

Suficiência amostral para estimar a média de caracteres produtivos de centeio

Sample sufficiency for estimation of mean of productive traits of rye

Cirineu Tolfo Bandeira¹, Alberto Cargnelutti Filho^{2,*}, Gabriela Görgen Chaves¹, Ismael Mario Marcio Neu¹, Daniela Lixinski Silveira¹ e Andréia Procedi³

¹ Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

² Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

³ Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Fitotecnia, CEP 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

(*E-mail: alberto.cargnelutti.filho@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.17759>

Recebido/received: 2018.10.31

Aceite/accepted: 2019.05.01

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a dimensão da amostra (número de plantas) para estimar a média de caracteres de centeio, avaliados no período de colheita dos grãos. Foram conduzidos oito ensaios de uniformidade (experimentos em branco). Cinco com a cultivar 'BRS Progresso' e três com a cultivar 'Temprano'. No estágio de maturação dos grãos, foram recolhidas, aleatoriamente, 780 plantas (total dos oito ensaios) e avaliados 17 caracteres em cada planta. Foram calculadas estatísticas descritivas e determinou-se a dimensão da amostra para estimar a média, para as amplitudes do intervalo de confiança de 95% ($ACI_{95\%}$) de 5 (maior precisão), 10, 15, 20, 25 e 30% (menor precisão) da média – por reamostragem com reposição. Há variabilidade da dimensão da amostra entre caracteres, cultivares e épocas de sementeira. A dimensão da amostra para a cultivar 'BRS Progresso' é menor que para a cultivar 'Temprano'. Para a estimação da média, para todos os caracteres e épocas de sementeira, com $ACI_{95\%}$ máxima de 15, 20, 25 e 30%, são necessárias 352, 197, 127 e 87 plantas da cultivar 'BRS Progresso' e 609, 341, 227 e 154 plantas da cultivar 'Temprano', respectivamente.

Palavras-chave: dimensão da amostra, delineamento do ensaio, intervalo de confiança, reamostragem, *Secale cereale* L.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the sample size (number of plants) to estimate of the mean rye traits, evaluated in the grain harvest period. Eight uniformity trials (blank experiments) were conducted. Five with the cultivar 'BRS Progresso' and three with the cultivar 'Temprano'. At the stage of grain maturation 780 plants (total of eight trials) were randomly collected and 17 traits were evaluated in each plant. Descriptive statistics were calculated and the sample size to estimate the mean at amplitudes of the confidence interval of 95% ($ACI_{95\%}$) 5 (greater precision), 10, 15, 20, 25, and 30% (lower precision) of the mean – was determined by resampling with replacement. There is variability of sample size between traits, cultivars, and sowing dates. The sample size for the cultivar 'BRS Progresso' is lower than for the cultivar 'Temprano'. For the mean estimate, for all traits and sowing dates, with $ACI_{95\%}$ maximum of 15, 20, 25, and 30% of the mean, 352, 197, 127, and 87 plants of 'BRS Progresso' cultivar and 609, 341, 227, and 154 plants of the 'Temprano' cultivar are required, respectively.

Keywords: confidence interval, resampling, sample size, sampling design, *Secale cereale* L.

INTRODUÇÃO

O centeio (*Secale cereale* L.) é uma cultura de ciclo invernal pertencente à família Poaceae. No mundo são cultivados 4,4 milhões de hectares (FAO, 2018), enquanto que no Brasil, são cultivados 3,6 mil hectares de centeio (CONAB, 2017) com as finalidades de produção de grãos, formação de pastagem ou como planta de cobertura. Os grãos de centeio são destinados para a alimentação animal, matéria prima em destilarias de álcool e de bebidas alcoólicas e para a fabricação de pães (Bushuk, 2001).

Na produção de pastagem, a cultura se destaca pelo rendimento de forragem verde e de silagem (Fontaneli *et al.*, 2009). Apresenta elevada capacidade de produção e manutenção da forragem quando a sementeira é realizada até o início do mês de maio, no estado do Paraná, Brasil (Ferrazza *et al.*, 2013). Quando utilizada como planta de cobertura, auxilia no controle de plantas daninhas (Mafakheri *et al.*, 2010) e sua palha possui elevada relação C/N resultando em cobertura do solo duradoura (Doneda *et al.*, 2012). Pode reduzir a pressão de *Aphis glycines* em soja (*Glycine max* L.) (Koch *et al.*, 2015).

No delineamento de ensaios com culturas agrícolas, tais como o centeio, fatores como o número de tratamentos, o número de repetições, o tamanho e o formato da parcela e a dimensão da amostra, devem ser dimensionados corretamente. O dimensionamento inadequado, desses fatores, pode causar problema na análise estatística dos dados (Storck *et al.*, 2016), como, por exemplo, coeficiente de variação elevado e, conseqüentemente, baixa precisão experimental e confiabilidade da pesquisa.

O cálculo da dimensão da amostra, no delineamento do ensaio, é importante por razões metodológicas, recursos humanos e financeiros (Faber e Fonseca, 2014). Ao utilizar dimensão da amostra pequena, a validade e a confiabilidade do estudo ficam prejudicadas, porém, com dimensão da amostra grande são detectadas pequenas diferenças como significativas, mesmo quando não são (Faber e Fonseca, 2014) ou quando não possuem significância prática. Para a cultura do centeio, foram estabelecidas normas do número mínimo de plantas a serem colhidas para o registro de

cultivares. No Brasil, nas diretrizes para as avaliações de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE), é definido que as observações devem ser realizadas no mínimo em 60 plantas ou partes das plantas (Brasil, 2008). Embora, nesse estudo, o foco não seja modificar as diretrizes para as avaliações de DHE, é importante dimensionar a amostra a ser utilizado nas cultivares atuais, pois as mesmas podem apresentar características distintas e, conseqüentemente, padrão de variabilidade diferente, o que pode refletir em dimensão da amostra diferenciada.

