

Tamanho de parcela para avaliar caracteres de tremço branco em épocas de avaliação

Plot size to evaluate characters in white lupine in evaluation times

Alberto Cargnelutti Filho^I Marcos Toebe^{II} Cláudia Burin^{II}
Bruna Mendonça Alves^{II} Giovani Facco^{II} Régés Bellé Stefanello^{III}

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela (X_0) para avaliar caracteres de tremço branco (*Lupinus albus* L.) e verificar a variabilidade do X_0 entre caracteres e entre épocas de avaliação. Foram realizados 36 ensaios de uniformidade de tamanho $6m \times 6m$ ($36m^2$). Cada ensaio foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de $1m \times 1m$ ($1m^2$), totalizando 1.296UEB. Foram pesadas a massa verde total, a massa verde de parte aérea e a massa verde de raízes das plantas de cada UEB. Foram realizadas três avaliações (123, 137 e 150 dias após a semeadura) e, em cada avaliação, foram avaliados 12 ensaios (432UEB). O tamanho ótimo de parcela (X_0) foi determinado por meio do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação e as comparações de médias feitas pelo teste t de Student. Há variabilidade do tamanho ótimo de parcela entre caracteres e entre épocas de avaliação. O tamanho ótimo de parcela para avaliar a massa verde de raízes é maior que o necessário para avaliar a massa verde total e a massa verde de parte aérea, independentemente da época de avaliação. Maior tamanho ótimo de parcela é necessário quando a avaliação é realizada aos 123 dias após a semeadura, em relação às avaliações aos 137 e 150 dias após a semeadura, independentemente do caractere. O tamanho ótimo de parcela de 7,48 unidades experimentais básicas de $1m^2$ ($7,48m^2$) é suficiente para avaliar esses três caracteres nessas três épocas de avaliação.

Palavras-chave: *Lupinus albus* L., planejamento experimental, precisão experimental.

ABSTRACT

The objectives of this research were to determine the optimum plot size (X_0) to evaluate characters of white lupine (*Lupinus albus* L.) and verify the variability of the X_0 among characters and evaluation times. It was carried 36 uniformity assays of size $6m \times 6m$ ($36m^2$). Each assay was divided in 36 basic

experimental units (UEB) $1m \times 1m$ ($1m^2$), totaling 1,296 UEB. The total fresh mass, fresh mass of shoots and fresh mass roots of plant of each UEB was weighed. Three evaluations were carried (123, 137 and 150 days after sowing) and at each assessment were evaluated 12 assays (432UEB). The optimum plot size was determined by the method of maximum curvature of the model coefficient of variation and the means compared by Student's t test. There is variability in the optimum plot size among characters and evaluation times. The optimum plot size for evaluating the fresh mass of roots is greater than necessary to evaluate the total fresh mass and the fresh mass of shoots, independently of the evaluation time. Higher optimum plot size is necessary when the evaluation is carried out at 123 days after sowing in relation to evaluations for 137 and 150 days after sowing, independently of character. The optimum plot size of 7.48 basic experimental units of $1m^2$ ($7.48m^2$) is sufficient to evaluate these three characters in these three evaluation times.

Key words: *Lupinus albus* L., experimental design, experimental precision.

INTRODUÇÃO

O tremço branco (*Lupinus albus* L.) é cultivado, em maior escala, na região do mediterrâneo e ao longo do rio Nilo, sendo utilizado para cobertura de solo, como forrageira e na alimentação humana, devido aos elevados teores de proteína e de óleo (HUYGHE, 1997). O tremço branco melhora as características estruturais, químicas e biológicas do solo, por meio do aumento do teor de matéria orgânica e aporte e reciclagem de nutrientes, como o nitrogênio (HUYGHE, 1997). Estudos de BARRADAS et al. (2001) apontam que a produção de massa verde

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

^{II}Programa de Pós-graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

^{III}Curso de Agronomia, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

e massa seca de tremoço branco pode atingir até, respectivamente, 68.290 e 9.540kg ha⁻¹, dependendo da cultivar, da época de semeadura e do momento de avaliação. Segundo AZEVEDO et al. (2012), o cultivo de tremoço branco, nas entrelinhas do pomar, resulta em maior eficiência produtiva de laranjeira 'Pera', devido ao aporte de nitrogênio no pomar por meio da fixação biológica desse nutriente. O tremoço branco, cultivado na entrelinha de videira 'Niagara Rosada', também apresentou resultados satisfatórios (WUTKE et al., 2011). O efeito de tipos de adubação nitrogenada no rendimento e na composição de sementes de cultivares de tremoço branco foi estudado por CIESIOLKA et al. (2005). Também, GONZÁLEZ-ANDRÉS et al. (2007) constataram ampla variabilidade genética entre 35 acessos de tremoço branco, em relação à produtividade e aos componentes de rendimento. Ainda, existência de diversidade e de adaptação diferenciada, entre 121 acessos mundiais de tremoço branco cultivados em três regiões agroclimáticas, foi constatada por ANNICCHIARICO et al. (2010).

