

Tamanho de parcela e número de repetições em feijão guandu

Plot size and number of repetitions in pigeonpea

Gustavo Oliveira dos Santos^I Alberto Cargnelutti Filho^{II} Bruna Mendonça Alves^I
Cláudia Burin^I Giovani Facco^I Marcos Toebe^{III} Jéssica Andriara Kleinpaul^{IV}
Ismael Mario Márcio Neu^{IV} Réges Bellé Stefanello^{IV}

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições para avaliar a massa verde de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), em épocas e anos de avaliação. Foram realizados 80 ensaios de uniformidade de 6m×6m (36m²). Cada ensaio foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m, totalizando 2.880UEB. Foi pesada a massa verde das plantas de cada UEB. No ano agrícola 2011/2012, foram avaliados 16 ensaios aos 127 dias após a semeadura (DAS) e 24 aos 139DAS. Em 2012/2013, foram avaliados quatro ensaios em cada uma das épocas (163, 167, 170, 174, 177, 181, 184, 188, 191 e 195DAS). O tamanho ótimo de parcela foi determinado por meio do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação e as comparações de médias, entre épocas e os anos de avaliação, foram feitas pelo teste de Scott-Knott. O número de repetições, em cenários formados pelas combinações de *i* tratamentos (*i*=3, 4, ..., 50) e *d* diferenças mínimas entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em porcentagem da média do experimento (*d*=10%, 15%, ..., 50%), foi determinado por processo iterativo até a convergência. O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de feijão guandu é 8,39m². Quatro repetições, para avaliar até 50 tratamentos, são suficientes para identificar, como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, diferenças entre médias de tratamentos de 54,1% da média do experimento.

Palavras-chave: *Cajanus cajan* (L.) Millsp., planejamento experimental, precisão experimental.

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine the optimum plot size and number of repetitions, to evaluate the fresh weight of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), in times and years. Eighty uniformity trials of 6m×6m (36m²) were conducted. Each trial

was divided in 36 basic experimental units (BEU) of 1m×1m, totaling 2,880BEU. The fresh weight of plants, in each BEU was weighed. The agricultural year 2011/2012, were evaluated 16 trials at 127 days after sowing (DAS) and 24 to 139DAS. In 2012/2013, four trials at each of times (163, 167, 170, 174, 177, 181, 184, 188, 191 and 195DAS) were evaluated. The optimum plot size was determined by the method of maximum curvature of the coefficient of variation model and the means compared, among evaluation times and years, by Scott-Knott test. The number of repetitions, in scenarios of combinations of *i* treatments (*i*=3, 4, ..., 50) and *d* minimal differences between treatments means, to be detected as significant, 5% probability by Tukey's test, expressed in percentage of experiment average (*d*=10%, 15%, ..., 50%), was determined by iterative process until convergence. The optimum plot size to evaluate the fresh weight of pigeonpea is 8.39m². Four replications, to evaluate up to 50 treatments, are sufficient to identify, as significant at 5% probability by Tukey's test, differences between treatment means of 54.1% of the average experiment.

Key words: *Cajanus cajan* (L.) Millsp., experimental planning, experimental precision.

INTRODUÇÃO

O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é uma leguminosa utilizada para cobertura de solo e tem sido estudado, isoladamente ou em consórcio com outras plantas de cobertura de solo (ALVARENGA et al., 1995; SODRÉ FILHO et al., 2004; SUZUKI & ALVES, 2006; BERTOLIN et al., 2008; FINHOLDT et al., 2009; MAIOR JÚNIOR et al., 2009; ALMEIDA & CAMARA, 2011; CAVALCANTE et al., 2012). De maneira geral, nesses estudos, foram abordados

^IPrograma de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

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

^{III}Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Itaquí, RS, Brasil.

^{IV}Departamento de Agronomia, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

aspectos relacionados ao acúmulo de nutrientes, à produção de sementes, massas verde e seca e, ainda, à conservação, recuperação e cobertura de solo. Nessas pesquisas, foram apontadas características promissoras da cultura de feijão guandu, com massa verde de parte aérea entre 4,683t ha⁻¹ (SODRÉ FILHO et al., 2004) e 51,9t ha⁻¹ (ALVARENGA et al., 1995).

Estudos realizados com a cultura do feijão guandu mostram que os experimentos apresentam variabilidade no tamanho de parcela e no número de repetições. Na avaliação de feijão guandu e outras sete espécies, ALVARENGA et al. (1995) utilizaram parcelas de 12m² (4m×3m) e coletaram três amostras de 0,5m² de cada parcela, para determinar a massa verde. Parcelas de 180m² (15m×12m) com área útil de 130m² foram utilizadas por SODRÉ FILHO et al. (2004). Os autores avaliaram a massa verde de feijão guandu e outras espécies em duas amostras de 1,0m² de cada parcela. No estudo de cinco plantas de cobertura de solo (mucuna-preta, milheto, crotalária, guandu e vegetação espontânea - pousio), SUZUKI & ALVES (2006) utilizaram parcelas de 42m² (7m×6m) e amostras de 1,0m² por parcela na determinação da massa verde.

Na avaliação de crotalária, feijão guandu, milheto, aveia preta, braquiarião e a testemunha (solo em pousio), parcelas de 5m² (2,5m×2,0m), com área útil de 4m², foram utilizadas por FINHOLDT et al. (2009), sendo a massa verde avaliada em uma amostra de 0,5m² por parcela. Para a produtividade de biomassa e o acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, entre eles o feijão guandu, ALMEIDA & CAMARA (2011) avaliaram a massa verde em parcelas de 12m² (6m×2m). A massa verde de feijão guandu e outras plantas de cobertura foi avaliada por CAVALCANTE et al. (2012), em amostras de 1,0m² de parcelas de 32m² (8m×4m).