A reamostragem com reposição é um procedimento adequado para o dimensionamento amostral, principalmente, quando a distribuição de probabilidade da variável em estudo é desconhecida (Ferreira, 2009). A dimensão da amostra para a estimativa da média, por meio de reamostragem com reposição, foi determinada em culturas agrícolas, tais como o milho (*Zea mays* L.) (Toebe *et al.*, 2014), milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown) (Kleinpaul *et al.*, 2017) e centeio (*Secale cereale* L.) (Bandeira *et al.*, 2018a). Com base na distribuição *t* de Student (Bussab e Morettin, 2017) a dimensão da amostra para a estimativa da média foi determinada em aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb) (Cargnelutti Filho *et al.*, 2015) e centeio (*Secale cereale* L.) (Bandeira *et al.*, 2018b). Essas pesquisas têm demonstrado variabilidade da dimensão da amostra entre caracteres, cultivares, épocas de sementeira, épocas de avaliação e anos agrícolas.

Na cultura do centeio, foram determinadas dimensões da amostra para estimar a média de caracteres morfológicos avaliados durante o desenvolvimento da cultura (Bandeira *et al.*, 2018b) e para caracteres avaliados no florescimento da cultura (Bandeira *et al.*, 2018a). Nesses estudos não foi contemplado o dimensionamento amostral para um período importante da cultura que é a colheita dos grãos. Supõe-se que o número de plantas para obter a estimativa do valor médio de caracteres, avaliados no período de colheita dos grãos, difere entre cultivares e épocas de sementeira de centeio. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a dimensão da amostra (número de plantas) para obter estimativas da média de caracteres de centeio, avaliados no período de colheita dos grãos, com determinada precisão e nível de confiança.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos oito ensaios de uniformidade com duas cultivares de centeio em cinco épocas de sementeira, no ano de 2016, em área experimental localizada na latitude 29°42'S, longitude 53°49'W e a 95 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Heldwein *et al.*, 2009). A precipitação pluviométrica e as temperaturas máxima, média e mínima do ar, do local dos ensaios, estão apresentadas na Figura 1. O solo é classificado como Argissolo Vermelho distrófico arênico (Santos *et al.*, 2013).

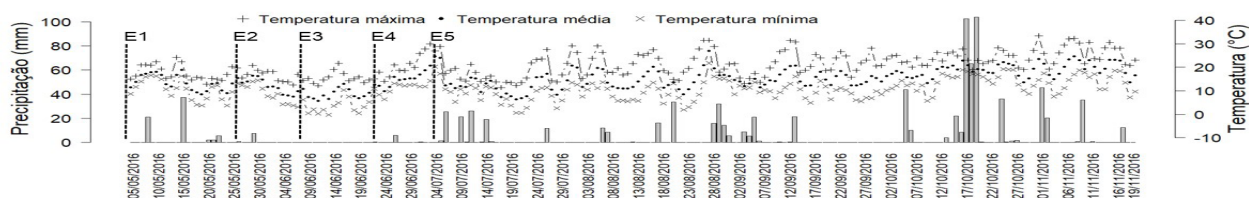


Figura 1 - Precipitação pluviométrica diária (mm) e temperaturas de máxima, média e de mínimas diárias (°C), com a indicação da data de sementeira (E1: época 1; E2: época 2; E3: época 3; E4: época 4; E5: época 5) durante o período de condução do experimento com a cultura do centeio (*Secale cereale* L.), Santa Maria/RS, 2016. (Fonte: elaborado pelos autores).

Em cada época de sementeira, o solo foi preparado com gradagem leve e com adubação de base de 25 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P, 100 kg ha⁻¹ de K. A sementeira foi realizada a lanço com densidade de 455 sementes m⁻², conforme indicação técnica para essas cultivares. As cultivares utilizadas foram a 'BRS Progresso', recomendada para produção de grãos, e a 'Temprano', utilizada como planta de cobertura de solo e pastoreio. As cinco épocas de sementeira foram: 03 de maio de 2016 (época 1), 25 de maio de 2016 (época 2), 07 de junho de 2016 (época 3), 22 de junho de 2016 (época 4) e 04 de julho de 2016 (época 5).

Na primeira época de sementeira, cada cultivar foi semeada em 320 m² (20 m × 16 m). Nas demais épocas de sementeira, cada cultivar foi semeada em 375 m² (25 m × 15 m). No estágio de maturação dos grãos, ou seja, no período de colheita dos grãos, nas épocas de sementeira um, dois, três e cinco da cultivar 'BRS Progresso' e nas épocas de sementeira um e dois da cultivar 'Temprano', foram colhidas, aleatoriamente, 100 plantas. Na época quatro

da cultivar 'BRS Progresso' e na época três da cultivar 'Temprano', foram colhidas 90 plantas. Essas amostras de 100 e 90 plantas (total de 780 plantas nos oito ensaios) serviram de base de dados (amostra mestre) para as determinações da dimensão da amostra e foram consideradas como representativas da população de plantas de cada ensaio.