Um dos aspectos a ser considerado, para que as inferências realizadas em pesquisas sejam fidedignas, é dimensionar, adequadamente, o tamanho ótimo de parcela a ser utilizado no experimento. O tamanho ótimo de parcela pode ser determinado a partir de dados obtidos em ensaios de uniformidade (experimentos em branco), nos quais não são aplicados tratamentos (RAMALHO et al., 2005; STORCK et al., 2011). Entre as diversas metodologias para a estimação do tamanho ótimo de parcelas experimentais, o método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009b) foi considerado adequado e utilizado, inicialmente, para a estimação do tamanho ótimo de parcelas experimentais em arroz (PARANAÍBA et al., 2009b), em trigo e em mandioca (PARANAÍBA et al., 2009a). Nesse método, o tamanho ótimo de parcela é determinado com base nas estimativas do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem, da variância e da média das unidades experimentais básicas do ensaio de uniformidade.

Pesquisas sobre o dimensionamento do tamanho ótimo de parcela, com base em distintas metodologias, para a avaliação de caracteres nas culturas de mandioca (VIANA et al., 2003), mamoeiro (LIMA et al., 2007), trigo (LORENTZ et al., 2007), bananeira (DONATO et al., 2008), milho (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011a) e caféiro (FIRMINO et al., 2012) têm sido realizadas. De maneira geral, tem sido constatada variabilidade do tamanho ótimo de parcela entre os caracteres e as épocas de avaliação dessas culturas.

Em plantas de cobertura de solo, estudos de dimensionamento do tamanho ótimo de parcela para a mensuração da massa verde de nabo forrageiro (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011b) e da produtividade de feijão guandu (SAXENA et al., 1983) foram realizados. No entanto, em tremoço branco, investigações sobre o tamanho ótimo de parcela que deve ser utilizado para a avaliação de caracteres, em distintas épocas de avaliação, não foram encontradas na literatura, e podem ser realizadas por meio do método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação. Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o tamanho ótimo de parcela (X_o) para avaliar caracteres de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) e verificar a variabilidade do X_o entre caracteres e entre épocas de avaliação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos 36 ensaios de uniformidade (experimentos em branco) com a cultura de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) numa área experimental de 50m×50m, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e 95m de altitude). A semeadura de tremoço branco, na área experimental, foi realizada a lanço, no dia 13 de junho de 2011. A adubação de base foi de 30kg ha⁻¹ de N, 120kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120kg ha⁻¹ de K₂O. Todos os tratamentos culturais foram os mesmos em toda a área experimental, conforme preconizado para ensaios de uniformidade (RAMALHO et al., 2005; STORCK et al., 2011).

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 6 linhas e 6 colunas. Em 12 ensaios, aos 123 dias após a semeadura (primeira época de avaliação), em 12 ensaios, aos 137 dias após a semeadura (segunda época de avaliação) e, em 12 ensaios, aos 150 dias após a semeadura (terceira época de avaliação), em cada UEB, foram arrancadas as plantas, retirado o solo aderido às raízes e pesada a massa verde total (MVT), em gramas m⁻². Depois, foram cortadas as plantas e pesada a massa verde de parte aérea (MVPA), em gramas m⁻², e calculada a massa verde de raízes (MVR = MVT - MVPA, em gramas m⁻²).

Inicialmente, com os dados de MVT, MVPA e MVR das 36 unidades experimentais básicas, de cada um 36 ensaios (12 ensaios por

época de avaliação \times 3 épocas de avaliação), foram determinados o coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), a variância (s^2), a média (m) e o coeficiente de variação (CV). A estimativa de p foi obtida no sentido das linhas, conforme metodologia de PARANAÍBA et al. (2009b). Para isso iniciou-se o caminhamento a partir da UEB localizada na linha 1, coluna 1, até a linha 1, coluna 6, retornando a partir da linha 2, coluna 6, até a linha 2, coluna 1, e, assim, sucessivamente até completar o caminhamento na UEB localizada na linha 6, coluna 1. Após, para cada caractere (MVT, MVPA e MVR), em cada um dos 36 ensaios, foi determinado o tamanho ótimo de parcela (X_o) pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação, por meio da expressão

$$X_o = \frac{10\sqrt[3]{2(1-p^2)s^2m}}{m}$$

(PARANAÍBA et al., 2009b). A seguir, foi determinado o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}), em percentagem, por meio da expressão

$$CV_{X_o} = \frac{\sqrt{(1-p^2)s^2/m^2}}{\sqrt{X_o}} \times 100$$

(PARANAÍBA et al., 2009b). Assim, para cada um dos nove casos (3 caracteres \times 3 épocas de avaliação), foram obtidas 12 estimativas das estatísticas p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} . A seguir, para as 12 estimativas de cada estatística, de cada um desses nove casos, foram calculadas a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o valor- p do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