Em experimentos com feijão guandu, MAIOR JÚNIOR et al. (2009) avaliaram três tratamentos em parcelas de 40m² e BERTOLIN et al. (2008), 40 tratamentos em parcelas de 9,0m² (6,0m×1,5m) e 15,0m² (6,0m×2,5m), respectivamente, para espaçamentos de 30 e 50cm entre linhas. Quanto ao delineamento e o número de repetições, FINHOLDT et al. (2009) utilizaram o inteiramente casualizado e quatro repetições. Enquanto que em outros estudos foram utilizadas três repetições (ALVARENGA et al., 1995; SODRÉ FILHO et al., 2004), quatro repetições (SUZUKI & ALVES, 2006; BERTOLIN et al., 2008; ALMEIDA & CAMARA, 2011; CAVALCANTE et al., 2012) e cinco repetições (MAIOR JÚNIOR et al., 2009) no delineamento blocos ao acaso.

Planejamentos experimentais, com adequado dimensionamento de tamanho ótimo de parcela e número de repetições, são fundamentais para quantificar,

com precisão, a massa verde de espécies de cobertura de solo, em épocas de avaliação. A partir de dados obtidos em ensaios de uniformidade (experimentos sem tratamentos, em que a cultura agrícola e todos os procedimentos realizados são homogêneos em toda a área experimental), é possível determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições. Dimensionamentos do tamanho ótimo de parcela têm sido realizados para a mensuração da massa verde de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014) e de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015). No entanto, em outras plantas de cobertura de solo, como o feijão guandu, investigações sobre o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições, para avaliar a massa verde, não foram encontradas na literatura. Além disso, possível diferença de tamanho de parcela entre as épocas e anos de avaliação não é conhecida. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela e o número de repetições, para avaliar a massa verde de feijão guandu, em épocas e anos de avaliação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 80 ensaios de uniformidade com feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), cultivar 'BRS Mandarin', numa área experimental de 28m×66m (1.848m²) do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, a 29°42'S, 53°49'W e a 95m de altitude. Conforme classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (HELDWEIN et al., 2009) e o solo é Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (SANTOS et al., 2006). Desses 80 ensaios de uniformidade, 40 foram conduzidos no ano agrícola 2011/2012 e os outros 40 no ano agrícola 2012/2013. As sementes de feijão guandu, no ano agrícola 2011/2012, foram semeadas a lanço no dia 26/01/2012 e emergiram em 31/01/2012. No ano agrícola 2012/2013, na mesma área experimental do ano anterior, em 20/11/2012, foi realizada a semeadura em linhas, espaçadas a 0,50m, com emergência das plantas em 01/12/2012. A adubação de base, nos dois anos agrícolas, foi de 40kg ha⁻¹ de N, 160kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 160kg ha⁻¹ de K₂O.

Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×6m (36m²) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1m²), formando uma matriz de seis linhas e seis colunas. No ano agrícola 2011/2012, em 16 ensaios, aos 127 dias após a semeadura (DAS) e em 24 ensaios aos 139DAS, e no ano agrícola 2012/2013, em quatro ensaios de cada uma das dez épocas de avaliação (163, 167, 170, 174, 177,

181, 184, 188, 191 e 195DAS), em cada UEB, foram cortadas as plantas, junto à superfície do solo, pesada a massa verde, em gramas m² e contado o número de plantas. Por meio dessa contagem, a densidade obtida foi de 116.889 e 120.118 plantas ha⁻¹, respectivamente, para os anos agrícolas 2011/2012 e 2012/2013.

Para cada ensaio de uniformidade, com os dados de massa verde das 36UEB, foram determinados o coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ), a variância (s^2), a média (m), o coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), o tamanho ótimo de parcela (X_o , em m²) e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} , em %). A estimativa de ρ foi obtida no sentido das linhas, conforme equação descrita em PARANAÍBA et al. (2009) e aplicação em CARGNELUTTI FILHO et al. (2015).

Com base no método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, proposto por PARANAÍBA et al. (2009), foi determinado o tamanho ótimo de parcela $X_o = \left(10\sqrt[3]{2(1-\rho^2)s^2m}\right)/m$ e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela $CV_{X_o} = \left(\sqrt{(1-\rho^2)s^2/m^2}\right)/\sqrt{X_o} \times 100$. As comparações de médias das estatísticas ρ , s^2 , m , CV, X_o e CV_{X_o} foram realizadas a 5% de probabilidade e das seguintes formas: a) as duas épocas de avaliação, no primeiro ano agrícola, foram comparadas pelo teste F da análise de variância (um fator, ou seja, época de avaliação com dois níveis) via *bootstrap* com 2.000 reamostragens; b) as dez épocas de avaliação, no segundo ano agrícola, foram comparadas pelo teste de *Scott-Knott* via *bootstrap* com 2.000 reamostragens, precedido da análise de variância (um fator, ou seja, época de avaliação com dez níveis) via *bootstrap* com 2.000 reamostragens; e c) os dois anos agrícolas, independentemente da época de avaliação dentro do ano, foram comparados pelo teste F da análise de variância (um fator, ou seja, ano agrícola com dois níveis) via *bootstrap* com 2.000 reamostragens. Nessas análises de variância, os ensaios foram considerados repetições (amostras independentes). As análises de variância e o teste de *Scott-Knott* via *bootstrap* foram realizados no aplicativo SISVAR e, segundo FERREIRA (2014), esses procedimentos estatísticos são adequados para contornar possíveis impactos do não atendimento das pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias residuais.

