspectus of Genus *Coffea* (*Rubiaceae*). **Journal of the Linnean Society**, London, n.152, p. 465-512, 2006.

FREITAS, R. B. de; OLIVIERA, L. E. M. de; DELU FILHO, N.; SOARES, A. M. Influência de Diferentes Níveis de Sombreamento no Comportamento Fisiológico de Cultivares de Café (*Coffea arabica* L.). **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p. 804-810, 2004.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; MAURI, A. L. Influência do Nível de Adubação de Plantas Matrizes na Formação de Mudas de Cafeeiros em Sistema Hidropônico. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p. 1043-1047, 2007.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of Plotium Field Plot Shape and Size for Testing Yield in *Crambe abyssinica* Hochst. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 648-650, 1971.

PAIVA, L. C.; GUIMARAES, R. J. e SOUZA, C. A. S. Influência de Diferentes Níveis de Sombreamento sobre o Crescimento de Mudas de Cafeeiro (*Coffea arabica* L.), **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.1, p. 134-140, 2003.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15.ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451p.

ROSA, S. D. V. F. da; MELO, L. Q; VEIGA, A. D.; OLIVEIRA, S.; SOUZA, C. A. S. Formação de Mudas de *Coffea Arabica* L. cv. Rubi Utilizando Sementes ou Frutos em Diferentes Estágios de Desenvolvimento. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.2, p. 349-356, 2007.

SILVA, A. R.; LEITE, M. T.; FERREIRA, M. C. Estimativa da Área Foliar e Capacidade de Retenção de Calda Sanitária em Cafeeiro. **Bioscience Journal**., Uberlândia, v.24, n.3, p.66-73, 2008.

VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. Efeitos de Recipientes e Substratos Utilizados na Produção de Mudas de Cafeeiro no Desenvolvimento Inicial em Casa de Vegetação, sob Estresse Hídrico. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 320-328, 2010.