A comparação das médias das estatísticas p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} entre os caracteres, em cada época de avaliação ($n = 12$ ensaios de uniformidade), foi realizada por meio do teste t de *Student* para amostras dependentes, a 5% de probabilidade. Essas comparações de médias foram feitas duas a duas, ou seja, MVT *versus* MVPA, MVT *versus* MVR e MVPA *versus* MVR. A comparação das médias das estatísticas p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} entre as épocas de avaliação, em cada caractere ($n=12$ ensaios de uniformidade), foi realizada por meio do teste t de *Student* para amostras independentes, a 5% de probabilidade. Essas comparações de médias foram feitas duas a duas, ou seja, época 1 *versus* época 2, época 1 *versus* época 3 e época 2 *versus* época 3. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa GENES (CRUZ, 2006) e do aplicativo Office Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, houve acréscimos de massa verde total (MVT), massa verde de parte

aérea (MVPA) e massa verde de raízes (MVR), de tremço branco (*Lupinus albus* L.), com as colheitas realizadas aos 123 dias após a semeadura (primeira época de avaliação), aos 137 dias após a semeadura (segunda época de avaliação) e aos 150 dias após a semeadura (terceira época de avaliação) (Tabelas 1, 2 e 3), e os valores de MVT entre 945,81 e 4.139,61 gramas m^{-2} , de MVPA entre 845,61 e 3.844,08 gramas m^{-2} e de MVR entre 100,19 e 295,53 gramas m^{-2} , representam desenvolvimento adequado da cultura. Aumentos de massas verde e seca de parte aérea e de raízes, com o maior tempo de permanência das plantas no campo (BARRADAS et al., 2001) e variações de massa verde (BARRADAS et al., 2001; AZEVEDO et al., 2012) e de massa seca (WUTKE et al., 2011) entre cultivos também foram observados por esse autores.

Entre os 12 ensaios de uniformidade com a cultura de tremço branco (*Lupinus albus* L.), para os caracteres MVT, MVPA e MVR, avaliados aos 123 dias após a semeadura (primeira época de avaliação), houve variabilidade nas estimativas do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), da variância (s^2), da média (m) e do coeficiente de variação (CV) (Tabela 1). Em consequência, houve variabilidade nas estimativas do tamanho ótimo de parcela (X_o) e do coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}), determinadas pelo método da curvatura máxima do modelo do coeficiente de variação (PARANAÍBA et al., 2009b). As 12 estimativas de p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} , dos caracteres MVT, MVPA e MVR, apresentaram boa aderência à distribuição normal ($P \geq 0,553$), de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Assim, pode-se inferir que a média das 12 estimativas de cada estatística, de cada caractere, é adequada como medida de tendência central.

Nas avaliações realizadas aos 137 dias após a semeadura (segunda época de avaliação) e aos 150 dias após a semeadura (terceira época de avaliação), entre os 12 ensaios de uniformidade, também houve variabilidade entre as 12 estimativas de p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} , dos caracteres MVT, MVPA e MVR (Tabelas 2 e 3). Adicionalmente, boa aderência à distribuição normal foi observada na segunda ($P \geq 0,532$) e na terceira ($P \geq 0,599$) época de avaliação. Esse cenário de variabilidade das estatísticas p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o} , entre os 12 ensaios, em cada caractere e época de avaliação reflete condições reais de campo e, caracteriza a adequabilidade desse banco de dados para o estudo do dimensionamento de tamanho de parcela. Adicionalmente, a boa aderência à normalidade das 12 estimativas de cada estatística

Tabela 1- Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), 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 total (em gramas m^{-2}), a massa verde de parte aérea (em gramas m^{-2}) e a massa verde de raízes (em gramas m^{-2}) de tremço branco (*Lupinus albus* L.), avaliadas aos 123 dias após a semeadura, em 12 ensaios de uniformidade.