Para o cálculo do número de repetições, partiu-se da diferença mínima significativa (d) do teste de Tukey, expressa em percentagem da média do experimento, que é estimada pela expressão $d = \left(q_{\alpha(i;GLE)}\sqrt{QME/r}\right)/m \times 100$, em que $q_{\alpha(i;GLE)}$ é o valor crítico do teste de Tukey em nível α de probabilidade de

erro ($\alpha=0,05$, nesse estudo), i é o número de tratamentos, GLE é o número de graus de liberdade do erro, ou seja, $i(r-1)$ para o delineamento inteiramente casualizado e $(i-1)(r-1)$ para o delineamento blocos ao acaso, QME é o quadrado médio do erro, r é o número de repetições e m é a média do experimento. Dessa forma, substituindo a expressão do coeficiente de variação experimental ($CV = \sqrt{QME}/m \times 100$), em percentagem, na expressão para o cálculo de d e isolando r , tem-se $r = \left(q_{\alpha(i;GLE)} CV/d\right)^2$. No estudo, o CV é expresso em percentagem e corresponde ao CV_{X_o} , pois esse é o CV esperado para o experimento com o tamanho ótimo de parcela (X_o) determinado.

A partir da maior média de CV_{X_o} , entre as épocas de avaliação dos dois anos agrícolas, determinou-se o número de repetições (r), por processo iterativo até a convergência, para experimentos nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, em cenários formados pelas combinações de i ($i=3, 4, \dots, 50$) e d ($d=10\%, 15\%, \dots, 50\%$). As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel® e dos *softwares* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e SISVAR (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, nos dois anos agrícolas, houve diminuição gradativa da massa verde de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), cultivar 'BRS Mandarin', no sentido da primeira para a última avaliação (Tabelas 1 e 2). Esses resultados podem, provavelmente, serem explicados pelo fato de a primeira avaliação ter sido realizada no florescimento, período que coincide com a maior quantidade de massa verde e o máximo desenvolvimento vegetativo (CAVALCANTE et al., 2012). A massa verde, obtida nessas épocas de avaliação, foi superior às obtidas por SODRÉ FILHO et al. (2004) (4,683t ha⁻¹), MAIOR JÚNIOR et al. (2009) (6,18t ha⁻¹) e FINHOLDT et al. (2009) (9,50t ha⁻¹), semelhante às obtidas por CAVALCANTE et al. (2012) (29,7t ha⁻¹) e SUZUKI & ALVES (2006) (32,708t ha⁻¹) e inferior às obtidas por ALMEIDA & CAMARA (2011) (42,5t ha⁻¹) e ALVARENGA et al. (1995) (51,9t ha⁻¹). Assim, diante do elevado número de ensaios de uniformidade (80), que contempla distintas épocas e sistemas de semeadura e épocas e anos de avaliação (ampla variabilidade), aliado ao bom desenvolvimento da cultura, caracteriza a adequabilidade desse banco de dados para esse estudo.

Em relação aos dados de massa verde de feijão guandu, houve variabilidade das estimativas do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ), da variância (s^2), da média (m) e do coeficiente de variação do ensaio (CV), entre os ensaios de uniformidade, em cada época de avaliação

Tabela 1 - Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ), variância (s^2), média (m), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %) e tamanho ótimo de parcela (X_o , em m^2) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} , em %), para a massa verde de feijão guandu, em gramas por unidade experimental básica de $1m \times 1m$ ($1m^2$), em dezesseis ensaios de uniformidade, avaliados aos 127 dias após a semeadura (primeira época) e em vinte e quatro ensaios de uniformidade, avaliados aos 139 dias após a semeadura (segunda época) do ano agrícola 2011/2012, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