Em cada planta amostrada foram avaliados os caracteres: número de colmos planta⁻¹ (NCP, colmo principal + afilhos); número de nós planta⁻¹ (NNP, soma dos nós dos colmos); número de nós colmo⁻¹ (NNC = NNP/NCP, média dos colmos); comprimento de colmo da planta, em cm, definido como sendo a distância entre a superfície do solo e o

último nó do colmo (CC, média dos colmos); comprimento de pedúnculo da planta, em cm, definido como sendo a distância entre o último nó do colmo e a inserção da espiga (CP, média dos pedúnculos); comprimento de espiga da planta, em cm (CE, média das espigas); altura de planta, em cm (AP = CC+CP+CE, média das alturas do colmo principal e dos afilhos) (Figura 2); massa de matéria fresca da planta sem espiga, em g (MF, colmo principal + afilhos); massa de matéria seca da planta sem espiga, em g (MS, colmo principal + afilhos); massa de matéria fresca de espigas planta⁻¹, em g (ME, colmo principal + afilhos); massa de matéria fresca planta⁻¹, em g (MFP = MF+ME, colmo principal + afilhos); número de espiguetas espiga⁻¹ (NSE, média das espigas); número de espiguetas planta⁻¹ (NSP, soma das espiguetas das espigas); número de grãos espiga⁻¹ (NGE, média das espigas); número de grãos espiguetas⁻¹ (NGS = NGE/NSE, média das espigas); número de grãos planta⁻¹ (NGP, soma dos grãos das espigas) e produtividade de grãos planta⁻¹, em g (PG, soma das massas de grãos das espigas).

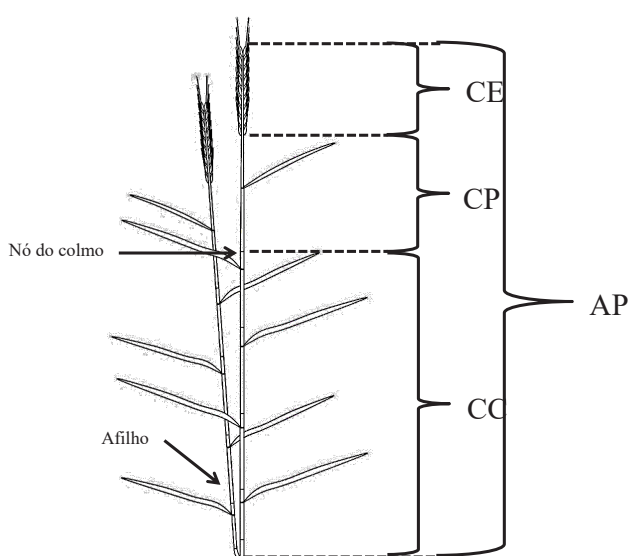


Figura 2 - Representação de uma planta de centeio com afilho e indicações das medições de comprimento de colmo (CC), comprimento de pedúnculo (CP), comprimento de espiga (CE) e altura da planta (AP). (Fonte: elaborado pelos autores).

Para cada caractere, cultivar e época de sementeira calcularam-se medidas de tendência central e de variabilidade, coeficientes de assimetria e de curtose. Em seguida, planearam-se 999 dimensões da amostra para cada caractere de cada cultivar e época de sementeira. A dimensão da amostra inicial foi de duas plantas, e as demais foram obtidas com o incremento de uma planta. Dessa forma, as dimensões da amostra planejadas foram de 2, 3, 4, ..., 1.000 plantas. Para cada dimensão da amostra planejada, foram realizadas 10.000 reamostragens via *bootstrap* com reposição, obtendo-se 10.000 reamostras. Para cada reamostra foi estimada a média. Com base nas 10.000 estimativas de média, determinou-se o percentil 2,5 e o percentil 97,5 e a amplitude do intervalo de confiança de 95% ($ACI_{95\%} = \text{percentil } 97,5 - \text{percentil } 2,5$).

Para a determinação da dimensão da amostra (número de plantas) necessário para a estimativa do valor médio de cada um dos 17 caracteres, em cada cultivar e época de sementeira, foram fixados limites de $ACI_{95\%}$ de 5 (maior precisão), 10, 15, 20, 25 e 30% (menor precisão) da média. Considera-se que quanto menor a amplitude do intervalo de confiança de 95% maior é a precisão na estimativa da média. A seguir, partiu-se da dimensão da

amostra inicial ($n = \text{duas plantas}$), e considerou-se como dimensão da amostra adequada (n) o número de plantas a partir do qual a $ACI_{95\%}$ foi menor ou igual ao limite estabelecido para cada nível de precisão. As estatísticas descritivas, a reamostragem *bootstrap* com reposição e os cálculos para determinação da dimensão da amostra foram realizados com o auxílio do programa R (R development Core Team, 2018) e do aplicativo Microsoft Office Excel®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultivar 'Temprano', apresentou maiores médias que a cultivar 'BRS Progresso' para os caracteres relacionados com a produção de biomassa, como número de colmos planta⁻¹ (NCP), número de nós planta⁻¹ (NNP), número de nós colmo⁻¹ (NNC), comprimento do colmo da planta (CC), comprimento do pedúnculo da planta (CP), altura da planta (AP), massa de matéria fresca de planta sem espiga (MF), massa de matéria seca de planta sem espiga (MS), número de espiguetas espiga⁻¹ (NSE) e número de espiguetas planta⁻¹ (NSP) (Quadros 1 e 2).