Ensaio ⁽¹⁾	p	s^2	m	CV	X_o	CV_{X_o}
-----Massa verde total-----						
1	0,30	215.532,81	1.193,14	38,91	6,51	14,56
2	-0,13	70.656,48	1.102,47	24,11	4,85	10,85
3	-0,14	338.929,89	1.557,67	37,37	6,49	14,52
4	0,56	548.739,57	1.502,56	49,30	6,93	15,50
5	0,17	353.693,13	1.504,89	39,52	6,72	15,03
6	0,41	287.086,98	1.356,36	39,50	6,39	14,28
7	0,46	122.382,45	945,81	36,99	5,99	13,40
8	0,17	209.665,04	1.068,61	42,85	7,09	15,86
9	0,37	222.785,76	1.021,11	46,22	7,17	16,03
10	0,30	162.419,40	1.144,53	35,21	6,09	13,62
11	0,23	176.974,22	998,11	42,15	6,96	15,56
12	0,46	173.752,60	1.021,47	40,81	6,41	14,33
Média	0,26	240.218,19	1.201,39	39,41	6,47	14,46
DP	0,22	127.548,92	220,74	6,23	0,63	1,41
CV(%)	84,48	53,10	18,37	15,82	9,77	9,77
Valor-p ⁽²⁾	0,896	0,601	0,806	0,822	0,731	0,731
-----Massa verde de parte aérea-----						
1	0,29	156.988,31	1.026,25	38,61	6,49	14,51
2	-0,12	54.941,78	945,36	24,79	4,95	11,06
3	-0,15	263.511,86	1.365,83	37,58	6,51	14,56
4	0,57	407.144,01	1.323,64	48,21	6,80	15,20
5	0,17	270.657,31	1.326,94	39,21	6,69	14,95
6	0,41	231.097,89	1.204,78	39,90	6,43	14,37
7	0,45	93.737,04	845,61	36,21	5,94	13,28
8	0,16	161.093,89	956,64	41,96	7,00	15,66
9	0,35	176.079,21	902,22	46,51	7,24	16,18
10	0,32	120.851,18	1.007,72	34,50	5,98	13,37
11	0,22	135.568,31	881,17	41,79	6,93	15,50
12	0,48	137.481,46	901,97	41,11	6,38	14,27
Média	0,26	184.096,02	1.057,34	39,20	6,44	14,41
DP	0,22	95.565,70	193,22	5,99	0,61	1,36
CV(%)	85,45	51,91	18,27	15,28	9,45	9,45
Valor-p ⁽²⁾	0,936	0,723	0,546	0,933	0,674	0,674
-----Massa verde de raízes-----						
1	0,30	5.064,50	166,89	42,64	6,92	15,48
2	-0,02	2.099,19	157,11	29,16	5,54	12,39
3	-0,04	5.771,63	191,83	39,60	6,79	15,18
4	0,39	13.189,11	178,92	64,19	8,87	19,83
5	0,14	7.398,28	177,94	48,34	7,71	17,23
6	0,36	3.862,14	151,58	41,00	6,63	14,83
7	0,36	2.974,05	100,19	54,43	8,02	17,93
8	0,24	3.770,31	111,97	54,84	8,27	18,49
9	0,41	3.930,10	118,89	52,73	7,74	17,31
10	-0,05	5.456,10	136,81	53,99	8,35	18,66
11	0,32	3.723,31	116,94	52,18	7,88	17,62
12	0,26	2.607,29	119,50	42,73	6,98	15,62
Média	0,22	4.987,17	144,05	47,99	7,48	16,72
DP	0,17	2.976,34	30,71	9,33	0,92	2,07
CV(%)	77,70	59,68	21,32	19,44	12,36	12,36
Valor-p ⁽²⁾	0,624	0,553	0,696	0,863	0,822	0,822

⁽¹⁾Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×6m (36m²) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1,00m²), formando uma matriz de 6 linhas e 6 colunas. ⁽²⁾Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 2 - Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), 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 total (em gramas m^{-2}), a massa verde de parte aérea (em gramas m^{-2}) e a massa verde de raízes (em gramas m^{-2}) de tremço branco (*Lupinus albus* L.), avaliadas aos 137 dias após a semeadura, em 12 ensaios de uniformidade.