Dias após a semeadura	Ensaio ⁽¹⁾	ρ	s^2	m	CV (%)	X_o (m^2)	CV_{X_o} (%)
127	1	-0,23	630.608,94	2.469,25	32,16	5,81	12,99
127	2	-0,18	452.903,22	2.472,92	27,21	5,23	11,70
127	3	0,04	1.061.425,43	1.657,94	62,14	9,17	20,51
127	4	0,07	850.237,43	2.288,33	40,29	6,86	15,34
127	5	0,22	566.233,23	2.322,44	32,40	5,84	13,07
127	6	-0,15	732.538,19	2.410,92	35,50	6,27	14,02
127	7	-0,12	913.366,33	1.763,31	54,20	8,34	18,64
127	8	0,07	890.972,82	2.201,08	42,88	7,15	15,99
127	9	0,06	572.470,40	2.284,00	33,13	6,02	13,47
127	10	-0,15	673.381,11	2.593,17	31,64	5,81	12,98
127	11	0,01	596.465,97	1.733,83	44,54	7,35	16,43
127	12	0,09	815.285,06	1.899,53	47,53	7,65	17,11
127	13	0,18	546.123,23	2.427,97	30,44	5,64	12,61
127	14	-0,05	467.223,26	2.109,78	32,40	5,94	13,28
127	15	-0,12	518.575,56	1.832,92	39,29	6,72	15,04
127	16	0,08	482.665,79	1.816,75	38,24	6,62	14,81
Média		-0,01 a	673.154,75 a	2.142,76 a	39,00 b	6,65 b	14,87 b
139	1	-0,02	363.275,02	2.192,89	27,49	5,33	11,91
139	2	-0,09	932.501,40	2.196,50	43,96	7,27	16,25
139	3	-0,15	356.343,96	1.602,92	37,24	6,48	14,48
139	4	-0,03	455.942,31	1.591,44	42,43	7,11	15,90
139	5	0,25	671.597,99	2.109,69	38,85	6,57	14,69
139	6	-0,24	449.991,69	1.863,17	36,00	6,26	13,99
139	7	-0,26	471.373,86	1.618,47	42,42	6,95	15,54
139	8	-0,04	558.664,63	1.419,06	52,67	8,21	18,36
139	9	0,11	514.850,41	1.803,22	39,79	6,79	15,18
139	10	-0,27	658.334,26	1.684,53	48,17	7,56	16,90
139	11	0,26	734.603,86	1.533,83	55,88	8,35	18,67
139	12	0,13	388.225,85	1.453,44	42,87	7,12	15,93
139	13	0,24	645.929,96	1.164,58	69,01	9,65	21,59
139	14	0,08	586.895,70	1.475,31	51,93	8,12	18,16
139	15	0,11	492.632,71	1.249,17	56,19	8,55	19,11
139	16	0,14	515.728,16	1.448,19	49,59	7,84	17,54
139	17	0,13	323.024,38	699,72	81,23	10,91	24,39
139	18	0,28	327.803,91	1.388,50	41,23	6,80	15,20
139	19	-0,09	289.527,88	1.578,94	34,08	6,13	13,71
139	20	-0,26	331.646,28	1.334,69	43,15	7,02	15,70
139	21	-0,01	251.531,00	903,03	55,54	8,51	19,03
139	22	-0,02	405.410,02	1.136,39	56,03	8,56	19,14
139	23	0,11	392.021,16	1.591,58	39,34	6,74	15,06
139	24	-0,14	256.002,86	1.335,00	37,90	6,56	14,66
Média		0,01 a	473.910,80 b	1.515,59 b	46,79 a	7,47 a	16,71 a
Média geral		0,00	553.608,38	1.766,46	43,67	7,15	15,98

⁽¹⁾Cada ensaio de uniformidade de tamanho $6m \times 6m$ ($36m^2$) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas de $1m \times 1m$ ($1m^2$), formando uma matriz de seis linhas e seis colunas. ⁽²⁾Para cada estatística (ρ , s^2 , m , CV, X_o e CV_{X_o}), as médias não seguidas por mesma letra na coluna (comparação de médias entre as épocas de avaliação) diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste F da análise de variância via *bootstrap* com 2.000 reamostragens.

Tabela 2 - Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ), variância (s^2), média (m), coeficiente de variação do ensaio (CV, em %), tamanho ótimo de parcela (X_o , em m^2) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} , em %), para a massa verde de feijão guandu, em gramas por unidade experimental básica de $1m \times 1m$ ($1m^2$), em quatro ensaios de uniformidade avaliados em dez épocas (163, 167, 170, 174, 177, 181, 184, 188, 191 e 195 dias após a semeadura) do ano agrícola 2012/2013, em Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul.

Dias após a semeadura	Ensaio ⁽¹⁾	ρ	s^2	m	CV (%)	X_o (m^2)	CV_{X_o} (%)
163	1	0,01	1.766.985,98	3.557,28	37,37	6,54	14,62
163	2	0,00	660.214,83	3.616,28	22,47	4,66	10,41
163	3	-0,09	1.253.264,42	3.724,39	30,06	5,64	12,61
163	4	0,01	1.302.355,56	3.627,25	31,46	5,83	13,03
Média		-0,02 a	1.245.705,20 a	3.631,30 a	30,34 c	5,67 b	12,67 b
167	1	-0,16	2.141.152,14	4.010,08	36,49	6,38	14,27
167	2	0,00	1.125.965,99	3.575,31	29,68	5,61	12,54
167	3	-0,15	829.165,84	3.601,61	25,28	5,00	11,18
167	4	-0,07	1.304.524,68	3.301,94	34,59	6,24	13,86
Média		-0,09 a	1.350.202,16 a	3.622,24 a	31,51 c	5,80 b	12,96 b
170	1	-0,20	1.701.284,80	4.065,94	32,08	5,82	13,02
170	2	-0,08	1.567.582,14	3.454,50	36,24	6,39	14,29
170	3	-0,20	1.639.705,38	3.172,22	40,37	6,79	15,19
170	4	0,18	1.172.691,27	3.066,86	35,31	6,22	13,91
Média		-0,07 a	1.520.315,90 a	3.439,88 a	36,00 c	6,31 b	14,10 b
174	1	-0,37	1.994.736,08	3.805,97	37,11	6,20	13,86
174	2	-0,25	1.233.088,59	3.663,08	30,31	5,57	12,45
174	3	0,09	1.054.306,24	3.187,39	32,21	5,90	13,20
174	4	-0,43	1.368.919,49	3.052,78	38,33	6,22	13,90
Média		-0,24 a	1.412.762,60 a	3.427,31 a	34,49 c	5,97 b	13,35 b
177	1	-0,11	2.933.140,69	3.862,36	44,34	7,29	16,31
177	2	0,05	1.476.415,01	3.293,72	36,89	6,48	14,48
177	3	-0,01	1.445.426,88	2.549,47	47,16	7,63	17,07
177	4	0,00	1.993.359,45	3.408,44	41,42	7,00	15,65
Média		-0,02 a	1.962.085,51 a	3.278,50 a	42,45 b	7,10 a	15,88 a
181	1	-0,14	1.426.117,66	3.427,00	34,85	6,20	13,86
181	2	-0,14	1.099.542,24	3.208,86	32,68	5,94	13,28
181	3	-0,32	1.087.761,13	2.365,11	44,10	7,04	15,75
181	4	-0,39	1.364.485,82	2.924,31	39,94	6,47	14,48
Média		-0,24 a	1.244.476,71 a	2.981,32 a	37,89 b	6,41 b	14,34 b
184	1	-0,34	2.496.394,87	3.451,64	45,78	7,18	16,06
184	2	0,05	1.554.619,91	2.482,25	50,23	7,96	17,79
184	3	0,09	891.328,20	2.230,47	42,33	7,08	15,84
184	4	0,12	1.477.430,69	2.127,78	57,13	8,63	19,29
Média		-0,02 a	1.604.943,42 a	2.573,03 b	48,86 a	7,71 a	17,24 a
188	1	-0,05	1.595.525,51	3.222,50	39,20	6,74	15,08
188	2	0,11	2.026.368,74	2.414,06	58,97	8,82	19,73
188	3	-0,01	885.893,02	1.487,69	63,27	9,28	20,76
188	4	0,52	1.070.218,42	1.527,61	67,72	8,75	19,56
Média		0,14 a	1.394.501,42 a	2.162,97 b	57,29 a	8,39 a	18,76 a
191	1	-0,42	1.445.741,34	2.797,47	42,98	6,74	15,06
191	2	-0,11	1.394.235,34	2.005,03	58,89	8,82	19,72
191	3	0,37	459.339,43	1.148,33	59,02	8,43	18,85
191	4	0,45	419.708,56	1.138,31	56,91	8,01	17,91
Média		0,08 a	929.756,17 a	1.772,28 b	54,45 a	8,00 a	17,89 a
195	1	0,06	886.831,09	2.806,33	33,56	6,08	13,59
195	2	0,18	1.935.973,37	2.345,00	59,33	8,80	19,68
195	3	0,41	505.233,49	1.315,22	54,04	7,87	17,59
195	4	0,28	952.636,05	1.341,06	72,78	9,92	22,17
Média		0,23 a	1.070.168,50 a	1.951,90 b	54,93 a	8,17 a	18,26 a
Média geral		-0,03	1.373.491,76	2.884,07	42,82	6,95	15,55