Todavia, na cultivar 'BRS Progresso', as maiores médias foram para os caracteres relacionados com a produção de grãos, como o comprimento de espiga da planta (CE), massa de matéria fresca de espigas planta⁻¹ (ME), massa de matéria fresca planta⁻¹ (MFP), número de grãos espiga⁻¹ (NGE), número de grãos espigueta⁻¹ (NGS), número de grãos planta⁻¹ (NGP) e produtividade de grãos planta⁻¹ (PG) (Tabelas 1 e 2). Estes resultados eram esperados, uma vez que corroboram com as indicações de cultivo dessas cultivares, ou seja, a 'BRS Progresso' é destinada para produção de grãos (Nascimento Junior *et al.*, 2014) e a 'Temprano' para forragem animal.

Os caracteres foram influenciados pelas épocas de sementeira. Na época 2 (sementeira em 25 de maio) foram observadas as maiores médias para 76,5% dos caracteres (13 em 17 caracteres) em ambas as cultivares (Quadros 1 e 2). Por outro lado, para a cultivar 'BRS Progresso', as menores médias foram observadas em 10 caracteres na época 5 (sementeira em 04 de julho), seis caracteres da época 1 (sementeira em 03 de maio) e 1 caractere na época 3 (sementeira em 07 de junho) (Quadro 1). Já para a cultivar 'Temprano', na época 1, foram observadas menores médias para 82,4% dos caracteres

Quadro 2 - Estatísticas descritivas de 17 caracteres⁽¹⁾ de centeio da cultivar ‘Temprano’, avaliados em três épocas de sementeira

Estatística	NCP	NNP	NNC	CC	CP	CE	AP	MF	MS	ME	MFP	NSE	NSP	NGE	NGS	NGP	PG
Época 1 (03 de maio de 2016)																	
Mínimo	1,00	4,00	3,00	59,75	29,47	5,10	100,35	1,15	1,02	0,34	1,52	12,00	16,00	6,00	0,14	6,00	0,06
Máximo	4,00	20,00	6,00	113,60	64,30	17,70	181,20	8,89	7,49	4,09	12,98	51,00	125,00	82,50	1,62	174,00	2,74
Média	1,85	8,36	4,54	87,53	46,57	11,30	145,40	4,04	3,54	1,60	5,63	31,45	56,95	36,27	1,12	65,46	1,02
Mediana	2,00	9,00	4,50	88,30	46,50	11,15	146,70	3,87	3,48	1,43	5,34	32,25	55,50	35,50	1,14	60,00	0,89
Desvio padrão	0,69	3,20	0,54	11,97	5,93	2,53	15,40	1,68	1,43	0,81	2,41	7,68	22,96	14,98	0,28	34,07	0,57
CV (%) ⁽²⁾	37,15	38,30	11,82	13,67	12,73	22,40	10,59	41,53	40,41	50,60	42,71	24,42	40,32	41,31	25,11	52,05	55,72
Assimetria ⁽³⁾	0,39 ^{ns}	0,59*	0,07 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,10 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,43 ^{ns}	0,60*	0,52*	0,75*	0,68*	-0,07 ^{ns}	0,58*	0,41 ^{ns}	-0,75*	0,93*	0,69*
Curtose ⁽⁴⁾	-0,11 ^{ns}	0,69 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	0,45 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}	1,03*	0,98*	0,01 ^{ns}
Nº de plantas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Época 2 (25 de maio de 2016)																	
Mínimo	1,00	5,00	4,00	77,00	24,07	8,20	128,58	1,78	1,61	0,38	2,27	29,20	31,00	8,50	0,25	17,00	0,12
Máximo	12,00	60,00	7,00	141,20	58,88	18,35	204,80	27,82	25,97	13,58	40,43	59,00	634,00	71,60	1,55	633,00	9,23
Média	3,92	20,33	5,21	104,03	46,93	13,07	164,03	10,01	9,33	3,32	13,34	40,74	161,45	37,29	0,89	149,16	2,01
Mediana	3,00	17,00	5,13	104,96	47,51	12,88	164,36	8,14	7,73	2,48	10,98	41,75	138,50	36,67	0,91	111,50	1,33
Desvio padrão	2,23	11,59	0,48	12,16	6,45	2,42	14,60	6,20	5,74	2,64	8,45	6,15	101,83	15,81	0,34	118,10	1,94
CV (%) ⁽²⁾	56,95	56,99	9,14	11,69	13,74	18,52	8,90	61,89	61,50	79,59	63,35	15,11	63,07	42,40	38,11	79,18	96,48
Assimetria ⁽³⁾	1,44*	1,37*	0,47 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,67*	0,35 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	1,20*	1,21*	1,59*	1,17*	-0,03 ^{ns}	1,79*	0,20 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,72*	1,73*
Curtose ⁽⁴⁾	2,49*	1,79*	1,56*	-0,01 ^{ns}	0,89 ^{ns}	-0,47 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,96*	0,99*	2,52*	0,87 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	4,55*	-1,02*	-1,02*	3,11*	2,94*
Nº de plantas	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Época 3 (07 de junho de 2016)																	
Mínimo	1,00	4,00	4,00	79,40	18,03	7,60	121,73	0,97	0,97	0,30	1,27	27,00	27,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Máximo	8,00	42,00	6,67	131,80	64,10	17,90	202,95	19,48	17,20	6,97	25,43	53,00	346,00	69,00	1,82	282,00	4,54
Média	2,74	14,46	5,30	110,21	41,83	12,49	164,53	6,70	6,15	1,90	8,60	38,57	106,22	31,93	0,83	79,64	1,08
Mediana	3,00	15,00	5,29	110,92	41,24	12,48	165,68	5,76	5,40	1,50	7,58	39,00	99,50	28,75	0,81	64,00	0,80
Desvio padrão	1,56	8,24	0,52	10,29	10,58	1,91	16,64	3,87	3,56	1,32	4,94	4,55	65,66	16,52	0,43	53,66	0,95
CV (%) ⁽²⁾	56,91	57,00	9,78	9,34	25,30	15,26	10,12	57,78	57,78	69,33	57,50	11,80	61,81	51,75	51,53	67,37	87,67
Assimetria ⁽³⁾	1,11*	1,15*	-0,16 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	1,39*	1,37*	1,68*	1,41*	0,32 ^{ns}	1,56*	0,28 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,28*	1,56*
Curtose ⁽⁴⁾	1,30*	1,37*	0,21 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,66 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,10 ^{ns}	2,00*	1,81*	3,34*	2,10*	0,93 ^{ns}	2,81*	-0,68 ^{ns}	-0,66 ^{ns}	1,86*	2,25*
Nº de plantas	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