Ensaio ⁽¹⁾	p	s^2	m	CV	X_o	CV_{X_o}
-----Massa verde total-----						
1	-0,11	390.897,42	2.054,81	30,43	5,68	12,69
2	-0,07	541.277,84	2.493,14	29,51	5,57	12,46
3	-0,08	523.260,50	1.789,31	40,43	6,87	15,37
4	0,13	508.820,56	2.735,81	26,07	5,11	11,43
5	0,09	452.315,83	1.793,22	37,50	6,53	14,61
6	0,24	594.305,00	2.316,17	33,28	5,94	13,27
7	0,21	242.550,12	1.775,22	27,74	5,28	11,81
8	-0,23	380.129,68	2.393,53	25,76	5,01	11,20
9	-0,04	476.303,28	2.533,97	27,24	5,29	11,83
10	0,28	768.577,08	2.582,81	33,94	5,97	13,35
11	0,13	379.283,80	2.506,17	24,57	4,91	10,99
12	0,41	469.289,57	2.312,97	29,62	5,27	11,79
Média	0,08	477.250,89	2.273,93	30,51	5,62	12,57
DP	0,19	130.747,18	338,26	4,90	0,61	1,37
CV(%)	236,19	27,40	14,88	16,07	10,87	10,87
Valor-p ⁽²⁾	0,961	0,961	0,650	0,864	0,697	0,697
-----Massa verde de parte aérea-----						
1	-0,12	312.875,31	1.850,06	30,23	5,65	12,63
2	-0,09	426.481,88	2.242,69	29,12	5,52	12,35
3	-0,10	442.619,57	1.619,83	41,07	6,94	15,52
4	0,16	394.318,10	2.485,31	25,27	4,99	11,16
5	0,06	385.987,92	1.639,28	37,90	6,59	14,74
6	0,25	482.531,51	2.109,03	32,94	5,88	13,15
7	0,20	201.103,22	1.612,42	27,81	5,30	11,84
8	-0,23	305.974,98	2.174,86	25,43	4,97	11,11
9	-0,03	412.634,89	2.298,50	27,95	5,38	12,04
10	0,27	640.389,31	2.364,33	33,85	5,97	13,35
11	0,14	325.828,43	2.306,72	24,75	4,93	11,03
12	0,42	405.489,69	2.135,83	29,81	5,27	11,79
Média	0,08	394.686,23	2.069,91	30,51	5,62	12,56
DP	0,19	108.161,71	310,42	5,10	0,64	1,42
CV(%)	247,42	27,40	15,00	16,71	11,33	11,33
Valor-p ⁽²⁾	0,979	0,911	0,625	0,789	0,961	0,961
-----Massa verde de raízes-----						
1	0,04	6.561,22	204,75	39,56	6,79	15,17
2	0,10	9.072,71	250,44	38,03	6,59	14,74
3	0,09	5.432,54	169,47	43,49	7,21	16,13
4	-0,08	10.018,66	250,50	39,96	6,82	15,25
5	0,31	4.241,65	153,94	42,31	6,86	15,33
6	0,09	7.152,69	207,14	40,83	6,92	15,46
7	0,29	2.941,02	162,81	33,31	5,88	13,14
8	0,00	6.478,06	218,67	36,81	6,47	14,47
9	0,08	4.353,11	235,47	28,02	5,38	12,04
10	0,34	8.199,28	218,47	41,45	6,72	15,04
11	0,01	3.572,25	199,44	29,97	5,64	12,62
12	0,18	3.069,49	177,14	31,28	5,74	12,84
Média	0,12	5.924,39	204,02	37,08	6,42	14,35
DP	0,13	2.377,87	32,87	5,20	0,60	1,33
CV(%)	110,29	40,14	16,11	14,02	9,30	9,30
Valor-p ⁽²⁾	0,532	0,910	0,991	0,816	0,715	0,715

⁽¹⁾Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×6m (36m²) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1,00m²), formando uma matriz de 6 linhas e 6 colunas. ⁽²⁾Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

Tabela 3 - Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), 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 total (em gramas m^{-2}), a massa verde de parte aérea (em gramas m^{-2}) e a massa verde de raízes (em gramas m^{-2}) de tremoço branco (*Lupinus albus* L.), avaliadas aos 150 dias após a semeadura, em 12 ensaios de uniformidade.

Ensaio ⁽¹⁾	p	s^2	m	CV	X_o	CV_{X_o}
-----Massa verde total-----						
1	0,27	792.607,97	3.421,03	26,02	5,00	11,19
2	0,19	928.772,40	3.069,00	31,40	5,75	12,86
3	0,13	1.160.927,27	4.139,61	26,03	5,11	11,42
4	0,23	1.103.398,10	3.268,31	32,14	5,80	12,98
5	0,35	1.451.614,28	3.732,94	32,28	5,67	12,69
6	0,41	1.994.396,22	3.684,81	38,33	6,25	13,98
7	0,02	1.295.227,59	3.792,19	30,01	5,65	12,63
8	0,53	1.526.816,06	3.124,33	39,55	6,10	13,63
9	0,35	1.122.367,11	3.122,03	33,93	5,87	13,13
10	0,29	1.480.686,43	2.808,97	43,32	7,00	15,66
11	0,36	755.403,09	2.843,78	30,56	5,45	12,19
12	0,21	558.428,86	2.470,00	30,25	5,59	12,51
Média	0,28	1.180.887,12	3.289,75	32,82	5,77	12,91
DP	0,13	398.902,07	481,58	5,24	0,53	1,18
CV(%)	48,23	33,78	14,64	15,96	9,13	9,13
Valor-p ⁽²⁾	0,998	0,999	0,982	0,677	0,862	0,862
-----Massa verde de parte aérea-----						
1	0,27	648.956,62	3.158,89	25,50	4,94	11,04
2	0,19	766.326,62	2.798,69	31,28	5,74	12,83
3	0,12	1.008.545,22	3.844,08	26,12	5,13	11,46
4	0,25	980.780,91	3.028,67	32,70	5,85	13,08
5	0,34	1.282.666,11	3.486,00	32,49	5,71	12,78
6	0,43	1.733.161,62	3.439,75	38,27	6,21	13,89
7	0,01	1.167.850,96	3.544,19	30,49	5,71	12,76
8	0,53	1.340.197,49	2.889,78	40,06	6,14	13,74
9	0,36	1.030.343,05	2.926,42	34,69	5,94	13,28
10	0,29	1.277.525,62	2.593,75	43,58	7,03	15,73
11	0,37	668.756,90	2.644,89	30,92	5,48	12,26
12	0,22	480.651,51	2.283,03	30,37	5,60	12,52
Média	0,28	1.032.146,89	3.053,18	33,04	5,79	12,95
DP	0,14	354.785,01	456,63	5,37	0,54	1,20
CV(%)	49,37	34,37	14,96	16,24	9,30	9,30
Valor-p ⁽²⁾	0,999	0,999	0,981	0,769	0,968	0,968
-----Massa verde de raízes-----						
1	0,30	10.792,87	262,14	39,63	6,58	14,72
2	0,05	15.797,99	270,31	46,50	7,56	16,90
3	0,13	11.962,88	295,53	37,01	6,46	14,44
4	-0,04	6.255,09	239,64	33,00	6,01	13,45
5	0,44	8.099,31	246,94	36,44	5,99	13,40
6	0,13	12.598,91	245,06	45,80	7,45	16,65
7	0,03	8.038,34	248,00	36,15	6,39	14,29
8	0,37	8.670,31	234,56	39,70	6,47	14,48
9	0,02	3.891,10	195,61	31,89	5,88	13,15
10	0,33	9.424,75	215,22	45,11	7,13	15,94
11	0,26	4.913,82	198,89	35,25	6,15	13,74
12	-0,09	4.761,46	186,97	36,91	6,46	14,45
Média	0,16	8.767,24	236,57	38,62	6,55	14,64
DP	0,17	3.578,09	32,48	4,89	0,56	1,24
CV(%)	109,43	40,81	13,73	12,65	8,50	8,50
Valor-p ⁽²⁾	0,922	0,999	0,969	0,653	0,599	0,599