⁽¹⁾Cada ensaio de uniformidade de tamanho $6m \times 6m$ ($36m^2$) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas de $1m \times 1m$ ($1m^2$), formando uma matriz de seis linhas e seis colunas. ⁽²⁾Para cada estatística (ρ , s^2 , m, CV, X_o e CV_{X_o}), as médias não seguidas por mesma letra na coluna (comparação de médias entre as épocas de avaliação) diferem, a 5% de probabilidade, pelo teste de *Scott-Knott* via *bootstrap* com 2.000 reamostragens.

e ano agrícola (Tabelas 1 e 2). Consequentemente, a variabilidade constatada, também, nas estimativas do tamanho ótimo de parcela (X_o) e do coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}), é explicada pelo fato de essas estimativas serem calculadas com base em ρ , s^2 e m (PARANAÍBA et al., 2009). Ampla variabilidade das estatísticas ρ , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} , entre os 80 ensaios de uniformidade, é importante para o dimensionamento do tamanho de parcela e do número de repetições e reflete condições de áreas de campo, também constatadas em aveia preta (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014) e tremoço branco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015).

No ano agrícola 2011/2012, a média do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (ρ) da avaliação aos 127 dias após a semeadura (DAS, $\rho=-0,01$) não diferiu da média aos 139DAS ($\rho=0,01$). Já a variância (s^2) e a média (m) foram maiores na primeira época de avaliação (127DAS) e o coeficiente de variação do ensaio (CV), o tamanho ótimo de parcela (X_o) e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}) foram maiores na segunda época de avaliação (139DAS) (Tabela 1). Esses resultados sugerem que avaliações realizadas no florescimento (127DAS), além de mais precisas (menores escores de CV , X_o e CV_{X_o}) coincidem com maior quantidade de massa verde e, portanto, em experimentos, essa deve ser a época preferencial para avaliar a massa verde de feijão guandu.

No ano agrícola 2012/2013, as médias das estatísticas ρ e s^2 não diferiram entre as dez épocas de avaliação (163, 167, 170, 174, 177, 181, 184, 188, 191 e 195DAS) e a média (m) foi maior nas épocas iniciais de avaliação (163, 167, 170, 174, 177 e 181DAS) em relação às finais (184, 188, 191 e 195DAS). Consequentemente, os maiores escores do CV , nas épocas finais, são explicados pela não alteração da s^2 e redução da média de massa verde. Com isso, também maiores escores de X_o e CV_{X_o} foram observados nas épocas finais de avaliação (Tabela 2). Portanto, esses resultados reforçam a inferência anterior de que as épocas mais próximas ao florescimento devem ser preferidas para a avaliação da massa verde de feijão guandu. Além disso, como as estimativas de X_o e CV_{X_o} diferem entre as épocas, é importante planejar o experimento com base nas maiores estimativas de X_o e CV_{X_o} , a fim de garantir precisão para as demais épocas de avaliação. Distintos tamanhos ótimos de parcela, entre épocas de avaliação, também foram observados para avaliar a massa verde de tremoço branco (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015).