⁽¹⁾ NCP: número de colmos planta⁻¹; NNP: número de nós planta⁻¹; NNC: número de nós colmo⁻¹; CC: comprimento de colmo da planta, em cm; CP: comprimento de pedúnculo da planta, em cm; CE: comprimento de espiga da planta, em cm; AP: altura de planta, em cm; MF: massa de matéria fresca da planta sem espiga, em g; MS: massa de matéria seca da planta sem espiga, em g; ME: massa de matéria fresca de espigas planta⁻¹, em g; MFP: massa de matéria fresca planta⁻¹, em g; NSE: número de espiguetas espiga⁻¹; NSP: número de espiguetas planta⁻¹; NGE: número de grãos espiga⁻¹; NGS: número de grãos espiguetas⁻¹; NGP: número de grãos planta⁻¹; PG: produtividade de grãos planta⁻¹, em g. ⁽²⁾ CV(%): coeficiente de variação. ⁽³⁾ *Assimetria difere de zero, por meio do teste t de Student, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo. ⁽⁴⁾ *Curtose difere de zero, por meio do teste t de Student, em nível de 5% de probabilidade. ^{ns} Não-significativo.

(Quadro 2). Assim, pode-se inferir que na cultivar para grãos (‘BRS Progresso’) e na cultivar para forragem (‘Temprano’), o desenvolvimento das plantas foi influenciado pela época de sementeira e, por consequência, a produtividade de grãos e de forragem, respectivamente. Influência da época de sementeira na produção de forragem foi verificada por Ferrazza *et al.* (2013). É possível, que as temperaturas ocorridas nessas épocas de sementeira (Figura 1) possam estar relacionadas com o desenvolvimento das plantas. Efeitos de temperatura sobre o desenvolvimento de plantas de centeio foram verificados por White *et al.* (1990) e Blecharczyk *et al.* (2016).

O coeficiente de variação (CV) oscilou de 7,00 (AP na época 2) a 72,79% (MF na época 5) para a cultivar ‘BRS Progresso’ e para a cultivar ‘Temprano’ variou de 8,90 (AP na época 2) a 96,48% (PG na época 2). Isso sugere que o caractere AP, com menor variabilidade (menor CV), necessitará menor dimensão da amostra do que MG e PG, que apresentaram maior variabilidade (maior CV).

A cultivar ‘BRS Progresso’ apresentou menor-variabilidade entre as plantas (CV médio dos 17 caracteres nas cinco épocas de sementeira = 37,22%) que a cultivar ‘Temprano’ (CV médio dos 17 caracteres nas três épocas de sementeira = 41,09%), o

Quadro 3 - Dimensão da amostra (número de plantas), para a estimação do valor médio de 17 caracteres⁽¹⁾ de centeio, com as amplitudes do intervalo de confiança (ACI_{95%}) de 5% (maior precisão), 10%, 15%, 20%, 25% e 30% (menor precisão) da estimativa da média, para as cultivares ‘BRS Progresso’ e ‘Temprano’, em épocas de sementeira