⁽¹⁾Cada ensaio de uniformidade de tamanho 6m×6m (36m²) foi dividido em 36 unidades experimentais básicas (UEB) de 1m×1m (1,00m²), formando uma matriz de 6 linhas e 6 colunas. ⁽²⁾Teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov.

(p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o}) de cada caractere (MVT, MVPA e MVR), em cada época de avaliação (123, 137 e 150 dias após a semeadura), indica que as inferências com base na média das 12 estimativas são adequadas.

Entre os nove casos (3 caracteres \times 3 épocas de avaliação), a média do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p) dos 12 ensaios de uniformidade oscilou entre 0,08 e 0,28 (Tabela 4). Deve-se interpretar que, quanto mais próximo de 1 (autocorrelação espacial positiva) ou de -1 (autocorrelação espacial negativa) forem as estimativas de p , maior a dependência entre os valores das unidades experimentais básicas adjacentes. Assim, para valores fixos de s^2 e m , quanto maior a magnitude de p , em módulo, menor será a estimativa do tamanho ótimo de parcela (X_o), determinada pelo método da curvatura máxima do modelo do

coeficiente de variação, de acordo com a expressão

$$\hat{X}_o = \left[10\sqrt{2(1-p^2)s^2m} \right] / m$$

(PARANAÍBA et al., 2009b). Também houve variabilidade da variância (s^2), da média (m) e do coeficiente de variação (CV) entre os três caracteres e as três épocas de avaliação, o que pode refletir em diferentes estimativas de X_o .

A variância (s^2) e a média (m), nas três épocas de avaliação, para os caracteres MVT, MVPA e MVR, foram decrescentes nessa ordem. Já o coeficiente de variação (CV), nas três épocas de avaliação, foi maior para a MVR e não diferiu entre os caracteres MVT e MVPA (Tabela 4). Esses resultados sugerem a necessidade de maior tamanho ótimo de parcela (X_o) para avaliar MVR, quando comparado ao X_o necessário para avaliar MVT e MVPA, o que evidenciaria variabilidade do X_o entre caracteres.

Tabela 4 - Média do coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem (p), da variância (s^2), da média (m), do coeficiente de variação do ensaio (CV , em %), do tamanho ótimo de parcela (X_o , em m^2) e do coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o} , em %), obtida a partir das massas verde total, de parte aérea e de raízes de tremço branco (*Lupinus albus* L.), avaliadas aos 123, 137 e 150 dias após a semeadura (DAS), em 12 ensaios de uniformidade.