A partir do teste F da análise de variância (um fator) via *bootstrap* com 2.000 reamostragens,

independentemente da época de avaliação, a média do ρ dos 40 ensaios conduzidos no ano agrícola 2011/2012 ($\rho=0,00$) não diferiu da média dos 40 ensaios conduzidos em 2012/2013 ($\rho=-0,03$) ($Pr>F=0,554$) (Tabelas 1 e 2). Porém, as estatísticas s^2 ($Pr>F=0,000$) e m ($Pr>F=0,000$) diferiram, sendo ambas maiores em 2012/2013. Com isso, não houve diferença do CV ($Pr>F=0,742$) entre os anos e, consequentemente, em X_o ($Pr>F=0,505$) e CV_{X_o} ($Pr>F=0,478$). Portanto, como X_o e CV_{X_o} não diferiram entre os anos, mas diferiram entre as épocas dentro de ano, para garantir precisão satisfatória para todas épocas e anos de avaliação, o planejamento experimental com base no maior tamanho de parcela é o procedimento adequado. Assim, com base na média dos quatro ensaios avaliados aos 188DAS, em 2012/2013 (Tabela 2) (maior média de X_o entre todas as épocas de avaliação), pode-se inferir que o tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de feijão guandu é de 8,39m² e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela foi 18,76%, o qual é o valor base para o cálculo do número de repetições.

Na avaliação de massa verde de feijão guandu e outras espécies, os tamanhos de parcela utilizados por ALVARENGA et al. (1995), SODRÉ FILHO et al. (2004), SUZUKI & ALVES (2006) e CAVALCANTE et al. (2012) foram superiores aos obtidos neste estudo, porém as amostragens, para avaliação da massa verde, foram em áreas menores que 8,39m². Já FINHOLDT et al. (2009) utilizaram parcelas de 5m² e amostragens em áreas menores que 8,39m² (uma amostra de 0,5m² por parcela). Não foram encontrados estudos de tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de feijão guandu para serem comparados com os obtidos neste estudo. Para avaliar a massa verde de outras plantas de cobertura, como a aveia preta e tremoço branco, foram determinados tamanhos de parcela de 4,14m² (CARGNELUTTI FILHO et al., 2014) e 7,48m² (CARGNELUTTI FILHO et al., 2015).

Para experimentos no delineamento inteiramente casualizado (DIC), o número de repetições (r) oscilou entre 2,90, para três tratamentos e precisão de 50% (menor precisão) e 112,32 repetições, para 50 tratamentos e precisão de 10% (maior precisão) (Tabela 3). Já para experimentos no delineamento blocos ao acaso (DBA), o número de repetições variou entre 2,48 (três tratamentos e $d=50\%$) e 112,33 (50 tratamentos e $d=10\%$) (Tabela 4). Portanto, independentemente do delineamento experimental, obter precisão de 10% (maior precisão) é impraticável pelo elevado número de repetições necessário. No entanto, é

Tabela 3 - Número de repetições, para experimentos no delineamento inteiramente casualizado, em cenários formados pelas combinações de i tratamentos ($i=3, 4, \dots, 50$) e d diferenças mínimas entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em percentagem da média do experimento ($d=10\%, 15\%, \dots, 50\%$), para avaliar a massa verde de feijão guandu, a partir de tamanho ótimo de parcela ($X_0=8,39m^2$) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ($CV_{X_0}=18,76\%$).

i	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
3	39,67	18,22	10,72	7,27	5,42	4,32	3,61	3,13	2,90
4	47,31	21,51	12,50	8,35	6,10	4,77	3,91	3,33	2,94
5	53,11	24,03	13,86	9,17	6,63	5,12	4,14	3,49	3,03
6	57,82	26,07	14,97	9,84	7,07	5,41	4,34	3,62	3,11
7	61,78	27,79	15,91	10,42	7,44	5,66	4,51	3,74	3,20
8	65,20	29,28	16,72	10,92	7,77	5,89	4,67	3,85	3,27
9	68,21	30,60	17,44	11,36	8,06	6,09	4,81	3,94	3,34
10	70,91	31,78	18,09	11,76	8,33	6,27	4,94	4,04	3,40
11	73,35	32,84	18,67	12,12	8,57	6,43	5,06	4,12	3,46
12	75,58	33,82	19,21	12,45	8,79	6,59	5,17	4,20	3,52
13	77,62	34,72	19,70	12,76	8,99	6,73	5,27	4,27	3,57
14	79,52	35,55	20,16	13,04	9,19	6,86	5,36	4,34	3,62
15	81,29	36,32	20,59	13,31	9,36	6,99	5,45	4,41	3,67
16	82,94	37,05	20,99	13,56	9,53	7,11	5,54	4,47	3,71
17	84,50	37,73	21,37	13,80	9,69	7,22	5,62	4,53	3,76
18	85,97	38,38	21,72	14,02	9,84	7,32	5,70	4,59	3,80
19	87,35	38,99	22,06	14,23	9,98	7,43	5,77	4,64	3,84
20	88,67	39,57	22,38	14,43	10,12	7,52	5,84	4,69	3,88
21	89,92	40,12	22,69	14,62	10,25	7,61	5,91	4,75	3,92
22	91,12	40,64	22,98	14,81	10,37	7,70	5,97	4,79	3,95
23	92,26	41,15	23,26	14,98	10,49	7,79	6,03	4,84	3,99
24	93,36	41,63	23,53	15,15	10,60	7,87	6,09	4,88	4,02
25	94,41	42,09	23,78	15,31	10,71	7,94	6,15	4,93	4,06
26	95,42	42,54	24,03	15,47	10,82	8,02	6,21	4,97	4,09
27	96,39	42,96	24,27	15,62	10,92	8,09	6,26	5,01	4,12
28	97,33	43,38	24,50	15,76	11,02	8,16	6,31	5,05	4,15
29	98,23	43,78	24,72	15,90	11,11	8,23	6,36	5,09	4,18
30	99,11	44,16	24,93	16,04	11,21	8,30	6,41	5,12	4,21
31	99,95	44,54	25,14	16,17	11,29	8,36	6,46	5,16	4,23
32	100,77	44,90	25,34	16,29	11,38	8,42	6,50	5,19	4,26
33	101,57	45,25	25,54	16,42	11,46	8,48	6,55	5,23	4,29
34	102,34	45,59	25,73	16,54	11,55	8,54	6,59	5,26	4,31
35	103,09	45,92	25,91	16,65	11,63	8,60	6,64	5,29	4,34
36	103,82	46,24	26,09	16,77	11,70	8,65	6,68	5,32	4,36
37	104,52	46,55	26,26	16,88	11,78	8,71	6,72	5,36	4,39
38	105,21	46,86	26,43	16,98	11,85	8,76	6,76	5,39	4,41
39	105,89	47,15	26,60	17,09	11,92	8,81	6,79	5,41	4,43
40	106,54	47,44	26,76	17,19	11,99	8,86	6,83	5,44	4,45
41	107,18	47,72	26,92	17,29	12,06	8,91	6,87	5,47	4,48
42	107,80	48,00	27,07	17,39	12,13	8,96	6,90	5,50	4,50
43	108,41	48,27	27,22	17,48	12,19	9,00	6,94	5,53	4,52
44	109,01	48,53	27,37	17,57	12,25	9,05	6,97	5,55	4,54
45	109,59	48,79	27,51	17,66	12,32	9,09	7,01	5,58	4,56
46	110,16	49,04	27,65	17,75	12,38	9,14	7,04	5,60	4,58
47	110,72	49,29	27,79	17,84	12,44	9,18	7,07	5,63	4,60
48	111,26	49,53	27,92	17,92	12,50	9,22	7,10	5,65	4,62
49	111,80	49,77	28,06	18,01	12,55	9,27	7,13	5,67	4,63
50	112,32	50,00	28,18	18,09	12,61	9,31	7,16	5,70	4,65