ACI _{95%}	NCP	NNP	NNC	CC	CP	CE	AP	MF	MS	ME	MFP	NSE	NSP	NGE	NGS	NGP	PG
Cultivar ‘BRS Progresso’ - Época 1 (03 de maio de 2016)																	
5%	894	843	49	74	70	210	38	n*	n*	n*	n*	225	n*	457	245	n*	n*
10%	223	219	12	20	18	54	10	419	358	436	405	57	324	115	63	361	458
15%	98	96	6	9	8	24	5	190	158	193	180	26	147	52	27	163	206
20%	58	54	4	5	5	14	3	107	91	109	101	15	81	29	16	94	118
25%	39	36	3	4	3	9	2	69	57	71	63	10	52	20	10	59	74
30%	26	25	2	3	2	7	2	48	41	48	45	7	39	13	7	43	52
Cultivar ‘BRS Progresso’ - Época 2 (25 de maio de 2016)																	
5%	n*	n*	55	50	128	104	30	n*	n*	n*	n*	161	n*	657	283	n*	n*
10%	348	339	14	13	33	27	8	480	460	570	486	41	396	163	72	628	626
15%	152	157	7	6	15	12	4	214	201	246	210	18	174	73	32	273	270
20%	84	87	4	4	8	7	2	123	117	147	123	11	100	41	18	161	157
25%	56	58	3	2	6	5	2	79	72	93	80	7	65	27	12	102	100
30%	37	40	2	2	4	3	2	55	53	64	55	5	45	19	8	72	70
Cultivar ‘BRS Progresso’ - Época 3 (07 de junho de 2016)																	
5%	n*	n*	54	92	135	124	55	n*	n*	n*	n*	114	n*	386	174	n*	n*
10%	306	295	14	23	33	32	15	574	560	556	545	29	361	97	46	444	621
15%	133	130	6	11	16	14	7	253	250	249	239	13	163	42	21	199	280
20%	77	76	3	6	9	8	4	148	141	141	137	8	89	25	12	115	159
25%	50	47	3	4	6	6	3	92	92	91	85	5	59	15	7	72	98
30%	36	34	2	3	4	4	2	64	65	64	62	4	41	11	5	52	70
Cultivar ‘BRS Progresso’ - Época 4 (22 de junho de 2016)																	
5%	n*	n*	59	58	183	163	59	n*	n*	n*	n*	171	n*	352	123	n*	n*
10%	341	350	15	14	47	43	15	550	550	556	537	43	410	91	30	433	590
15%	148	158	7	7	21	19	7	247	243	253	242	20	179	42	14	197	265
20%	86	87	4	4	12	11	4	140	140	140	137	11	103	23	8	109	152
25%	57	56	3	3	8	7	3	89	88	91	90	8	68	15	5	68	95
30%	38	39	2	2	5	5	2	64	63	63	62	5	47	11	4	51	65
Cultivar ‘BRS Progresso’ - Época 5 (04 de julho de 2016)																	
5%	n*	n*	99	106	153	287	80	n*	n*	n*	n*	296	n*	443	206	n*	n*
10%	414	399	24	27	39	74	20	795	770	705	725	75	554	112	53	568	680
15%	177	180	12	13	18	33	9	352	350	307	328	33	253	51	24	258	317
20%	105	100	6	7	10	19	6	196	197	175	183	19	139	29	14	145	178
25%	63	65	4	5	7	12	4	127	126	112	117	12	90	18	9	90	112
30%	46	46	3	4	5	9	3	87	87	81	83	9	64	13	6	67	79
Cultivar ‘Temprano’ - Época 1 (03 de maio de 2016)																	
5%	812	883	84	110	97	301	70	n*	965	n*	n*	362	957	n*	379	n*	n*
10%	206	219	22	28	25	78	17	260	249	386	270	91	237	254	95	399	464
15%	91	99	10	13	12	35	8	113	108	169	124	41	111	116	42	177	204
20%	52	55	5	8	7	20	5	66	63	98	67	23	62	66	24	103	114
25%	35	37	4	5	4	13	3	43	40	62	45	15	41	41	16	67	75
30%	22	26	2	4	3	9	2	30	27	44	31	11	28	29	11	46	53
Cultivar ‘Temprano’ - Época 2 (25 de maio de 2016)																	
5%	n*	n*	51	83	114	207	49	n*	n*	n*	n*	136	n*	n*	863	n*	n*
10%	486	482	13	21	30	53	13	574	561	939	607	36	587	271	217	934	n*
15%	221	220	6	10	13	23	6	260	253	418	270	15	262	118	98	415	609
20%	122	122	4	6	8	14	3	146	141	236	150	9	149	69	54	232	341
25%	76	80	3	4	5	9	2	93	91	151	98	6	92	44	36	152	227
30%	55	57	2	3	4	6	2	64	65	106	68	4	67	31	25	105	154
Cultivar ‘Temprano’ - Época 3 (07 de junho de 2016)																	
5%	n*	n*	58	53	386	138	61	n*	n*	n*	n*	83	n*	n*	n*	n*	n*
10%	478	484	15	14	98	36	16	498	494	709	491	22	579	400	392	684	n*
15%	209	219	7	6	43	16	7	224	226	319	218	10	249	180	176	304	498
20%	123	122	4	4	24	9	4	126	123	179	127	6	139	101	100	174	282
25%	78	77	3	3	16	6	3	79	80	118	80	4	92	65	65	110	185
30%	54	53	2	2	11	4	2	57	57	80	55	3	64	46	45	78	131

⁽¹⁾ NCP: número de colmos planta⁻¹; NNP: número de nós planta⁻¹; NNC: número de nós colmo⁻¹; CC: comprimento de colmo da planta, em cm; CP: comprimento de pedúnculo da planta, em cm; CE: comprimento de espiga da planta, em cm; AP: altura de planta, em cm; MF: massa de matéria fresca da planta sem espiga, em g; MS: massa de matéria seca da planta sem espiga, em g; ME: massa de matéria fresca de espigas planta⁻¹, em g; MFP: massa de matéria fresca planta⁻¹, em g; NSE: número de espiguetas espiga⁻¹; NSP: número de espiguetas planta⁻¹; NGE: número de grãos espiga⁻¹; NGS: número de grãos espiguetas⁻¹; NGP: número de grãos planta⁻¹; PG: produtividade de grãos planta⁻¹, em g. n*: Dimensão da amostra maior que 1.000 plantas.

que sugere menores dimensões da amostra para a cultivar 'BRS Progresso'. Na primeira época de sementeira verificou-se menor variabilidade entre as plantas (CV médio dos 17 caracteres = 32,94%, para a cultivar 'BRS Progresso' e 32,99% para a cultivar 'Temprano'), indicando que as plantas semeadas nesta época foram mais homogêneas. Cenário de maior variabilidade dos dados, para a cultivar 'BRS Progresso', foi verificado na época 5 (CV médio dos 17 caracteres = 42,56%) e para a cultivar 'Temprano' na época 2 (CV médio dos 17 caracteres = 45,68%), o que sugere maior dimensão da amostra. O cenário de variabilidade entre caracteres, cultivares e épocas de sementeira é importante para o dimensionamento amostral e indica a necessidade de distintas dimensões da amostra.