Caractere	123 DAS	137 DAS	150 DAS
-----Coeficiente de autocorrelação espacial de primeira ordem-----			
Massa verde total	0,26 A a	0,08 A b	0,28 A a
Massa verde de parte aérea	0,26A a	0,08A b	0,28A a
Massa verde de raízes	0,22A a	0,12A a	0,16B a
-----Variância-----			
Massa verde total	240.218,19 A c	477.250,89 A b	1.180.887,12 A a
Massa verde de parte aérea	184.096,02 B c	394.686,23 B b	1.032.146,89 B a
Massa verde de raízes	4.987,17C b	5.924,39C b	8.767,24C a
-----Média-----			
Massa verde total	1.201,39 A c	2.273,93 A b	3.289,75 A a
Massa verde de parte aérea	1.057,34B c	2.069,91B b	3.053,18B a
Massa verde de raízes	144,05C c	204,02C b	236,57C a
-----Coeficiente de variação do ensaio-----			
Massa verde total	39,41 B a	30,51 B b	32,82 B b
Massa verde de parte aérea	39,20B a	30,51B b	33,04B b
Massa verde de raízes	47,99A a	37,08A b	38,62A b
-----Tamanho ótimo de parcela-----			
Massa verde total	6,47 B a	5,62 B b	5,77 B b
Massa verde de parte aérea	6,44B a	5,62B b	5,79B b
Massa verde de raízes	7,48A a	6,42A b	6,55A b
-----Coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela-----			
Massa verde total	14,46 B a	12,57 B b	12,91 B b
Massa verde de parte aérea	14,41B a	12,56B b	12,95B b
Massa verde de raízes	16,72A a	14,35A b	14,64A b

Para cada estatística (p , s^2 , m , CV , X_o e CV_{X_o}), as médias não seguidas por mesma letra maiúscula na coluna (comparação de caracteres em cada época de avaliação) e letra minúscula na linha (comparação de épocas de avaliação em cada caractere) diferem a 5% de probabilidade pelo teste t de Student para amostras dependentes e independentes, respectivamente.

A variância (s^2) e a média (m), nos três caracteres (MVT, MVPA e MVR), nas três épocas de avaliação, para as avaliações realizadas aos 123, 137 e 150 dias após a semeadura (DAS), foram crescentes nessa ordem. Por outro lado, o coeficiente de variação (CV), na avaliação realizada aos 123 dias após a semeadura, foi maior e não diferiu entre as avaliações realizadas aos 137 e 150DAS (Tabela 4). Esses resultados sugerem a necessidade de maior tamanho ótimo de parcela (X_o) para avaliar MVR, MVT e MVPA aos 123DAS, em comparação ao X_o necessário para avaliações aos 137 e 150DAS, o que evidenciaria variabilidade do X_o entre as épocas de avaliação. Portanto, esse cenário de variabilidade sugere que as estimativas de X_o e, conseqüentemente, o CV_{X_o} podem diferir entre os caracteres e entre as épocas de avaliação.

Nas três épocas de avaliação (123, 137 e 150DAS), o tamanho ótimo de parcela (X_o) para avaliar a massa verde de raízes foi maior e o X_o para avaliar os caracteres MVT e MVPA não diferiu (Tabela 4). Esse mesmo comportamento foi verificado para o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}). Portanto, mesmo com maior X_o , a precisão experimental na avaliação da MVR ainda será menor, pelo fato do maior CV_{X_o} . Esses resultados confirmam as inferências supracitadas e, assim, pode-se inferir que o X_o difere entre os caracteres. Tamanhos ótimos de parcela diferenciados também foram constatados entre os caracteres de mandioca (VIANA et al., 2003), mamoeiro (LIMA et al., 2007), trigo (LORENTZ et al., 2007), bananeira (DONATO et al., 2008), milho (CARGNELUTTI FILHO et al., 2011a) e cafeeiro (FIRMINO et al., 2012).

Para a avaliação dos caracteres MVT, MVPA e MVR, o tamanho ótimo de parcela (X_o) e o coeficiente de variação no tamanho ótimo de parcela (CV_{X_o}) foram maiores na avaliação realizada aos 123DAS, em relação às avaliações aos 137 e 150DAS. Portanto, mesmo com maior X_o , na primeira época de avaliação (123 DAS), a precisão experimental é menor pelo fato do maior CV_{X_o} . Então, confirmaram-se as inferências supracitadas, ou seja, pode-se inferir que o X_o para avaliar os caracteres MVT, MVPA e MVR difere entre as épocas de avaliação. Neste estudo, a permanência das plantas por mais tempo no campo aumentou a média e a variância de MVT, MVPA e MVR, mas o CV diminuiu, o que refletiu em menor X_o . Distintos tamanhos ótimos de parcela também foram verificados entre períodos de avaliação nas culturas de mamoeiro (LIMA et al., 2007), trigo (LORENTZ et al., 2007) e bananeira (DONATO et al., 2008).

Na prática, diante desse cenário de variabilidade do tamanho ótimo de parcela (X_o)

entre caracteres, em cada época de avaliação e entre avaliações em cada caractere, para garantir precisão satisfatória para todos os caracteres e épocas de avaliação, o planejamento experimental com base no maior tamanho de parcela é o procedimento adequado. Então, pode-se inferir que o tamanho ótimo de parcela (X_o) para avaliar a MVT, a MVPA e a MVR de tremço branco (*Lupinus albus* L.), nessas três épocas de avaliação (123, 137 e 150DAS), é de 7,48 unidades experimentais básicas (7,48m²). Não foram encontrados trabalhos de estimativa de tamanho ótimo de parcela com a cultura de tremço branco para comparações com esses resultados.