Tabela 4 - Número de repetições, para experimentos no delineamento blocos ao acaso, em cenários formados pelas combinações de i tratamentos ($i=3, 4, \dots, 50$) e d diferenças mínimas entre médias de tratamentos a serem detectadas como significativas a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, expressas em porcentagem da média do experimento ($d=10\%, 15\%, \dots, 50\%$), para avaliar a massa verde de feijão guandu, a partir de tamanho ótimo de parcela ($X_o=8,39m^2$) e coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela ($CV_{X_o}=18,76\%$).

i	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
3	40,17	18,71	11,22	7,77	5,90	4,80	3,99	3,21	2,48
4	47,59	21,80	12,78	8,63	6,38	5,04	4,18	3,59	3,16
5	53,30	24,21	14,05	9,35	6,82	5,30	4,32	3,67	3,20
6	57,95	26,20	15,10	9,98	7,20	5,54	4,48	3,75	3,24
7	61,87	27,89	16,01	10,52	7,54	5,76	4,62	3,84	3,30
8	65,27	29,36	16,80	10,99	7,85	5,97	4,75	3,93	3,35
9	68,27	30,66	17,50	11,42	8,13	6,15	4,87	4,01	3,40
10	70,96	31,83	18,14	11,81	8,38	6,32	4,99	4,09	3,45
11	73,39	32,89	18,72	12,16	8,61	6,48	5,10	4,17	3,51
12	75,61	33,85	19,25	12,49	8,83	6,63	5,21	4,24	3,56
13	77,66	34,75	19,73	12,79	9,03	6,76	5,30	4,31	3,60
14	79,55	35,58	20,19	13,07	9,21	6,89	5,39	4,37	3,65
15	81,31	36,35	20,61	13,34	9,39	7,02	5,48	4,44	3,70
16	82,97	37,07	21,01	13,58	9,55	7,13	5,56	4,50	3,74
17	84,52	37,75	21,39	13,82	9,71	7,24	5,64	4,55	3,78
18	85,98	38,39	21,74	14,04	9,86	7,34	5,72	4,61	3,82
19	87,37	39,00	22,08	14,25	10,00	7,44	5,79	4,66	3,86
20	88,69	39,58	22,40	14,45	10,13	7,54	5,86	4,71	3,90
21	89,94	40,13	22,70	14,64	10,26	7,63	5,92	4,76	3,93
22	91,13	40,66	22,99	14,82	10,38	7,71	5,99	4,81	3,97
23	92,28	41,16	23,27	14,99	10,50	7,80	6,05	4,85	4,00
24	93,37	41,64	23,54	15,16	10,61	7,88	6,11	4,90	4,04
25	94,42	42,10	23,79	15,32	10,72	7,96	6,16	4,94	4,07
26	95,43	42,55	24,04	15,48	10,83	8,03	6,22	4,98	4,10
27	96,40	42,97	24,28	15,63	10,93	8,10	6,27	5,02	4,13
28	97,34	43,39	24,51	15,77	11,03	8,17	6,32	5,06	4,16
29	98,24	43,78	24,73	15,91	11,12	8,24	6,37	5,10	4,19
30	99,12	44,17	24,94	16,04	11,21	8,30	6,42	5,13	4,21
31	99,96	44,54	25,15	16,17	11,30	8,37	6,47	5,17	4,24
32	100,78	44,90	25,35	16,30	11,39	8,43	6,51	5,20	4,27
33	101,57	45,25	25,54	16,42	11,47	8,49	6,56	5,23	4,29
34	102,35	45,59	25,73	16,54	11,55	8,55	6,60	5,27	4,32
35	103,09	45,92	25,92	16,66	11,63	8,60	6,64	5,30	4,34
36	103,82	46,24	26,09	16,77	11,71	8,66	6,68	5,33	4,37
37	104,53	46,56	26,27	16,88	11,78	8,71	6,72	5,36	4,39
38	105,22	46,86	26,44	16,99	11,86	8,76	6,76	5,39	4,41
39	105,89	47,16	26,60	17,09	11,93	8,82	6,80	5,42	4,44
40	106,55	47,45	26,76	17,19	12,00	8,87	6,84	5,45	4,46
41	107,18	47,73	26,92	17,29	12,06	8,91	6,87	5,48	4,48
42	107,81	48,00	27,07	17,39	12,13	8,96	6,91	5,50	4,50
43	108,42	48,27	27,22	17,48	12,19	9,01	6,94	5,53	4,52
44	109,01	48,54	27,37	17,58	12,26	9,05	6,98	5,56	4,54
45	109,60	48,79	27,51	17,67	12,32	9,10	7,01	5,58	4,56
46	110,16	49,04	27,65	17,76	12,38	9,14	7,04	5,61	4,58
47	110,72	49,29	27,79	17,84	12,44	9,18	7,07	5,63	4,60
48	111,27	49,53	27,93	17,93	12,50	9,23	7,11	5,65	4,62
49	111,80	49,77	28,06	18,01	12,56	9,27	7,14	5,68	4,64
50	112,33	50,00	28,19	18,09	12,61	9,31	7,17	5,70	4,66