Coefficientes de assimetria e de curtose significativamente diferentes de zero ($p \leq 0,05$) foram observados em caracteres das duas cultivares ('BRS Progresso' e 'Temprano') em todas as épocas de sementeira, o que indicia que a distribuição normal não se ajustará aos dados (Bussab e Morettin, 2017) (Quadros 1 e 2). Na maioria dessas situações a distribuição foi assimétrica positiva (assimetria > 0) e leptocúrtica (curtose > 0). A normalidade da variável em estudo é necessária para um correcto dimensionamento amostral, com base na distribuição *t* de Student (Bussab e Morettin, 2017). Porém, não sendo possível admitir esse pressuposto, o recurso ao *bootstrap* não paramétrico, i.e., realizando reamostragens com reposição, é independente da distribuição de probabilidade subjacente aos dados, sendo adequada para o estudo do dimensionamento amostral nesse banco de dados (Ferreira, 2009).

De maneira geral, para a estimação da média com mesmo nível de precisão (mesma $ACI_{95\%}$), os caracteres MF, MS, ME, MFP, NGP e PG apresentaram maior dimensão da amostra, os caracteres NNC, CC, CP, CE, AP e NSE menor dimensão da amostra e os caracteres NCP, NNP, NSP, NGE e NGS dimensão da amostra intermediária (Quadro 3). Variabilidade da dimensão da amostra entre caracteres de milho (Toebe *et al.*, 2014), aveia-preta (Cargnelutti Filho *et al.*, 2015), milheto (Kleinpaul *et al.*, 2017) e centeio (Bandeira *et al.*, 2018a, b) tem sido observada. Também foi observada menor dimensão da amostra para os caracteres da cultivar 'BRS Progresso' em relação a cultivar 'Temprano'. Para a cultivar

'BRS Progresso' foram observadas menores dimensões da amostra na época 1, maiores na época 5 e intermediárias nas épocas 2, 3 e 4. Para a cultivar 'Temprano', foram observadas menores dimensões da amostra na época 1, maiores na época 2 e intermediárias na época 3. Variabilidade da dimensão da amostra, tem sido verificada, entre cultivares (Toebe *et al.*, 2014; Bandeira *et al.*, 2018a, b) e entre épocas de sementeira, épocas de avaliação e anos agrícolas (Toebe *et al.*, 2014; Cargnelutti Filho *et al.*, 2015; Kleinpaul *et al.*, 2017; Bandeira *et al.*, 2018a, b).

A dimensão da amostra para a estimação da média com $ACI_{95\%}$ de 5% da média (maior nível de precisão) oscilou entre 30 a mais de 1.000 plantas, para os caracteres da cultivar 'BRS Progresso'. Para a cultivar 'Temprano', com essa precisão, a dimensão da amostra oscilou entre 49 a mais de 1.000 plantas (Quadro 3). Avaliar mais de 1.000 plantas, para estimar média, é difícil e oneroso para o pesquisador. Assim, é possível optar por menores dimensões da amostra, calculadas considerando menores precisões, ou seja, $ACI_{95\%}$ de 10, 15, 20, 25 e 30% da média (Quadro 3). Por exemplo, com a opção da dimensão da amostra com $ACI_{95\%}$ máximo de 25% da média, é necessário avaliar 127 plantas da cultivar 'BRS Progresso' e 227 plantas da cultivar 'Temprano' para contemplar os 17 caracteres e as cinco épocas de sementeira (Quadro 3). Caso opte pela dimensão da amostra para contemplar todos os caracteres, cultivares e épocas de sementeira, com $ACI_{95\%}$ máximo de 20% seriam necessárias 341 plantas (maior dimensão da amostra). Seguindo as indicações de Cargnelutti Filho *et al.* (2015), num ensaio no delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, seriam avaliadas 341 plantas por tratamento, correspondendo a 85 plantas em cada repetição/parcela ($341/4 \approx 85$).

CONCLUSÕES

Para a estimativa do valor médio de caracteres de centeio, avaliados no período de colheita dos grãos, há variabilidade da dimensão da amostra entre caracteres, cultivares e épocas de sementeira. A dimensão da amostra para estimar o valor médio de caracteres da cultivar 'BRS Progresso' é menor que da cultivar 'Temprano'. Uma amostra de 352, 197, 127 e 87 plantas, é suficiente para a estimar a média com $ACI_{95\%}$ máxima de 15, 20,