CONCLUSÃO

Maior tamanho de parcela é necessário para avaliar a massa verde de raízes em relação à massa verde total e à massa verde de parte aérea, independentemente da época de avaliação. Maior tamanho de parcela é necessário quando a avaliação é realizada aos 123 dias após a semeadura, em relação às avaliações aos 137 e 150 dias após a semeadura. O tamanho ótimo de parcela de 7,48 unidades experimentais básicas (7,48m²) é suficiente para avaliar esses três caracteres nessas três épocas de avaliação.

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. Aos alunos bolsistas e voluntários, pelo auxílio na coleta de dados.

REFERÊNCIAS

- ANNICCHIARICO, P. et al. Adaptation, diversity, and exploitation of global white lupin (*Lupinus albus* L.) landrace genetic resources. **Field Crops Research**, v.119, p.114-124, 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429010001693>>. Acesso em: 19 mar. 2014. doi: 10.1016/j.fcr.2010.06.022.
- AZEVEDO, F.A. et al. Influência do manejo da entrelinha do pomar na produtividade da laranja-*Pera*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.134-142, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v34n1/v34n1a19.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0100-29452012000100019.
- BARRADAS, C.A.A. et al. Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.1461-1468, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n12/7488.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2001001200003.

- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanho ótimo de parcela em milho com comparação de dois métodos. **Ciência Rural**, v.41, p.1890-1898, 2011a. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n11/a18011cr5620.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0103-84782011001100007.
- CARGNELUTTI FILHO, A. et al. Tamanhos de parcela e de ensaio de uniformidade em nabo forrageiro. **Ciência Rural**, v.41, p.1517-1525, 2011b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a9911cr5182.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0103-84782011005000119.
- CIESIOLK, D. et al. An effect of various nitrogen forms used as fertilizer on *Lupinus albus* L. yield and protein, alkaloid and α -galactosides content. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.191, p.458-463, 2005. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-037X.2005.00174.x/full>>. Acesso em: 19 mar. 2014. doi: 10.1111/j.1439-037X.2005.00174.x.
- CRUZ, C.D. **Programa genes**: estatística experimental e matrizes. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- DONATO, S.L.R. et al. Estimativas de tamanho de parcelas para avaliação de descritores fenotípicos em bananeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.957-969, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n8/v43n8a03.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0100-204X2008000800003.
- FIRMINO, R.de.A. et al. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com mudas de café Catuai Amarelo 2SL. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.6, p.9-12, 2012. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v6_n1_mar/tca6102.pdf>. Acesso em: 21 set. 2013.
- GONZÁLEZ-ANDRÉS, F. et al. Diversity in white lupin (*Lupinus albus* L.) landraces from northwest Iberian plateau. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.54, p.27-44, 2007. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10722-005-1407-5>>. Acesso em: 19 mar. 2014. doi: 10.1007/s10722-005-1407-5.
- HUYGHE, C. White lupin (*Lupinus albus* L.). **Field Crops Research**, v.53, p.147-160, 1997. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429097000282>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1016/S0378-4290(97)00028-2.
- LIMA, J.F. et al. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com plantas de mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1411-1415, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n5/21.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S1413-70542007000500021.
- LORENTZ, L.H. et al. Tamanho de parcela e precisão experimental em ensaios com trigo em plantio direto. **Científica**, v.35, p.129-135, 2007. Disponível em: <<http://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/191/112>>. Acesso em: 21 set. 2013.
- PARANAÍBA, P.F. et al. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: comparação de métodos em experimentos de trigo e mandioca. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, p.81-90, 2009a. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n1/A6_Patricia.pdf>. Acesso em: 21 set. 2013.
- PARANAÍBA, P.F. et al. Tamanho ótimo de parcelas experimentais: proposição de métodos de estimação. **Revista Brasileira de Biometria**, v.27, p.255-268, 2009b. Disponível em: <http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v27/v27_n2/Patricia.pdf>. Acesso em: 21 set. 2013.
- RAMALHO, M.A.P. et al. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2005. 322p.
- SAXENA, K.B. et al. Test plot size in pigeonpea. **International Pigeonpea Newsletter**, v.2, p.28-29, 1983.
- STORCK, L. et al. **Experimentação vegetal**. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 200p.
- VIANA, A.E.S. et al. Estudos sobre tamanho de parcela em experimentos com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25, p.281-289, 2003. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/1776/1590>>. Acesso em: 21 set. 2013.
- WUTKE, E.B. et al. Produtividade da videira 'Niagara Rosada' em cultivo intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.528-535, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nsp1/a71v33nsp1.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2013. doi: 10.1590/S0100-29452011000500071.