possível, a partir de $X_0=8,39m^2$, estabelecer a relação adequada entre i , d e número de repetições.

Na prática é necessário definir um número inteiro de repetições. Então, fixando-se r igual a quatro repetições, conforme utilizado nos experimentos realizados por FINHOLDT et al. (2009), no DIC e por SUZUKI & ALVES (2006), BERTOLIN et al. (2008), ALMEIDA & CAMARA (2011) e CAVALCANTE et al. (2012), no DBA, a diferença mínima significativa (d) do teste de Tukey, expressa em porcentagem da média do experimento, é estimada pela expressão: $d = (q_{\alpha(G;GLE)} CV) / \sqrt{r}$. Assim, com 50 tratamentos, para o DIC

$$d = (q_{5\%(50;150)} \times 18,76) / \sqrt{4} = (5,7710567 \times 18,76) / \sqrt{4} = 54,13\%$$

e para o DBA

$$d = (q_{5\%(50;147)} \times 18,76) / \sqrt{4} = (5,7736023 \times 18,76) / \sqrt{4} = 54,15\%$$

Então, pode-se inferir que, para avaliar massa verde de feijão guandu, no DIC e DBA, com até 50 tratamentos, quatro repetições são suficientes para identificar, como significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, diferenças entre médias de tratamentos de 54,1% da média do experimento.

CONCLUSÃO

O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é $8,39m^2$. Quatro repetições, para avaliar até 50 tratamentos, nos delineamentos inteiramente casualizado e blocos ao acaso, são suficientes para identificar, como significativas, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, diferenças entre médias de tratamentos de 54,1% da média do experimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsas aos autores. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K.; CAMARA, F.L.A. Produtividade de biomassa e acúmulo de nutrientes em adubos verdes de verão, em cultivos solteiros e consorciados. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.6, p.55-62. 2011. Disponível em: <http://orgprints.org/23073/1/Almeida_Produtividade.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2015.

ALVARENGA, R.C. et al. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.30, p.175-185, 1995. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/4290/1576>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

BERTOLIN, D.C. et al. Doses de fósforo, potássio e espaçamentos entre linhas na produção de sementes e fitomassa de guandu em semeadura tardia. *Scientia Agraria*, v.9, p.261-268, 2008. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/agraria/article/view/11003/8207>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela e número de repetições em aveia preta. *Ciência Rural*, v.44, p.1732-1739, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n10/0103-8478-cr-44-10-01732.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2015. doi: 10.1590/0103-8478cr20131466.

CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho de parcela para avaliar caracteres de tremoço branco em épocas de avaliação. *Ciência Rural*, v.45, p.206-214, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n2/0103-8478-cr-45-02-00206.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2015. doi: 10.1590/0103-8478cr20131255.

CAVALCANTE, V.S. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.521-528, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v16n5/v16n05a08.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2015. doi: 10.1590/S1415-43662012000500008.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, p.109-112, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v38n2/a01v38n2.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

FINHOLDT, R.S. et al. Avaliação da biomassa e cobertura do solo de adubos verdes. *FAZU em Revista*, p.11-14, 2009. Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/36/30>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

HELDWEIN, A.B. et al. O clima de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*, v.38, p.43-58, 2009.

MAIOR JÚNIOR, S.G.S. et al. Produção de fitomassa do feijão guandu em diferentes arranjos populacionais. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v.3, p.1-5, 2009. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v3_n1_fev/tca01_fitomassa.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2015.

PARANAÍBA, P.F. et al. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. *Revista Brasileira de Biometria*, v.27, p.255-268, 2009. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n2/Patricia.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

SANTOS, H.G. et al. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SODRÉ FILHO, J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.327-334, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n4/20441.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2015.

SUZUKI, L.E.A.S.; ALVES, M.C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. *Bragantia*, v.65, p.121-127, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v65n1/29046.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2015. doi: 10.1590/S0006-87052006000100016.