25 e 30% da média, respectivamente, para todos os caracteres e épocas de avaliação da cultivar 'BRS Progresso'. Uma amostra de 609, 341, 227 e 154 plantas, é suficiente para a estimação da média com $ACI_{95\%}$ máxima de 15, 20, 25 e 30% da média, respectivamente, para todos os caracteres e épocas de avaliação da cultivar 'Temprano'.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Processos 401045/2016-1 e 304652/2017-2), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pela concessão de bolsas aos autores. À bolsa de iniciação. A Embrapa Trigo, pela doação das sementes de centeio, cultivar 'BRS Progresso'. Aos alunos bolsistas e voluntários pelo auxílio na coleta de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandeira, C.T.; Cargnelutti Filho, A.; Carini, F.; Schabarum, D.E.; Kleinpaul, J.A. & Pezzini, R.V. (2018a) – Sample sufficiency for estimation of the mean of rye traits at flowering stage. *Journal of Agricultural Science*, vol. 10, n. 3, p. 178-186. <https://doi.org/10.5539/jas.v10n3p178>
- Bandeira, C.T.; Cargnelutti Filho, A.; Follmann, D.N.; Bem, C.M.; Wartha, C.A. & Thomasi, R.M. (2018b) – Sample size to estimate the mean of morphological traits of rye cultivars in sowing dates and evaluation times. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 39, n. 2, p. 521-532. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p521>
- Blecharczyk, A.; Sawinska, Z.; Małeczka, I.; Sparks, T.H. & Tryjanowski, P. (2016) – The phenology of winter rye in Poland: an analysis of long-term experimental data. *International Journal of Biometeorology*, vol. 60, n. 9, p. 1341-1346. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1127-2>
- Brasil (2008) – *Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares da espécie centeio (Secale cereale L.)*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ato nº. 10, de 19 de setembro 2008, homologação DOU 11/09/2008, Seção 1, p. 11. ISSN 1677-7042.
- Bushuk, W. (2001) – Rye production and uses worldwide. *Cereal Foods World*, vol. 46, n. 2, p. 70-73.
- Bussab, W.O. & Morettin, P.A. (2017) – *Estatística Básica*. São Paulo, Saraiva, 576 p.
- Cargnelutti Filho, A.; Toebe, M.; Alves, B.M.; Burin, C.; Santos, G.O.; Facco, G. & Neu, I.M.M. (2015) – Sample size to evaluate morphological and productive characters in black oat in evaluation times. *Ciência Rural*, vol. 45, n. 1, p. 9-13. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140504>
- CONAB (2017) – *Acompanhamento da safra brasileira de grãos – safra 2017/18*. Brasília, Companhia Nacional de Abastecimento, 118 p. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_10_16_16_34_39_graos_outubro_2017.pdf
- Doneda, A.; Aita, C.; Giacomini, S.J.; Miola, E.C.C.; Giacomini, D.A.; Schirmann, J. & Gonzatto, R. (2012) – Biomass and decomposition of cover crop residues in monoculture and intercropping. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 36, n. 6, p. 1714-1723. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000600005>
- Faber, J. & Fonseca, L.M. (2014) – How sample size influences research outcomes. *Dental Press Journal of Orthodontics*, vol. 19, n. 4, p. 27-29. <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.19.4.027-029.ebo>
- FAO (2018) – *FAOSTAT*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org>
- Ferrazza, J.M.; Soares, A.B.; Martin, T.N.; Assmann, A.L. & Nicola, V. (2013) – Production of annual winter forages at different sowing times. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 44, n. 2, p. 379-389. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000200022>
- Ferreira, D.F. (2009) – *Estatística básica*. 2ª ed. Lavras, UFLA, 664 p.
- Fontaneli, R.S.; Fontaneli, R.S.; Santos, H.P.; Nascimento Junior, A.; Minella, E. & Caierão, E. (2009) – Yield and nutritive value of dual purpose winter cereals: green forage, silage or grain. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 38, n. 11, p. 2116-2120. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001100007>
- Heldwein, A.B.; Buriol, G.A. & Streck, N.A. (2009) – O clima de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*, vol. 38, n. 1, p. 43-58.

- Kleinpaul, J.A.; Cargnelutti Filho, A.; Alves, B.M.; Burin, C.; Neu, I.M.M.; Silveira, D.L. & Simões, F.M. (2017) – Sample size to estimate the mean of millet traits in evaluation times. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, vol. 16, n. 2, p. 251-262.
- Koch, R.L.; Sezen, Z.; Porter, P.M.; Ragsdale, D.W.; Wyckhuys, K.A.G. & Heimpel, G.E. (2015) – On-farm evaluation of a fall-seeded rye cover crop for suppression of soybean aphid (*Hemiptera: Aphididae*) on soybean. *Agricultural and Forest Entomology*, vol. 17, n. 3, p. 239-246. <https://doi.org/10.1111/afe.12099>
- Mafakheri, S.; Ardakani, M.R.; Meighani, F.; Mirhadi, M.J. & Vazan, S. (2010) – Rye cover crop management affects weeds and yield of corn (*Zea mays* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, vol. 38, n. 3, p. 117-123.
- Nascimento Junior, A.; Caierão, E. & Mori, C. (2014) – ‘BRS Progresso’ – Rye cultivar. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, vol. 14, n. 3, p. 207-208. <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332014v14n3a32>
- R development Core Team. (2018) – *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org>
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F. & Oliveira, J.B. (2013) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3ª ed. Brasília, Embrapa, 353 p.
- Storck, L.; Garcia, D.C.; Lopes, S.J. & Estefanel, V. (2016) – *Experimentação vegetal*. 3ª ed. Santa Maria, UFSM, 200 p.
- Toebe, M.; Cargnelutti Filho, A.; Burin, C.; Casarotto, G. & Haesbaert, F.M. (2014) – Sample size for the estimation of the mean and the coefficient of variation in maize. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 49, n. 11, p. 860-871. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014001100005>
- White, P.J.; Cooper, H.D.; Earnshaw, M.J. & Clarkson, D.T. (1990) – Effects of Low Temperature on the Development and Morphology of Rye (*Secale cereale*) and Wheat (*Triticum aestivum*). *Annals of Botany*, vol. 66, n. 5, p. 559-566. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088065>